

881217

9
24'



UNIVERSIDAD ANAHUAC

VINCE IN BONO MALUM

ESCUELA DE INGENIERIA

CON ESTUDIOS INCORPORADOS A LA
UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO

**APLICACION DE TECNICAS ESTADISTICAS
PARA EFICIENTAR UN PROCESO CONTINUO
DE FOSFATIZADO Y PINTADO EN MEXICO**

TESIS

**QUE PARA OBTENER EL TITULO DE
INGENIERO MECANICO ELECTRICISTA
(AREA INDUSTRIAL)**

**PRESENTA
ENRIQUE MATEOS SUTCLIFFE**

**TESIS CON
FALTA DE ORIGEN**

1987



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 está 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.

APLICACION DE TECNICAS ESTADISTICAS PARA EFICIENTAR UN
PROCESO CONTINUO DE FOSFATIZADO Y PINTADO EN MEXICO

	Página
PROLOGO	I
INTRODUCCION	III
OBJETIVOS	VII
Primarios	
Secundarios	
ALCANCES	VIII
Humanos	
Técnicos	
Administrativos	
CAPITULO I	
PROCESOS CONTINUOS DE FOSFATIZADO Y PINTADO EN MEXICO.	
1.1 Antecedentes Historicos.	1
1.2 Situación actual de los procesos de fosfatizado y pintado en México.	5
1.2.1 Tipos de Instalaciones.	6
Tipos de Fosfatos.	9

CAPITULO II

DESCRIPCION Y PROBLEMÁTICA DE LOS PROCESOS.

2.1 Descripción del proceso de fosfatizado.	10
2.2 Distribución del proceso.	11
2.2.1 Capacidad del proceso.	12
2.2.2 Equipo y servicios.	12
2.3 Operación y funcionamiento del proceso.	17
2.3.1 Control del proceso.	23
2.3.2 Control de calidad en el proceso.	25
2.3.3 Problemas más comunes y forma de resolverlos.	32
2.3.4 Aplicaciones.	35
2.4 Descripción del proceso de pintado.	36
2.5 Distribución del proceso.	37
2.5.1 Capacidad del proceso.	38
2.5.2 Equipo y servicios.	39
2.6 Operación y funcionamiento del proceso.	46
2.6.1 Control del proceso.	51

2.6.2 Control de calidad en el proceso.	53
2.6.3 Problemas más comunes y forma de resolverlos.	56
2.6.4 Aplicaciones.	59

CAPITULO III

DESCRIPCION DE LAS TECNICAS PROPUESTAS

3.1 Conceptos del Dr.W. Edwards Deming, para mejorar la productividad.	60
3.2 Introducción al Control Estadístico del proceso.	62
3.2.1 Prevención en vez de detección.	64
3.2.2 Control y Habilidad del proceso.	68
3.2.3 Beneficios de las Gráficas de Control.	69
3.3 Gráficas de Control X-R	70
3.3.1 Elaboración de las Gráficas de Control X-R.	72
3.3.2 Construcción de las Gráficas X-R.	78
3.3.3 Gráficas X-R, para el proceso de fosfatizado.	78
3.3.4 Interpretación del control del proceso de fosfatizado.	81
3.3.5 Interpretación de la habilidad del proceso.	87
3.3.5.1 Habilidad del proceso de fosfatizado.	89

3.3.6 Gráficas X-R, para el proceso de pintado.	92
3.3.7 Interpretación del control del proceso de pintado.	94
3.3.8 Interpretación de la habilidad del proceso.	97
3.3.8.1 Habilidad del proceso de pintado.	97
3.4 Aseguramiento estadístico de la calidad (S.Q.A.)	99
3.4.1 Beneficios de un sistema de aseguramiento de calidad.	102
3.4.2 Auditoria de calidad en una empresa que tiene un sistema de aseguramiento de calidad.	103
3.4.3 Estandarización.	106

CAPITULO IV

EQUIPO Y CAPACITACION

4.1 Equipo existente.	108
4.2 Capacitación.	115
4.2.1 Círculos de control de calidad.	115
4.2.2 Principios de los círculos de control de calidad.	116
4.2.3 Objetivos y resultados.	118

CAPITULO V

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1 Técnico,	121
5.2 Humano.	123
5.3 Administrativo.	125

APENDICE

Tabla 1	Factores para cálculo de límites de control.
Tabla 2	Áreas bajo la curva normal.
Gráfica 1	Curvas de Distribución para proceso Unilateral y Bilateral.

BIBLIOGRAFIA

PROLOGO

En la gran mayoría de las empresas, la calidad, la reducción de costos, la producción, etc...han sido, en la mayor parte de los casos, las razones principales para completar, mejorar ó substituir los sistemas de un proceso de manufactura específico.

Las reclamaciones sobre la calidad del producto, la falta de capacidad de producción por parte de la empresa, influyen principalmente en decidir sobre la realización de nuevas instalaciones, mejorar los sistemas existentes, investigar, revisar los procesos, analizar las tecnologías existentes, para así poder tomar una decisión mas precisa sobre la selección de nuevos equipos y la aplicación de nuevas técnicas, para tener lo indispensable que cubra los requerimientos y necesidades del mercado nacional e internacional.

En la Industria Metal-Mecánica, un factor de calidad al cuál se le da la importancia merecida es a la protección contra la corrosión, ya que esta no exenta a producto alguno donde el acero este presente, en especial a los productos que estan expuestos a la intemperie, algunos de estos productos que se protejen contra la corrosión son por ejemplo: todos los tipos de sistemas de transporte (automóviles, aviones, barcos, motocicletas,

etc.); en la industria de la construcción donde se utiliza en gran cantidad láminas pintadas, como la Pintro y algunas otras; en la industria mueblera (archiveros, escritorios, estantes, mamparas, etc.); en la industria de línea blanca (estufas, refrigeradores, lavadoras, etc.). En algunos casos se ha substituido al acero por el plástico ó sus derivados, pero no se ha logrado la substitución total del mismo, hasta hoy en día. Un ejemplo muy claro es el caso de las carrocerías para automóviles, algunas firmas extranjeras como la General Motors, Ford, etc. están desarrollando las carrocerías de sus automóviles con materiales sintéticos, tal es el caso del Pontiac Fiero de la G.M.

Agradezco la ayuda y cooperación de las siguientes empresas, quienes nos proporcionaron información documental y apoyo, para el logro del mismo. Anco de México, de su matriz en los Estados Unidos, Ford Motor Co., Chrysler de México, Automotive Moulding de México, Protección Metálica Industrial, Dubois Mexicana, Pinturas Pittsburgh de México y Oxy Metal de México.

INTRODUCCION

En la industria Metal-Mecánica, existen varios procesos químicos para proteger al acero ya sea en barra, lámina ó algún producto ya formado, contra la corrosión, la selección de un proceso en específico depende de el uso y terminado que se le destine a un producto en cuestión.

"En las industrias Metal-Mecánicas donde los productos procesados serán cubiertos con una película de pintura, se recomienda previamente a esta operación, un depósito de fosfato en los mismos, para lograr una mejor adhesión de esta película". (1). Con esta película de sales de fosfato la pintura tendrá una adherencia y una resistencia a la corrosión muy superior a el caso en que se pintara la pieza sin el recubrimiento de las sales de fosfato, se explicará esto claramente en el capítulo II.

(1) Protección Metálica, Dubois Mexicana, Uxy Metal.

Existen otros procesos químicos que dan protección al acero contra la corrosión, tales como el cromado, niquelado, tropicalizado, anodizado, etc., que no requieren que el producto en cuestión sea pintado posteriormente, ya que es otro tipo de acabado final. Para efectos de esta tesis, hablaremos de un proceso continuo de fosfatizado por inmersión sin electrodeposición, y de un proceso continuo de pintado por aspersión con electrodeposición, ya existentes en México.

En la industria manufacturera, existen en cualquier ramo y nivel, procesos, los cuales consisten desde instalaciones de gran tamaño y de gran complejidad, hasta procesos muy sencillos con instalaciones básicas. Pero si quisiéramos medir ó saber si el proceso es confiable, se requiere de un control en el proceso, ya que con los resultados de este control podremos tomar acciones correctivas a su debido tiempo, para evitar corridas de producción fuera de especificación.

"La filosofía fundamental asociada con la producción económica de bienes debe basarse en la PREVENCIÓN de defectos en lugar de su DETECCIÓN solamente, este enfoque requiere de un sistema de control del proceso, el cuál puede ser implementado con efectividad a través de las técnicas estadísticas. Las desiciones para modificar ó ajustar un proceso deben basarse en los datos que se deriven de las gráficas de control".(2) (explicadas en el capítulo III)

Desde el punto de vista económico las detecciones de los defectos de un proceso fuera de control, se representan como grandes costos de producción evitables, como rechazos de lotes por parte de control de calidad ó del mismo consumidor.

(2) Control continuo del proceso Ford Motor Co.

El Dr. Deming (quién introdujo las técnicas de estadística en el Japón), dice lo siguiente: "Si los ejecutivos comprendieran que lo que necesitan son trabajadores mas no piernas y brazos que hagan lo que se les ordena, ya que como seres humanos inteligentes pueden aportar ideas personales de como incrementar en un momento dado, la eficiencia y productividad de un proceso, de una máquina, de un lugar, etc..."(3)

Corporaciones como Ford Motor Co., con su presidente Don Peterson, y su grupo de vicepresidentes, han adoptado la teoría del Dr. Deming, también la Nashua, Champion, Chrysler y muchas empresas en México la han adoptado.

Dado que la estadística es una ciencia muy amplia. En esta tesis explicaremos algunos de los métodos de control que más se utilizan en la industria por ejemplo: las cartas de rangos y promedios y las aplicaremos a los procesos continuos de fosfatizado y pintado antes de encontrarse bajo control y posteriormente, dentro de control, para poder analizar los beneficios que nos brindan estos poderosos métodos.

OBJETIVOS

Los objetivos de esta tesis en forma resumida serán los siguientes:

PRIMARIOS: Mostrar un proceso continuo de fosfatizado y pintado ya existentes en México, con sus deficiencias en la operación, y la proposición de mejoras, para un mejor control de los mismos, como base para obtener un producto con una calidad más uniforme.

SECUNDARIOS: Aplicar los métodos estadísticos propuestos y mostrar las mejoras que brindan, y crear conciencia al personal involucrado en el proceso para producir con una calidad aceptable.

ALCANCES

HUMANOS: Demostrar como el producto bien fosfatizado y pintado, logra una mejor aceptación por parte del consumidor, y una mejor satisfacción del personal obrero involucrado en los procesos mencionados.

TECNICOS: El alcance técnico de la tesis, consiste en mostrar un proceso continuo de fosfatizado y pintado en México y algunos de los métodos de control estadístico que existen, aplicarlos a dichos procesos y comprobar la

utilidad de estos métodos en base a resultados numéricos y reales.

ADMINISTRATIVOS: Analizar como se ve afectado el organigrama de la empresa, por la reorganización de personal en las diferentes áreas involucradas en la formación de círculos de calidad.

CAPITULO I

PROCESOS CONTINUOS DE FOSFATIZADO Y PINTADO EN MEXICO

1.1 ANTECEDENTES HISTORICOS

México, es un país donde la Industria Metal-Mecánica ha avanzado a grandes pasos, un buen ejemplo es el de la industria automotriz, ya que en los últimos años, se ha incrementado la relación del número de automóviles por habitante, y los tipos de autos de cada fabricante, hoy en día se puede adquirir un automóvil dentro de un rango muy amplio de opciones.

La calidad de los automóviles, también se ha incrementado notoriamente, esto se debe por una parte, a que el público consumidor demanda productos de mejor calidad, y por otra parte, se han modernizado los procesos de manufactura y ensamble de los automóviles. Algunos fabricantes ya otorgan 10 años de garantía contra la corrosión del automóvil, esta garantía la otorgan porque están conscientes de que sus procesos de fosfatizado, primario y pintado son confiables y se encuentran bajo control.

Podemos decir en resumen que los procesos de pintura en la industria automotriz y otras, consisten en el conjunto de operaciones, métodos y procedimientos que se emplean para lograr un depósito de sustancias químicas, selladores, primarios, esmaltes y lacas, con lo cual se le proporciona al automóvil ó autoparte, el acabado

superficial resistente al ambiente, apariencia agradable. La realización práctica de estas operaciones se hace combinando adecuadamente actividades manuales y técnicas especializadas, requiriendo material, personal capacitado e instalaciones.

La mayor parte de los materiales utilizados son pinturas y solventes, aplicados por aspersión y pulverización, esta aplicación se realiza en lugares cerrados ó ventilados, cumpliendo hasta donde sea posible con los reglamentos de salubridad para proteger la salud de los trabajadores.

En la industria existen varios procesos de fosfatizado, los más comunes (datos obtenidos por encuestas realizadas con los proveedores de fosfatizado), son: fosfato de hierro y fosfato de zinc. Existen otros tipos, como el fosfato de manganeso, pero nó se mencionará en esta tésis.

Algunos de estos procesos de aplicación, son por aspersión a través de espreas localizadas estratégicamente en los túneles ó tanques, algunos son por inmersión; unos son a temperatura ambiente, otros tienen temperaturas predeterminadas en ciertos pasos, algunos se aplican por electrodepósito. Pero todos se enfocan a un propósito final. "Adhesión de pintura".

"Dependiendo de la pieza a pintar y del material de que esta se compone, se utilizará un tipo de fosfato u otro"

(esto se determina después de realizar un estudio profundo realizando pruebas físicas, de la pieza a fosfatizar ya que generalmente los proveedores de los productos de fosfatizado recomiendan el tipo de fosfato a utilizar)"(4), para nuestro propósito hablaremos de un proceso de fosfatizado de zinc, ya que para efectos de este estudio se utilizó lámina galvanizada calibre 10, y el fosfato de zinc es el más apropiado según recomendaciones de los proveedores.

Algunos procesos difieren en el número de pasos, de 3 a 5 es lo más común en la industria, pero existen algunos procesos hasta de 10 pasos (esto varía de acuerdo a las condiciones en que se presente la pieza a procesar, por ejemplo: si tiene demasiada grasa en la pieza, entonces no bastaría un desengrase sino que ameritaría operaciones adicionales), estos procesos constan generalmente de enjuagues más sofisticados y cuidadosos, ó simplemente se aumentaría el número de pasos para asegurar que la pieza saldría sin grasa y bien fosfatizada.

Dentro de los procesos de Pintado existe una gran variedad en la industria, encontramos procesos por aspersión, por inmersión, con electrodeposición. Dentro del tipo de pinturas encontramos esmaltes, lacas, acrílicas, etc.. Para nuestro propósito hablaremos de un proceso de pintado por aspersión electrostático ó depósito electrostático; utilizaremos un esmalte acrílico color

(4) Protección Metálica Ind; Dxy Metal, Dubois Mexicana.

negro, y el reductor ha utilizar será (X101). Este proceso fue el resultado de un estudio de algunas firmas conocidas en México, tales como Pinturas Pittsburgh de México, Binks Mexicana, Sprayon de México y algunos otros proveedores y fabricantes de equipo para pintar; se encontró que este tipo de pintura era el más adecuado para la pieza a pintar (brackets para la sujeción interna del mecanismo elevador de cristales de las puertas de los automóviles), además de que que utilizando equipo electrostático se obtenía un mejor recubrimiento, más uniforme y se desperdiciaría menos pintura y el acabado sería con calidad de equipo original, esta calidad debe de cumplir con los standars que fijan los fabricantes de automóviles.

1.2 SITUACION ACTUAL DE LOS PROCESOS DE FOSFATIZADO Y PINTADO EN MEXICO

En México existen varias firmas que son fabricantes de productos para líneas de fosfatizado y pintado, además de ser proveedores de la Industria Automotriz, también los son en otras ramas tales como la Hotelera, Restaurantera, Transportación, etc.. Entre los principales proveedores de productos para fosfatizado se encuentran:

- 1) Protección Metálica Industrial (PRMISA)
- 2) Dubois Mexicana S.A. de C.V.
- 3) Oxy Metal de México S.A. de C.V.
- 4) Turco y Descalzi de México S.A. de C.V.

Entre los principales proveedores de productos para pintado se encuentran:

- 1) Pinturas Pittsburgh de México S.A. (PPB)
- 2) Pinturas Aurolín de México S.A.
- 3) Poly-Form de México S.A.

Estos proveedores además de resolver su problema de fosfatizado y pintado, le proporcionan asesoría técnica a cualquier nivel para el arranque y control (químico en el caso del fosfatizado), de un proceso en específico. Para la selección de los productos que más tarde formarán en conjunto el proceso de fosfatizado se toman algunas consideraciones tales como:

- 1) Tipo de pieza a fosfatizar.
- 2) Tipo de contaminación a manejar.
polvos, grasas, aceites, etc..
- 3) Tipo de material del que esta formado el producto:
(Ferrosos, Cuprosos), ó tipo de acabado, Galvanizado, Prefosfatizado, etc..
- 4) Tipo de pintura a utilizar.
- 5) Condiciones ambientales.

1.2.1 Tipos de instalaciones:

Antes de hacer mención a las instalaciones de fosfatizado existentes en la industria, mencionaremos un ciclo básico para un proceso de fosfatizado, el cuál comienza con los siguientes pasos básicos:

Paso 1) Desengrase, este puede ser por aspersión, por inmersión, a una temperatura predeterminada, las piezas ó el producto a fosfatizar pueden estar en movimiento, pero el fin es el mismo, librar de impurezas a la pieza en cuestión.

Paso 2) Enjuague, en el cuál se libera a la pieza de las substancias remanentes del paso anterior.

Paso 3) Fosfatizado, donde se efectua el depósito de las sales de fosfato a la pieza en cuestión, las condiciones de operación son similares a las del primer paso.

Paso 4) Enjuague que tiene la misma finalidad que el segundo paso.

Paso 5) Es un sellado del fosfatizado, este paso tiene como finalidad proteger las sales depositadas en la pieza, las condiciones de operación son similares a las del primer paso.

Desde el punto de vista de las instalaciones de fosfatizado existen en la industria, 6 tipos básicamente para fosfatizar en caliente y son:

- 1) Tipo tunel con transportador de piso.
- 2) Tipo tunel con transportador elevado.
- 3) Tipo tunel con transportador elevado, por inserción en la parte inferior, y por aspersión el resto (Slipper dip process).
- 4) Por inserción horizontal con gruas manuales.
- 5) Por inserción vertical (Vertak), automático.
- 6) Por inserción horizontal con movimiento rotativo con gruas electro-mecánicas.

Para nuestro propósito hablaremos del último tipo, con movimiento rotativo a base de barriles hexagonales con transmisión de potencia por medio de un motorreductor y sistema de engranes, para lograr la rotación del exagono automáticamente.

Dentro de las instalaciones de pintado en la industria, existen varios tipos, algunos de ellos son:

- 1) Por aspersión, sin electrodepósito y el producto a pintar con movimiento manual ó automático.
- 2) Por aspersión, con electrodepósito y el producto a pintar con movimiento manual ó automático.
- 3) Por inmersión, sin electrodepósito.
- 4) Por inmersión, con electrodepósito.
- A) Con transportador elevado, con los tipos 1,2,4
- B) Con transportador de piso, con los tipos 1,2

Para nuestro propósito hablaremos de un proceso con transportador elevado, por aspersión con electrodepósito, en el cuál el producto a pintar tiene movimiento manual ó automático.

A continuación se da una lista de algunos de los productos existentes en México para un proceso de fosfatizado, el propósito de estos productos como ya lo mencionamos es el de lograr la Adhesión de pintura y protección contra la corrosión, estos productos son de la firma Dubois Mexicana. (5)

Nota: Para este propósito, cuando hablemos del producto, productos ó piezas, durante la tesis nos estaremos refiriendo a: brackets ó soportes para la sujeción interna del mecanismo elevador de cristales de

(5) Dubois Mexicana.

una puerta de automóvil; ya sea para fosfatizarse o pintarse.

TIPOS DE FOSFATOS

Producto	Metales	Fosfato	Aplicacion	temperatura	Carga	
Durakote	Hierro	Hierro	Vapor-ina.	3-5 tinas	55-75 co.	3% a 5%.
Durakote Al	Hierro, Al	Hierro	Aspersión	3-5 tinas	55-75 co.	15 gr/lit
Durakote Bl	Hierro	Hierro	Aspersión	3-5 tinas	40-60 co.	15 gr/lit
Durakote So	Hierro, Al	Hierro	Inmersión	3-5 tinas	70-75 co.	25-50 gr
Prepara	Hierro	Hierro	Manual		Ambiente	1:3 a 1:1
Cart	Hierro	Hierro	Manual		Ambiente	1:3 a 1:1
Zink-On-Sé	Hierro, Zn	Zinc	Aspersión	5 tinas	45-55 co.	2% por v
Zink-On-Sé	Hierro, Zn	Zinc	Inmersión	5 tinas	45-55 co.	3% por v

CAPITULO II

DESCRIPCION Y PROBLEMÁTICA DE LOS PROCESOS

2.1 DESCRIPCIÓN DEL PROCESO DE FOSFATIZADO

Conjuntando la información, tanto de los tipos de procesos de fosfatizado, así como los tipos de instalaciones más comunes en la industria, el proceso del cuál hablaremos será; Un proceso continuo de fosfatizado de zinc, por inmersión horizontal, sin electrodepósito, de 8 pasos, con movimiento rotativo, con gruas electro-mecánicas.

El proceso consta de los siguientes pasos:

- Tanque No. 1 Desengrase alcalino.
- Tanque No. 2 Desengrase de menor alcalinidad.
- Tanque No. 3 Enjuague con agua corriente.
- Tanque No. 4 Enjuague refinador de grano.
- Tanque No. 5 Fosfato de Zinc.
- Tanque No. 6 Enjuague con agua corriente.
- Tanque No. 7 Sellado Crómico.
- Tanque No. 8 Secado con aire caliente.

El movimiento rotativo se realiza por medio de Barriles hexagonales, con motoreductor, los cuales son llenados en un 50%, esto es con el objeto de evitar sobrecargas en el barril, además de dar más espacio a las piezas a fosfatizar, ya que si estuviera lleno en su totalidad, el depósito de fosfato sería deficiente y poco

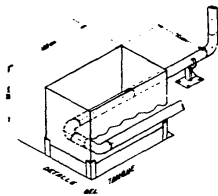
uniforme, los barriles se manejan dentro y fuera de los tanques por medio de una grúa electromecánica (Polipasto).

2.2 DISTRIBUCION DEL PROCESO

Algunas de las consideraciones que se tomaron en cuenta para el diseño de la distribución, fueron las siguientes:

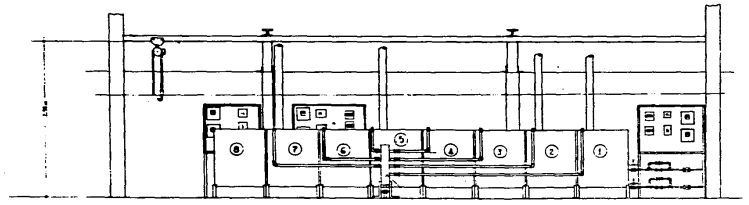
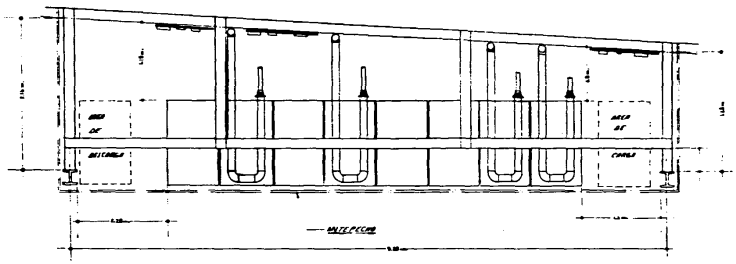
- 1) Localización del proceso en la planta
- 2) Area disponible
- 3) Areas de carga y descarga
- 4) Flujo de materiales del proceso
- 5) Manejo de los barriles

Nota: Ver dibujo No. 1 (PROCESO DE FOSFATIZADO)



LISTA Y DESCRIPCIONES

- TRAYE NO. 1 - BARRILADO INTERIO 10-14 ANCH.
- TRAYE NO. 2 - BARRILADO INTERIO 10-14 ANCH.
- TRAYE NO. 3 - BARRILADO
- TRAYE NO. 4 - CALIBRADO LINEA DE FIBRA
- TRAYE NO. 5 - FILTRADO
- TRAYE NO. 6 - BARRILADO
- TRAYE NO. 7 - LEAS CRANEO
- TRAYE NO. 8 - BARRILADO



- LEYENDA**
- : PARTES DE BARRILADO DE BARRILADO
 - : PARTES DE BARRILADO DE BARRILADO
 - : PARTES DE BARRILADO DE BARRILADO
 - : PARTES DE BARRILADO DE BARRILADO
 - : PARTES DE BARRILADO DE BARRILADO
 - : PARTES DE BARRILADO DE BARRILADO
 - : PARTES DE BARRILADO DE BARRILADO
 - : PARTES DE BARRILADO DE BARRILADO

FACULTAD DE INGENIERIA INDUSTRIAL	
TESIS PROFESIONAL	
AUTOR: Enrique Mateos Sutcliffe	
TITULO: PROCESO CONTINUO DE FOSFATIZADO	
U.A.	1

2.2.1 Capacidad del proceso

Para este proceso de fosfatizado se consideraron 2 barriles, el fabricante recomendó que se cargarán en un 50% por seguridad del mismo equipo, siendo la capacidad a un 100% de 400 piezas, por lo tanto la capacidad real de operación es de $200 \times 2 = 400$ productos, si el proceso dura aproximadamente 1/2 hr, y los barriles se manejan de manera que, cuando el primer barril se encuentra en el segundo tanque, el segundo barril se encuentra en el primer tanque, respetando los tiempos de inmersión de cada tanque, estos se intercalan y se aprovecha mejor el proceso, arrojándonos una producción promedio de 6400, productos por turno de 8.0 hrs. Con una demanda de aproximadamente, 300,000 productos mensuales, (datos proporcionados por producción), con trabajar la línea 2.34 turnos diarios, por mes, (meses de 20 días), se cubre la demanda.

2.2.2 Equipo y Servicios

El proceso de fosfatizado del cuál se habla consta del siguiente equipo ya existente:

Tanques: Fabricados en placa de Cold Rolled, de 1/4", soldados en los extremos, los enjuagues constan de doble rebosadero a base de ángulo de $2 \times 1/4$, los demás tanques constan de rebosadero sencillo, (los rebosaderos van conectados a unos tubos de descarga, que desembocan en el

drenaje), los tanques que llevan calentamiento, como lo son, los números 1,2,5,7; La transferencia de calor, se logra por medio de un serpentín en forma de "U", construido por tubo de 4" sin costura, cédula 40, dichos tanques constan de una salida de gases de tipo tiro inducido, con regulador de papalote, para poder variar la longitud de flama del quemador en cuestión, todos los tanques tienen unas guías para que los barriles descendan a estos adecuadamente, la capacidad de los tanques sin serpentín es 600 lt, con serpentín 580 lt aprox; el peso de cada tanque vacío es 600 kg. aprox.

Quemadores: tipo cañón, atmosféricos, con capacidad de 85,000 btu/hr, cada uno, constan de esprea reguladora de flujo de gas (El gas utilizado es LP), y esprea reguladora de aire, para poder seleccionar el tipo de flama deseada y controlar una mezcla gas/aire adecuada. El quemador se sujeta al tanque por medio de bridas articuladas de 4".

Barriles: Fabricados de Polipropileno y Epoxy, el objeto de estos, es introducir piezas en ellos, y luego sumergir los barriles en cada tanque del proceso. La capacidad nominal de carga de 50 kg. Provistos de un motorreductor de 1/2 hp trifásico de 1750 rpm, un reductor con una relación de 35-1, que nos entrega 50 rpm de salida, este va conectado por medio de un sistema de engranes de dientes tipo rectos, con paso diametral de 6, al barril exagonal, haciendolo girar aproximadamente a 10 rpm. El peso aproximado de los

barriles es de 300 kg. Cada barril consta de una tambor rotativo electromecánico, el cual sirve para invertir las fases del motor y por consiguiente su rotación, este se encuentra conectado a la acometida del barril.

Sistemas de control: Para el suministro de gas se empleó, un tren de válvulas (Globo, compuerta, bola, pilotato), la presión del gas se controla por medio de un regulador Fisher (con resorte rojo), y el rango de presión se encuentra, de 16 a 17 plg, CA; El regulador se encuentra al principio del tren de válvulas. Para el control de temperatura se emplearon Pirómetros indicadores, controladores (no proporcionales), es decir, es un sistema de encendido y apagado, donde el quemador no funciona proporcionalmente de acuerdo con la temperatura del tanque, esta provisto de un termopar tipo J (eléctrico); Para el encendido de los quemadores se utilizaron Transformadores de ignición para 220 volts en el primario y 10,000 volts en el secundario, de dos bornes.

Sistema de extracción: El equipo sirve para extraer de la planta los vapores de agua de los tanques provistos de calor, consta de 2 extractores, centrífugos, de 24" de diámetro, de 3 h.p. cada uno, motor de 3 fases 220 volts 1750 rpm, arreglo III, clase II, montados sobre base antivibratoria, la capacidad de extracción de cada uno de ellos es de 275 metros cúbicos por minuto, teniendo un

volumen de aire de aproximadamente 252 metros cúbicos, esto nos da 2.183 cambios de aire por minuto aproximadamente.

Sistema de alimentación hidráulica: Consiste en un centro hidráulico (Manifold ó cabezal), fabricado de tubo de 4" de diámetro, sin costura, cédula 40, galvanizado, consta de 7 válvulas de globo de 1/2 " de diámetro, para 125 psi, de donde se controla la alimentación de agua para cada tanque, esta operación es manual, en los enjuagues la alimentación se hace desde el fondo, con el objeto de hacer un barrido de aguas contaminadas por otros productos, esto es en los tanques 3,4,6; En los tanques 1,2,5,7; la alimentación de agua es por la parte superior del tanque ya que solo se pretende sustituir el agua evaporada de los mismos.

Sistema de burbujeo: El tanque número 3 (enjuague con agua), tiene en su interior una descarga de aire, controlado y filtrado (libre de grasas, y agua), esto se logra con un regulador de presión con capacidad de 21 kg./cm², a la entrada y 9 kg./cm² a la salida, y con un filtro de aire con descarga en la parte inferior del recipiente, esto es con el objeto de hacer la función de "lavado de los productos", con esto se logra un enjuague de los mismos más eficiente.

Sistema de recirculación: El tanque número 4 (enjuague refinador de grano), es una suspensión de sales de titanio, ésta se logra por medio de una motobomba de 1/3 hp, 3 fases, 220 volts, con impulsor de bronce, esta operación se podría realizar con el equipo anterior, más no es

recomendable, con el objeto de, no introducir oxígeno en la solución, ya que en este paso es donde realmente se prepara a la pieza a fosfatizar, y el oxígeno sería un agente corrosivo para las piezas.

Sistema de secado: El tanque número 8 sirve para secar con aire caliente el producto que se encuentra dentro del barril, consta de 2 quemadores tipo cañón de 85,000 btu/hr, cada uno, atmosféricos, el tanque tiene una plancha hueca de 3 " que va localizada en la parte superior de los quemadores y esta a su vez va interconectada en un costado a un inyector de aire de 1/3 hp, 3 fases, 220 volts, centrífugo, esta a su vez, en la parte superior esta provista de un sistema de difusores de calor, así se crea una circulación de aire caliente en el tanque, el aire caliente se aprovecha por medio de una succión tipo perimetral que se encuentra en la parte superior del tanque, la temperatura del aire es aproximadamente de 120 grados centígrados.

Grua electromecánica: En la parte superior del proceso, se encuentra un polipasto de control automático, sube y baja, de 1/2 tonelada, motor de 2 hp, 3 fases, 220 volts, este desliza sobre una viga IPS de 6" de peralte, este sirve para transportar los barriles a cada tanque en cuestión.

Dentro de los servicios se cuenta con instalaciones para gas LP, hidráulicas, neumáticas, eléctricas (de fuerza y de alumbrado), sistemas de drenaje, etc...

2.3 OPERACION Y FUNCIONAMIENTO DEL PROCESO

Los productos, después de pasar del proceso de formado (troquelado), llegan a la zona de materiales a fosfatizar, estos llegan completamente impregnados de aceite (SAE 60), que es el aceite utilizado para corte en este caso, el operario, llena de productos al barril, (se llena solamente en un 50% de su capacidad), esta operación se realiza con guantes de tela, sin importar que estos tengan aceite, (El barril se encuentra descansando en su carro respectivo), una vez lleno el barril, se lleva a la zona de carga, localizada en el lado derecho de el proceso, el operador coloca el gancho del polipasto en la agarradera del barril, lo eleva lo suficiente para que libre el primer tanque, lo desciende lentamente en el primer tanque. Las condiciones de operación de este son:

TANQUE 1

- operación: Desengrase alcalino.
- producto: Cleaner 610
- temperatura de operación: 80 a 90 grados centígrados
- tiempo de inmersión: 10 minutos
- concentración: 50 gr/lit. (producto/agua corriente)
- frecuencia de cambio: Cada mes.

Se va introduciendo el barril al tanque, la palanca del tambor rotativo se encuentra en la posición central para que el barril no entre girando al tanque; una vez que este ya esta dentro se posiciona la palanca mencionada a la izquierda ó derecha según, se desee girar el barril (se recomienda la mitad del tiempo hacia un lado y la mitad hacia el lado opuesto), se deja el barril el tiempo establecido (la pieza se desengrassa), se recomienda que se rebose el tanque cada vez que la superficie se encuentre llena de aceite, para esta operación se utiliza una trampa de malla fina con la cuál se barre dicho aceite al rebosadero.

TANQUE 2

- operación: Desengrase de menor alcalinidad.
- producto: Cleaner 610
- temperatura de operación: 80 a 90 grados centígrados
- tiempo de inmersión: 5 minutos
- concentración: 30 gr/lit. (producto/agua corriente).
- frecuencia de cambio: Cada mes.

Una vez terminado el tiempo del primer tanque el operador posiciona la palanca del tambor rotativo en la posición central para que el barril no gire, eleva el barril lo deja escurrir unos segundos y lo coloca en el segundo tanque, (La operación es igual a la del tanque No.1). Con este paso se asegura que el producto a fosfatizar estará previamente bien desengrasado.

TANQUE 3

- operación: Enjuague con agua corriente.
- producto: Agua corriente de la llave
- temperatura de operación: Ambiente
- tiempo de inmersión: 2 a 3 minutos
- frecuencia de cambio: Diario

Una vez que el barril se encuentra dentro del tanque se abre una llave que controla el paso del aire, (esta se encuentra antes de un filtro-regulador), se deja abierta aproximadamente 1 minuto, con las burbujas de aire dentro del tanque, se asemeja a una especie de "lavado de las piezas ó productos" así estos quedarán mejor enjuagados, ya que existe una circulación de aire entre los productos: Se cierra la llave y se barre la espuma al segundo tanque, también se debe de encontrar abierta la llave correspondiente en el Manifold ó centro hidráulico, con el objeto de reemplazar el agua jabonosa, rápidamente. Esta llave deberá de permanecer abierta por un lapso de 5 a 8

minutos para asegurarse que el agua se encuentre limpia de nuevo.

TANQUE 4

- operación: Enjuague refinador de grano.
- producto: Sales de Titanio
- temperatura de operación: Ambiente
- tiempo de inmersión: 2 minutos
- concentración: 1 gr/lit. (producto/agua corriente).
- frecuencia de cambio: Cada mes.

Antes de pasar el barril a este tanque el operario, debió de haber accionado la motobomba de este, para que las sales se encuentren en suspensión dentro de el tanque, se introduce el barril dentro del tanque y se deja el tiempo establecido. En este paso del proceso que es de suma importancia que el producto no tenga grasa ó aceite, ya que se prepara a ser fosfatizado, las sales de titanio sirven como un refinador de grano de fosfato es decir, para que exista un micro depósito de fosfatizado.

TANQUE 5

- operación: Fosfato de Zinc
- producto: Antcor 96 E para alta temperatura
- temperatura de operación: 65 a 70 grados centígrados
- tiempo de inmersión: 5 minutos
- concentración: 60 gr/lit. (producto/agua corriente).
- frecuencia de cambio: Cada mes.

Se introduce el barril en este tanque, se observan las condiciones de operación, se deja el tiempo establecido. Al terminar este se deja escurrir aproximadamente 1 minuto para evitar el excesivo acarreo de solución. En este paso del proceso es donde el producto queda fosfatizado, es decir que el ácido reacciona con el metal, existe una elevación del PH en la superficie del metal y existe un depósito de sales de fosfato de zinc en el producto.

TANQUE 6

- operación: Enjuague con agua corriente.
- producto: Agua industrial
- temperatura de operación: Ambiente
- tiempo de inmersión: 2 a 3 minutos
- frecuencia de cambio: Diario

El procedimiento es similar al del tanque No.3 con la excepción, que no tiene este tanque sistema de burbujeo, ya que en este tanque se pretende solo un enjuague no un "lavado de los productos", ya que el fosfatizado se podría

lastimar, y esto afectaría directamente a la adherencia de la pintura ó a la apariencia del terminado.

TANQUE 7

- operación: Sellado Crómico.
- producto: Antcor Sol 15
- temperatura de operación: 60 a 70 grados centígrados
- tiempo de inmersión: 3 minutos
- concentración: 0.5 gr/lit. (producto/agua corriente)
- frecuencia de cambio: Cada 15 días.

Este paso del proceso también es muy importante ya que si el fosfatizado no queda bien sellado, este se puede quebrar ó el producto puede quedar manchado (arillos de color amarillo) y estos aparecerían en el momento de pintar el producto. Realmente lo que le sucede a la pieza fosfatizada es que se pasiva ó decapa con el producto que es ácido crómico y la superficie queda sellada del poro.

TANQUE 8

- operación: Secado con aire caliente.
- producto: Aire caliente
- temperatura de operación: 100 a 120 grados centígrados
- tiempo de secado: 3 a 5 minutos

Este paso es el último del proceso de fosfatizado, se introduce el barril al tanque y se deja girar el tiempo establecido, se debe de tener cuidado de no exceder la

temperatura ó el tiempo de estancia del barril ya que este puede sufrir graves desperfectos y/o el producto también rayándose la película de sales de fosfato.

Al terminar este último paso se procede a descargar el barril en la zona correspondiente, localizada en la parte izquierda del último tanque, es de suma importancia que ésta, se realice con guantes extremadamente limpios; NO se permite efectuar la descarga con las manos desnudas, aún perfectamente limpias, ya que la piel del cuerpo humano tiene grasas naturales que al tocar el producto lo contamina quedando, los famosos "dedos de grasa", que aparecerían en la inspección de control de calidad. Así todas las maniobras que se le efectuen a los productos hasta antes de pintarse deberán de hacerse con suma cautela.

2.3.1 Control del proceso.

Un proceso de fosfatizado, así como cualquier proceso requiere de ajustes y cuidados, ya que de estos dependerá el buen funcionamiento, y la confiabilidad del mismo.

El uso cotidiano de la línea de fosfatizado "Degrada" (en concentración), a los tanques, por lo que hay que reponer esa degradación, agregando producto al tanque en cuestión.

En este proceso de fosfatizado, los productos que se utilizan para titular las soluciones de los tanques son los

siguientes, esto es con el objeto de cuantificar que los tanques se encuentran dentro de los parámetros de operación.

Para los tanques alcalinos (1,2), se utiliza H_2SO_4 (Acido Sulfúrico), con una normalidad de 0.1 (10%), el indicador es la fenolftaleína, ocurre un cambio en la coloración de violeta fuerte, a rosa pálido cristalino. El tanque 1 se debe mantener entre 28 y 30 puntos (se utiliza una bureta graduada), el tanque 2, entre 20 y 25 puntos.

Para los tanques ácidos (5,7), se utiliza NaOH (Hidróxido de Sodio), con una normalidad de 0.1 (10%), para el caso del tanque 5, el indicador es el azul de bromofenol y la fenolftaleína, ocurre un cambio de color de verde pálido, a rosa turbio, en el caso del tanque 7, el indicador es la fenolftaleína y el verde de bromocresol, y ocurre un cambio en la coloración de, amarillo fuerte transparente, a verde cristalino; El vaciado de la bureta se debe de hacer sin agitar, ya que puede ocurrir el cambio de coloración en otra puntuación. El tanque 5 se debe mantener entre 39 y 42 puntos, mientras que el tanque 7 entre 0.1 y 0.5 puntos (por su baja concentración).

Para el caso del tanque 4, este se controla únicamente con tiras de papel indicadores de PH, ya que no existe un depósito de sales, solo es una preparación de el producto antes de ser fosfatizado. se mantiene con un PH de 6

Manteniendo el proceso bajo estos parámetros, y cumpliendo con los requisitos de operación, el proceso se hallará bajo un control, y el depósito del fosfato será mas uniforme en el producto ó pieza.

2.3.2 Control de calidad en el proceso

Una vez que el proceso se encuentra bajo un control químico, existen algunas formas de analizar y comprobar que el depósito de fosfatizado en el producto es bueno, por un lado si no se cuenta con el equipo apropiado para realizar algunas de estas pruebas se recomienda enviarle al proveedor de los productos químicos unas probetas, con cierta frecuencia, para que en su laboratorio se realicen pruebas como el depósito de fosfato por pie cuadrado, el cuál se mide por diferencia de peso entre la probeta sin fosfatizar, y la probeta fosfatizada, el tamaño del grano, resistencia a la corrosión (realizada en una cámara de niebla salina), resistencia al choque, etc... Para nuestro propósito hablaremos de la prueba realizada en cámara de niebla salina, esta prueba se realiza también para comprobar la resistencia al efecto corrosivo en los productos recubiertos con una película de pintura.

Esta prueba tiene una designación ASIM: B117-64 ó el equivalente a la DIN: 50021.

1)Finalidad: La prueba de niebla salina sirve para determinar el comportamiento de un depósito, ya sea de pintura, sales u otro material, sobre un metal base, bajo la influencia de un rocío de solución salina de (NaCl), la atomización, se logra por medio de un recipiente el cuál contiene una resistencia, esta calienta la solución de Cloruro de Sodio, el recipiente tiene un sistema de burbujeo y unos ductos que desembocan dentro de la cámara directamente a la torre de difusión, así se logra la niebla salina, si la deposición ó recubrimiento de fosfato, presenta, poros, desperfectos, ó puntos débiles, estos tendrán lugar a la presencia de corrosión del metal base, con esta prueba se pueden detectar rápidamente fallas de este tipo.

La prueba de niebla salina no es una prueba general de protección contra la corrosión, existen otras pruebas para medir el efecto corrosivo, tales como pruebas de humedad, pruebas de inmersión en agua etc... pero no se explicarán en esta tesis.

2)Conceptos: Migración es la penetración de la solución salina, entre el recubrimiento y el metal base a partir de una area rayada ó defectuosa. La migración disminuye la adherencia de la pintura, en este caso se forman burbujas en la superficie pintada, en el caso del la pieza fosfatizada, al rayarla y exponerla al Cloruro de Sodio, presenta oxidación en dicha area, mas nó, burbujas.

3) Preparación de las probetas

a) Las probetas metálicas y con recubrimiento deben limpiarse apropiadamente.

b) Las probetas deben de ser tratadas con sumo cuidado y no deberán de ser rayadas con mucha anticipación a la prueba, deberán de ser rayadas inmediatamente antes de la exposición a la niebla salina.

c) Para que la prueba sea representativa se deben de someter a esta por lo menos 4 probetas.

d) El rayado de la zona se efectuará con líneas paralelas entre si, penetrando hasta el metal base, está permitido realizar varios rayados en una pieza, pero siempre y cuando la distancia entre líneas no sea mayor a 30 mm.

e) Las herramientas utilizadas en el rayado deberán de asegurar un rayado penetrante y una línea que presente un ancho definido. No se permite el rayado con un cuchillo agudo y deforme, se recomienda el uso de un exacto, ó un cuchillo de acabado fino.

f) Por regla general el ancho de la huella del rayado en milímetros, deberá de ser aproximadamente de 0.5 mm.

4) Posición de las probetas en la cámara: Al menos que se especifique de otra manera, la posición de las mismas debe de cumplir con las siguientes condiciones:

a) Las probetas deberán de ser suspendidas entre 15 y 30 grados con respecto a la vertical, de preferencia que se encuentren paralelas a la dirección principal de la

confluencia horizontal de la niebla a través de la cámara, basándose en la superficie dominante que se este probando.

b) Las probetas no deberán de estar en contacto una con la otra, ni cualquier objeto metálico capaz de actuar como un conductor corrosivo.

c) Cada probeta debe de colocase de tal manera que la niebla circule sobre todo el perímetro de la misma.

d) La solución de sal de una probeta no debe de gotear de una a otra.

5) Continuidad de la prueba: Al menos que se especifique, la prueba deberá de ser continua durante el lapso de prueba completa. La operación continua, implica que la cámara este cerrada y que el rocío opere continuamente, excepto en ó durante las cortas interrupciones diarias necesarias para inspeccionar, revisar ó retirar alguna probeta de la cámara. Para revisar y rellenar la solución en la reserva de la cámara y para efectuar las lecturas necesarias las operaciones deberán de ser programadas de tal manera que reduzcan al mínimo el número de interrupciones.

6) Período de prueba: El período de prueba debe de ser tal como se designó en las especificaciones que cubren al proceso y sus resultados, ó de acuerdo a las especificaciones del comprador, los periodos de exposición recomendados son de 16, 24, 48, 96, 200, 240, 500, 1000 horas respectivamente.

7) Limpieza de las probetas revisadas: Estas deberán de retirarse de la cámara cuidadosamente, cuando el periodo de la prueba haya llegado a su fin, deberán de ser lavadas con agua corriente ó en su defecto sumergidas en agua limpia a una temperatura de 100 grados Fahrenheit, para eliminar los depósitos de sal en la superficie de la pieza, inmediatamente deberán de ser sopleteadas con aire a presión filtrado, y se observará si hay cambios en la superficie de la pieza. En estado húmedo se analiza y verifica si hubo oxidación (caso de productos fosfatizados), ó migración (caso de productos fosfatizados y pintados), en este segundo caso se quita con mucho cuidado la capa de pintura hasta la zona donde se encuentre bien adherida.

8) Evaluación de Las probetas: Un exámen cuidadoso e inmediato debe de ser realizado, para poder medir el grado de corrosión de las probetas de prueba, ó para otra falla tal y como se requiere de acuerdo con las especificaciones que cubren al material ó producto. Con un papel milimétrico transparente ó con un aumento graduado, se mide el ancho total promedio de la zona donde aparezca migración en 6 puntos ó en una distancia no mayor de 10 mm y se forma el promedio aritmético, para el caso de migración regular; en el caso de migración irregular se recomienda tomar más de 6 puntos cada 10 mm, ó el area a medir. No se debe de tomar como punto de referencia uno de los cantos de una probeta en

cuestión. la migración Wd se calcula de acuerdo a la siguiente ecuación: (se utiliza para migración regular)

$$Wd = \frac{d - d_0}{2}$$

Donde: d = ancho total de la zona de migración
(promedio aritmético en mm).

d_0 = ancho de la huella de rayado original en mm.
por regla general debe de ser aprox. 0.5 mm.

En el caso de capas de pintura frágiles ó gruesas, es posible que se desprenda la pintura a la largo de la huella de rayado, por lo que la migración es más difícil de medir, en este caso es conveniente, declarar a la migración como tipo Wf , midiendo la superficie en mm. cuadrados. la cuál se calcula por la siguiente ecuación:

$$Wf = \frac{f - f_0}{2}$$

Donde: f = area total de una zona de migración en mm. cuadrados.

f_0 = area de la huella de rayado original en mm. cuadrados.

9) Adherencia en Las probetas: La adherencia del recubrimiento de pintura después de la prueba nos sirve para saber que tanto puede regenerarse ésta en el secado, para esto se enjuagan las probetas de prueba después de sacarlos de la cámara, y se verifica la adherencia, después de 1 ó de 24 horas en clima normal, según DIN 53151, debe de cumplir con el grado GT-0, ó máximo con el grado GT-1 (especificaciones de la industria automotriz), para el primer caso no se permite desprendimiento de la pintura alguno, para el segundo caso se permite desprendimiento pero solamente en las aristas del rayado en cuestión, (aproximadamente en un 5% del area total del rayado), para medir el grado de corrosión se verifican las probetas si existen cambios visibles, y este se evalua según, DIN 53210, y las burbujas existentes ó migración, según DIN 53209 ó equivalente al ASTM D 714-5b, por comparación fotográfica, donde se aprecia el número y tamaño de las burbujas según el grado (Mn/gn) (n=0,1,2,...,5). Es decir M1/g1, M2/g2, M3/g3,.....,M5/g5. El número es representado por Mn, el tamaño por gn.

10) Registros y Reportes: La siguiente información debe de ser registrada y reportada según los resultados comparados con la especificación que cubre el material ó producto en cuestión.

a) Tipo de sal y agua utilizada en la preparación de la solución de sal. (La sal utilizada es NaCl, y el agua es destilada por evaporación).

b) Todas las lecturas de temperatura dentro de la zona de exposición de la cámara (esta cuenta con un termómetro de mercurio interno). La frecuencia es cada 2 horas.

c) Tipo de probeta, dimensiones, número y descripción de partes.

d) Método de limpieza de probetas, anterior y posterior a la prueba.

e) Método de suspensión, de las probetas dentro de la cámara salina.

f) Descripción, de la protección utilizada en el metal base.

g) Período de exposición de Las probetas.

h) Interrupciones en la sesión de prueba, causa y período de tiempo, de las mismas.

i) Resultados de todas las inspecciones.

2.3.3 Problemas más comunes y forma de resolverlos:

Los problemas ó defectos más comunes pueden ser ocasionados por un control deficiente. Entre los más comunes podemos mencionar los siguientes:

a) Defectos: productos con apariencia polvosa.

Causa: Titulación fuera de control de la solución de desengrase en los tanques, producto demasiado viejo, demasiado tiempo de inmersión en el fosfatizado.

Solución: Controlar la titulación del tanque o sea que este dentro de parámetros de operación, cambiar los tanques cuando se requiera, controlar el tiempo de inmersión de los barriles en cada tanque.

b) Defecto: Recubrimiento débil de fosfato.

Causa: Fallas en el control de titulación del tanque de fosfato, tiempo de inmersión del barril reducido, temperatura del tanque baja.

Solución: Controlar la titulación del tanque, dar el tiempo requerido de inmersión al barril, revisar que la temperatura del tanque se encuentre en el rango establecido.

c) Defectos: Óxido en las productos fosfatizados.

Causas: Fuera de control la titulación del tanque de sello crómico, productos con óxido antes de entrar al proceso, productos mal desengrasados, tiempo de inmersión de los barriles equivocado.

Solución: Controlar la titulación del tanque mencionado, revisar los productos antes de cargarlos al barril correspondiente, revisar los tiempos de inmersión, de los barriles.

d) Defectos: Adherencia pobre, de la pintura sobre los productos ó piezas. (desde el punto de vista del proceso de fosfatizado.)

Causas: Producto con pobre depósito de fosfato, manejo de los productos sin guantes, manchas del sello crómico, secado deficiente, mal desengrasados, polvo en la superficie, etc...

Solución: Controlar la titulación de los tanques en cuestión, implantar un sistema de manejo de materiales con guantes eficiente. Revisar la temperatura del tanque de secado, así como el tiempo de inmersión del barril, etc...

Como podemos apreciar es un proceso que requiere de un cuidado extremado en su funcionamiento, los defectos mencionados con anterioridad, son los que más comúnmente se presentan y todos afectan directamente ya sea a la adherencia ó el acabado de la pintura.

En lo referente a las deficiencias del proceso, desde el punto de vista operativo, podemos mencionar que si no se tiene un control estricto sobre la titulación, la renovación de tanques, el depósito en miligramos por pie cuadrado, y un manejo adecuado del proceso, siempre se tendrá, defectos en el proceso de pintado, ya sea en adherencia, acabado, etc., desde el punto de vista instalaciones, el sistema de recirculación continuamente se tapa, ya que se forman tapones de sales de titanio en la succión de la bomba, el tanque de secado es muy delicado, existen fallas en el sistema de ignición, existe un excesivo desperdicio de agua en los enjuages.

2.3.4 Aplicaciones

La corrosión es un factor de suma importancia en productos, donde el acero este presente, y aun más, si estos estan expuestos al intemperie, la mayoría de estos productos tienen un recubrimiento de fosfatizado, sin importar que tipo de sistema de recubrimiento se utilice, es tan amplio el campo de el fosfatizado, que por eso es utilizado por tantas industrias manufactureras de todo el mundo. (En el capitulo III se aplican las Tecnicas Estadísticas al depósito de fosfato sobre los productos.)

2.4 DESCRIPCION DEL PROCESO DE PINTADO

Como ya mencionamos, el proceso de pintado del cuál hablaremos sera un proceso de Pintado por aspersión, de 2 pasos, de tipo electrostático, con el sistema Binks, de pistolas aerográficas manuales, los productos a pintarse se trasladan en un transportador elevado, y el movimiento de estos puede ser manual ó automático, en este caso es automático.

Este proceso es del tipo "Wet-on-Wet", húmedo-sobre-húmedo, es decir, la pintura de la segunda mano, se aplica sobre la superficie pintada de la primera mano, solamente oreada, estas pinturas son aprobadas por Ingeniería del Producto de la empresa manufacturera de autopartes.

En este proceso es de suma importancia, respetar los tiempos de oreo, horneado, la velocidad del transportador, para tener un buen acabado y lograr los espesores requeridos, en este caso son: 0.001 a 0.0015 mm, estos son parámetros establecidos por (FORD, CHRYSLER, G.M., etc).

2.5 DISTRIBUCION DEL PROCESO

Para la distribución del proceso, se tomaron consideraciones similares a las del proceso de fosfatizado, con la excepción del quinto rubro.

Nota: Ver dibujo No. 2 (PROCESO CONTINUO DE PINTADO)

2.5.1 Capacidad del proceso

La capacidad de este proceso, está en función de varios parámetros, algunos de estos son: Velocidad del transportador en ft/min., Capacidad de los pintores está relacionada con la velocidad del transportador ya que hay un punto donde se les escapan los productos a pintar, por exceso de velocidad, temperatura del horno ya que a cierta velocidad del transportador se requiere de una temperatura específica, la pintura también tiene un límite superior de temperatura para su curado y tiempo de horneado).etc.. Para este proceso se consideró, 1 horno tipo túnel, 2 cámaras de pintura de tipo húmedas, 1 transportador elevado de cadena (ver especificaciones en, equipo y servicios). Los productos se manejan en racks de 30 piezas, la capacidad del transportador es de 122 racks, por lo tanto equivale a 3660 productos (transportador totalmente cargado). La máxima capacidad del transportador teórica (es decir a la máxima velocidad permisible = 12 ft/min. al 100 % de eficiencia, sin un solo paro y a plena carga), arrojaría un total aproximado de =69,300, productos por turno de 8 hrs = 1,524,000, productos mensuales, con una demanda de 400,000 productos mensuales, bastaría con trabajar el equipo 4 turnos (mensuales), teóricamente, en la realidad se pintan 60,000 productos por turno, la demanda se cubre en 7 turnos por lo que la capacidad del equipo es sobrada, cuando se pinta a la máxima velocidad, cuando se pinta a la mínima

velocidad, teóricamente se tendrían que trabajar, 12 turnos mensuales, (este caso es para otro tipo de productos ó piezas), pero en la realidad se pintan 14 turnos mensuales, sobre estos parámetros. nota: para efectos de este proceso se consideró la máxima velocidad= 12 ft./min. = 3.657 mt./min.

2.5.2 Equipo y Servicios

El equipo utilizado en este proceso de pintado es el siguiente: (hacer referencia al plano 2 proceso continuo de pintado).

Transportador: Sirve para transportar los productos a pintarse. Las especificaciones generales se enlistan a continuación:

- 1) Longitud total del transportador: 93.464 mt.
- 2) Velocidad variable: (1.52-4.57 rpm) ó (6-15 fpm)
- 3) Velocidad de operación: (7-12 fpm)
- 4) Capacidad de carga por gancho: 5 kg.
- 5) Tipo de monorriel: Viga IPS con peralte de 3" (76.2 mm)
- 6) Tipo de Trolley: Frost No. 3F 58 VIF4G.
- 7) Número de Trolleys: 122
- 8) Tipo de caída: Ac. 5 1/2 "
- 9) Capacidad de carga por Trolley: 90 kg.
- 10) Tipo de cadenas: Frost forjada, X-34B.
- 11) Resistencia cadena: Esfuerzo max. a tensión 24,000 lbs.
- 12) Patrón de carga: 30" (762mm)

- 13) Tipo de aditamento: 122 pzas, Frost "H" No. 600031
- 14) Tipo de ganchos: Biratorio de 3/8 diam, 4 7/16 de caída total, con catarina integrada para giro de 360 grados en 230mm.
- 15) Carga total a mover: 610 kg (1345 lbs)
- 16) Carga máxima por metro:
8.48 kg. viga, 3.19 kg. X-348, 1.57 kg. Trolley, 6.5 kg. gancho, 0.5 kg. gancho giratorio. = 20.24 kg/mt.
- 17) Unidad Motriz: Tipo Sproket Drive de 48" diámetro, con motor eléctrico de 3/4 hp, 3 fases, 4 hilos, 1725 rpe, con armazón tipo 143 t, con polea de velocidad variable de 152 a 177 mm., de diámetro No. 14075, con banda tipo Timing-belt, dentada No. 1422 V600.
- 18) Reductor de velocidad: Mesbo, tamaño, 2550V con relación 600:1, con entrada horizontal, salida vertical hacia arriba. A base de engranes helicoidales.
- 19) Chumaceras: LKS de 15/16 de diámetro, con catarina de arrastre X-348 de 25 dientes, con un paso diametral de 1220 mm.

- 20) Unidad tensora: Tipo rueda de tracción de 48" de diámetro, con resortes y carrera de 340 mm.
- 21) Cambios de dirección: Tipo rueda de tracción a 180 grad. con diámetro de 48" (2). A 90 grad. con diámetro de 36" (1). A 90 grad. con diámetro de 48" (2). A 90 grad. con diámetro de 24" (3). A 180 grad. con diámetro de 48", con buje para alta temperatura de carbón grafitado, h 2 localizadas en el interior del horno.
- 22) Sistema de seguridad: A base de micros, localizados en las entradas de las cabinas de pintura, como a la entrada del horno, así como cables de paro inmediato localizados en el interior de las cabinas, tablero de control localizado, entre las dos cabinas a 3 mt de altura, con 5 indicadores (LEDS) para atones en el sistema ó paros de emergencia, con timbre sonoro en el caso que estos sucedan, botoneras de arranque y paro en las paredes externas de las cabinas. Consta de un arrancador con protección termomagnética, para la protección del motor eléctrico. Todas las botoneras de arranque se encuentran conectadas al arrancador en paralelo.

Horno para el curado de pinturas: Las especificaciones se enlistan a continuación: (hacer referencia al dibujo 2 proceso continuo de pintado).

- 1) Tipo de horno: GT-12-4-32-3P-1X. Tipo túnel continuo.
- 2) Tipo de estructura: Construido con vigas IPS 4" peralte.
- 3) Dimensiones: Largo: 10mt, Ancho: 4mt, Altura: 7mt.
- 4) Base: Tipo banco con una altura de 0.5 mt.
- 5) Fabricación del horno: consta de las siguientes partes.
 - 5.1) Salidas de descargas de sellos de aire de 100 X 300 mm.
 - 5.2) Ducteria p/descarga sellos de aire, lamina C.R cal 20.
 - 5.3) Ducteria p/retorno sellos de aire de 100 X 600 X 900 mm. fabricada en lamina C.R. calibre No. 20.
 - 5.4) Ventiladores Mod VF-13 clase II, arreglo III, rotación CW, positiva de desc. "13H" c/base de chumaceras selladas cada una.
 - 5.5) Ducto p/extracción de humos de 100 X 510 X 1500 de long. fabricada en lamina C.R. calibre No. 20.
 - 5.6) 72 paneles de piso X techo de 100 X 368 X 2384 de long. en lamina cal 20 C.R. int. y ext.
 - 5.7) Unidad de clafacción mod 120 AH.
 - 5.8) Motor de 7.5 hp. 4 polos, armazón 213-T, 220 Volts. 3F. para recirculación de aire.
 - 5.9) 2 motores de 2 hp. 4 polos, 3F armazón 145-T para 220,V. para sellos de aire.

- 6) 52 paneles laterales de 100 X 368 X 1701 de long.lamina, C.R. cal 20, int. y ext.
- 7) 18 paneles de frente y fondo de 100 X 368 X 1701, long.
- 8) Plataformas p/ mantenimiento fabricadas en canal de 4", y lamina antiderrapante cal.14 c/ barandal y escalera, tipo marino.
- 9) Trén de válvulas: Consta de:
 - 9.1)Switch limite de baja presión para gas, mca, Datagage con conexión inferior de 1/4" 110 Volts, 60 Hz.
 - 9.2)Válvulas esféricas de bronce de, 1 1/4", 1/2, 1/4.
 - 9.3)Válvula de seguridad, Eclipse de 1 1/4", para 110 V.
 - 9.4)Actuador de Gas Honeywell para 24 Volts.
 - 9.5)Transformador de Ignición de 110-6000 Volts.
 - 9.6)Fotocelda de detección de flama mod. UV 1-A.
 - 9.7)Válvula Solenoide p/piloto para gas. ASCO de 110 V.
 - 9.8)Quemador Eclipse, c/piloto de ignición eléctrico y demás accesorios, para trabajar con gas L.P.(B.P) capacidad nominal de 1,200,000 BTU/HR. (con ventilador y motor de combustión.)
 - 9.9)Válvula de mariposa p/gas. Eclipse (orificio reducido) de 1 1/4" acoplada directamente al actuador.

Cámaras de pintado: Sirven como áreas de pintado y a continuación se enlistan sus componentes: (hacer referencia al dibujo 2 proceso continuo de pintado).

- 1) Tipo de cámaras: Tipo Húmedas, c/cortina de agua.
- 2) Tipo de diseño: Tipo Dynaclean.
- 3) Dimensiones: Largo: 1.83 mt, Alto: 2.13 mt, Ancho: 1.93 mt.
- 4) Construcción: Se emplearon los siguientes componentes.
 - 4.1) Paneles de lamina C.R. de calibres 14,16,18 ensamblados herméticamente entre si por medio de tornillos de 5/16" X 3/4" en cabeza de gota c/tuercas hexagonales.
 - 4.2) Para la iluminación de la cámara se utilizaron: lámparas, con 2 tubos de 110 watts, a prueba de vapor.
 - 4.3) Para la extracción se utilizó: 1 Extractor, centrífugo de alta presión balanceado dinámicamente para trabajar con un nivel de ruido aceptable.
- 5) Velocidad de aire: Dentro de la cámara= 125 ft/min.
- 6) Volumen de aire máximo desplazado: 520 ft/min.
- 7) Presión estática de operación: 5" CA. (127mm CA).
- 8) Diámetro de tubería: Alimentación de agua= 1".
- 9) Alimentación eléctrica: 220 Volts, 60 HZ, 3F, 4hilos.

Equipo Electroestático: Sirve para ionizar la pintura, los componentes del equipo son los siguientes:

- 1) **Equipo Binks Electroestático:** Por aspersión
- 2) **Tipo:** Aire, sistema Convencional a base de, (ollas de presión a pistolas)
- 3) **Pistolas Electroestáticas:** 2, modelo 70, Aero gráficas, Manuales.
- 4) **Capacidad de las pistolas:** 950 cc/min.
- 5) **longitud de pistolas:** 29 cm.
- 6) **tipo de boquillas:** E45-FB.
- 7) **Ancho de abanico:** 24 cm.
- 8) **Tipo de conexiones:** 111-71 para 8mm.de diámetro interno.
- 9) **Peso aproximado:** .870 kg.
- 10) **Generadores Electroestáticos:** Tipo compacto.
- 11) **Capacidad de aceites:** 8 lt.
- 12) **Tensión de entrada:** 115 volts, 50/60 HZ, 1 fase.
- 13) **Tensión de salida:** 60 KVA, por pistola
- 14) **Recipiente de pintura:** Modelo 41-503, capacidad=200 lt.
- 15) **serie:** COMET (Unidad de bomba, tapa, regulador de control y agitador neumático con reductor de velocidad).
- 16) **Relación de bombas:** 2:1.
- 17) **Capacidad de entrada por ciclo:** 150 cc.
- 18) **Ollas de presión:**
capacidad: 19 galones
presión de trabajo: 2.8 kg./ cm. 2

2.4 OPERACION Y FUNCIONAMIENTO DEL PROCESO

Los productos fosfatizados, llegan a la zona de pintado en rejillas, a granel, el manejo de estos, como ya mencionamos tiene que ser a base de guantes de hule, estos deben de estar completamente libres de grasa, (se permite que tengan un poco de sales de fosfatizado), ya que en el manejo de los mismos, parte del excedente de las sales de fosfato, se quedan en los guantes; Las rejillas se colocan en la zona de carga, se cuentan con 4 módulos de operación, cada módulo tiene 3 estaciones, con 3 niveles cada una, 3 módulos están destinados para la carga de productos, y 1 para la descarga de los mismos; Para el caso de los módulos de carga, las estaciones laterales, sirven para almacenar racks con productos a pintar, mientras que la estación central sirve para almacenar racks vacíos, los racks deslizan en canales de ángulo de 1" X 1/4", el flujo de racks con productos fosfatizados a pintar va, de la zona de carga, al transportador (inicio del proceso), y luego a la zona de descarga (fin del proceso), y el de los racks vacíos va, de la zona de descarga, a la zona de carga, los canales de deslizamiento de estos módulos tienen su respectiva pendiente (3 grados aprox), para facilitar el movimiento de estos de acuerdo al flujo descrito; Para el caso de los módulos de descarga, las estaciones laterales, sirven para almacenar racks con productos pintados, mientras que la estación central sirve para el almacenamiento de

racks vacíos. La diferencia de estos módulos es prácticamente que el flujo de los racks es invertido, por lo tanto el sentido de las pendientes de los niveles de las estaciones, también están invertidas.

El proceso comienza desde la carga de productos fosfatizados a los racks, el proceso es el siguiente:

El operador destinado a cargar material, que se encuentra localizado en cualquiera de los extremos de los módulos, toma de la estación central (en cualquier nivel), un rack vacío, lo coloca en el nivel central de su estación en cuestión, toma con los guantes, productos fosfatizados, (estos se encuentran en las rejillas, esta se encuentra al nivel de la mano ya sea izquierda ó derecha), esta opción es con el fin de no limitarse a tener operarios zurdos, ó derechos, posiciona los productos en el rack, deja el rack en cualquier nivel de la estación, y se repite la operación; En el lado opuesto de los módulos se encuentra el operador que toma los racks con productos fosfatizados, y los va colgando en el transportador aéreo, y a su vez descuelga racks con productos pintados que serán descargados en el módulo respectivo, este operador debe de tener mucho cuidado en su labor, ya que si se enfoca a descargar un solo módulo, los demás se saturarían y entonces la operación no sería eficiente ni uniforme, la secuencia de operación de este operador es la siguiente: 1) toma racks vacíos, del módulo de descarga de la estación

central en cualquiera de los tres niveles, 2) Se dirige al módulo mas cercano y posiciona los racks vacios en la estación central, en cualquiera de los tres niveles, 3) Toma racks con productos fosfatizados, (por lo general son de cuatro en cuatro), de cualquiera de las dos estaciones extremas del módulo, de cualquier nivel, 4) Los cuelga en el transportador, e inmediatamente (cuando hay racks saliendo del horno), descuelga racks con productos pintados, y los coloca en cualquiera de las dos estaciones extremas del módulo de descarga en el nivel disponible, y se repite la operación, (esta operación se realiza con cuantes especiales para soportar las temperaturas, ya que los racks salen a 200 grados Centígrados aprox.), cuando cuelga al transportador racks con productos fosfatizados, y no hay racks saliendo del horno, se encarga de surtir mas racks vacios a la zona de carga, en sus respectivos módulos, y de verificar que en esa zona haya suficientes productos para pintarse, además de que todo se encuentre en orden.

Una vez que los racks con productos fosfatizados se introducen en la primera cámara de pintado, ya que el transportador aereo se encuentra funcionando, es donde se les da la primera mano de pintura, el operador se encuentra de pie, al entrar el rack, este comienza a girar este se logra a base de cremayeras estratégicamente localizadas en la cámara, y catarinas, cada trolley esta provisto de un gancho giratorio que tiene acoplado una catarina, el operador acciona el gatillo de la pistola aerográfica, y

comienza el pintado, el movimiento de el brazo del operador es en forma horizontal y uniforme, la distancia promedio de aplicación es no menor a 35 cm, y no mayor a 50cm. ya que podría existir una deficiencia en el acabado del recubrimiento, el tiempo de estancia de un rack en la cámara en cuestión, a una velocidad de 3.657 mt./min., es aproximadamente de 31.66 seg., si los pintores se tardan un promedio de 20-24 segundos en pintar un rack, la velocidad es la adecuada, es decir no tienen el problema de exceso de velocidad, una vez que el rack abandona la primera cámara de pintado, se orea, esto es aproximadamente en 2.65 minutos (con esta distancia damos tiempo a que parte de los solventes que contiene la pintura se volatilicen), el rack entra a la segunda cámara de pintado, y se le da la segunda mano bajo las mismas condiciones de la primera cámara, el rack abandona la segunda cámara y comienza el tiempo de oreo, antes del curado de la pintura (este tiempo es de suma importancia ya que si no se volatilizan los solventes de la pintura, después de su curado pueden aparecer burbujas en la pieza por solventes atrapados), el tiempo de oreo es de 10.526 min., el cuál es suficiente para este tipo de recubrimiento, transcurrido este tiempo, el rack se introduce en el horno de curado, pasando los sellos de aire comienza esta operación, a la velocidad mencionada el tiempo de curado es de 7.82 min., a 200 grados Centígrados, suficiente para curar este tipo de esmalte acrílico, saliendo el rack del horno comienza el período de

enfriamiento, este se logra en 1.54 min., (realmente se considera un lapso de semi-enfriamiento de los racks, por lo que se requiere de guantes para altas temperaturas para la descarga de racks), una vez que el rack se deposita en el módulo de descarga por lo menos transcurrirán 20 minutos para que el operario de esa área se encuentre con ese rack, ya que se deja un stock de racks con productos pintados de la corrida del día anterior; Existen otros métodos de enfriamiento por aire refrigerado ó por aspersión ó inmersión en tuneles continuos, en este proceso se carece de estos tipos de sistemas.

2.4.1 Control del proceso

Un proceso de pintado así como cualquier proceso requiere de ajustes y revisiones, para el control del mismo, (desde el punto de vista de pintura), se deben de revisar y respetar los siguientes parámetros, para este caso son:

- a) Peso específico: 1.05 gr/cc.
- b) Poder cubriente: 7-9 mm
- c) Sólidos en peso: 46.51 (mas , menos el 1%)
- d) Sólidos en volumen: 35.25%
- e) Viscosidad de envase: 35"-45" Copa FORD N. 4 a 25 grados Centígrados.
- f) Reductor: T-65
- g) Viscosidad de aplicación: 25"-27" Copa ZHAN N. 2 a 25 grados Centígrados.
- h) Ciclo de Horneo: 30' a 165 Grad.Cent, 8' a 200 Grad.Cent.
- i) Espesor de película seca: 1 -1.5 milésimas de pulgada.
- j) Dureza Lápiz por penetración: H-2H.
- k) Resistencia al impacto: 26/28 Lb/ Inch cuadrado.

Antes de iniciar el proceso de pintado, el supervisor de area, personalmente se encarga de revisar los siguientes parámetros:

- a) Viscosidad de envase.
- b) Viscosidad de aplicación
- c) Presión de pulverización: 5.0 kg/ cm. 2
- d) Presión de fluido (pintura): 2.8 kg/ cm. 2

- e) Correcto funcionamiento de los agitadores de pintura.
- f) Presión de aire en las pistolas: 2 kg/ cm. 2
- g) Correcto funcionamiento de las mismas.
- h) Salida de KVA de las fuentes de poder del equipo electrostático.: 60 KVA.
- i) Limpieza de las suelas de los zapatos de los operadores, esto es con el objeto de que estén aterrizados al piso, para este efecto, se utilizan suelas de cuero y los operarios se encuentran sobre una base metálica, construida a base de ángulo y láminas antiderrapantes
- j) Correcto estado de el electrodo de las pistolas, con el objeto de asegurar una ionización adecuada, en la pintura.

Estos son algunos de los parámetros que se deben de tomar en cuenta para el correcto funcionamiento del proceso.

Para las cámaras de pintado, se revisa que el caudal de la cortina de agua sea el adecuado, que la iluminación esté en correcto estado, y que el sistema de alimentación de agua de la cortina este funcionando.

Para el horno de curado, se revisa que la presión de gas sea la adecuada, para este caso se requiere un mínimo de 6 oz/pulgada cuadrada, para evitar bajas en la presión del gas, se procura que el porcentaje de llenado de los tanques no baje de un 40 %, se revisa que el funcionamiento del tablero de control sea el adecuado.

Para el transportador se revisa que el tren motriz se encuentre en buen estado, incluyendo la banda del motorreductor, el reductor de velocidad, y la polea variadora de velocidad de el motor, también se revisa la alarma de paro y los cables de paro de emergencia.

Estas revisiones de seguridad se efectúan, para evitar todos los paros posibles en la línea, y garantizar el correcto funcionamiento del equipo, así como la seguridad de los operadores, estas operaciones son adicionales al programa de mantenimiento preventivo que se le realiza al equipo.

2.6.2 Control de calidad en el proceso

Una vez que el proceso de pintura se encuentra bajo los parámetros descritos en el punto anterior, podremos realizar pruebas de control de calidad, de no ser así los resultados nos llevarían a demasiadas confusiones por desconocer la causa de los desperfectos de el acabado de la película de pintura.

A los productos pintados se les pueden realizar varias pruebas de control de calidad, una de ellas es la de cámara salina (explicada en el punto 2.3.2 control de calidad en el proceso de fosfatizado), en adherencia de pintura se comentó que por especificación del cliente se requería de un grado GT-0, GT-1, como máximo permisible, en el primer grado no

se permite desprendimiento en el cuadrículado, en el segundo grado, se permite como máximo un 5% de desprendimiento, y este debe de ser en los bordes de las rayas del cudriculado, también existen otros grados dentro de esta prueba, llegamos hasta el grado GI-4, donde se permite un desprendimiento del 65% en el area cuadriculada, (pocos son los clientes, y no en la industria automotriz, que permiten un grado como este), las bases para esta prueba son las siguientes:

- a) El rayado de la zona de los productos deberá de ser con líneas paralelas entre sí, penetrando hasta el metal base, también esta permitido realizar varias zonas de rayado en un mismo producto, pero siempre y cuando la distancia entre líneas no sea mayor a 30.00 mm
- b) Las herramientas utilizadas en el rayado deberán de asegurar un rayado penetrante y una línea que presente un ancho definido, para este efecto se recomienda un exacto, ó cuchillo de acabado fino.
- c) Una vez que se ha rayado la zona a comprobar, se toma una tira de masking-tape, se sobre-pone en la zona rayada y se asegura que haya quedado perfectamente bién adherida se retira con una velocidad moderada y uniforme, (esta prueba debe de realizarse por lo menos 24 horas después de terminada la aplicación y curado de la película).

Existen otras pruebas que se le realizan a la película, una de ellas es la medición de el espesor de la misma, esto se logra por medio de un (paint thickness gage),

es un aparato para medir espesores de pintura, el aparato del cuál hablaremos será de un Elcometer, este se posiciona perpendicularmente a la superficie y sobre el producto, el aparato cuenta con una escala digital, (su rango es de 0.0005 a 0.004 mm), tiene una perilla superior la cuál se va girando lentamente, la carátula comienza a girar, la escala se moverá, de mas a menos, llegará un momento en el que un botón localizado junto a la carátula, se mueva hacia arriba, en ese momento se interrumpe el giro de la carátula, y si la observamos, (esta tiene una flecha fija), en el punto que coincida la flecha fija de la carátula y la escala, podremos leer el espesor de la película, para nuestro propósito habíamos mencionado un espesor de película seca de 0.001 a 0.0015 mm.

Para la prueba de dureza, se toma el producto, se fija en una base sólida (para evitar que se mueva), se toma un portaminas, se selecciona la mina adecuada (para nuestro caso seleccionamos una mina, con dureza "H", y una con dureza "2H"), se coloca la mina en una lija (150), se afila de una cara, quedando ésta como una espátula de media luna, se inserta en el portaminas, y se coloca a 45 grados con respecto al punto de el producto analizado, se hacen intentos de penetración, (sabemos que la dureza se define como la resistencia a la penetración), si logra penetrar la mina quiere decir que la dureza de la película es menor a la de la mina, y lograremos ver el depósito de fosfatizado, si no logramos hacer la penetración, cambiamos de mina, y

repetimos la operación, si no logramos hacer la penetración, quiere decir que la dureza de la película es todavía mayor, esto se debe en algunos casos a que la temperatura ó el tiempo de horneado, fueron excesivos.

Para la prueba de doblez, se toma el producto, se sujeta con una prensa, por una de sus aristas, y con unas pinzas (protejidas plásticamente en las puntas), se realizan dobleces en el producto, si la dureza de la película es alta, esta se quebrará en el momento de realizar un doblez, de lo contrario existirá una deformación de tipo plástica por parte de la película, pero esta no llegará a la ruptura.

Para la prueba de migración se mencionó que se realiza por comparación fotográfica, esto es según la DIN- 53209, donde la cantidad de burbujas en la zona analizada se mide desde el grado M-0, hasta M-5, el tamaño de las burbujas se mide desde el grado G-0, hasta G-5, por especificación del cliente se pide en este caso M-0/G-0, M-1/G-1, como máximo permisible, los cuales serían un 10F, y un 9F para la ASTM-D714-56.

2.6.3 Problemas más comunes y forma de resolverlos.

Como todo proceso, el proceso de pintado también tiene su problemática de operación, algunos de los

defectos que suceden mas amenuo en el sistema electrostático tipo aire son:

a) Defecto: Rociada seca.

Causa: La capa rociada no tiene suficiente espesor debido a que: La presión de aire es demasiado alta, la reducción del material (pintura) es incorrecta, la pistola se sostiene demasiado lejos del producto, ó se encuentra desajustada.

Solución: Disminuir la presión del aire, reduzca más el material, rocíe a la distancia correcta, ajuste los controles del patrón de rocío y de caudal de material.

b) Defecto: Jaula de Faraday.

Causa: productos demasiado cercanos entre sí, voltaje de salida demasiado alto, posición de los productos incorrecta, sección de los productos complicada es decir, con varios dobleces.

Solución: En muchos casos no es posible eliminar este fenómeno, pero si controlarlo, realizando pruebas de presión de aire en la pistola contra voltaje de salida de la pistola, ya que sabemos que al reducir la intensidad de la corriente, se reduce el campo magnético inducido.

c) Defecto: No pulveriza la pintura.

Causa: Poca presión de aire en la pistola, desgaste en el conjunto de aguja y tobera, poca presión de aire en las ollas de pintura, fluido demasiado viscoso.

Solución: Inspeccionar los conductos de aire, reemplazar el conjunto de aguja y tobera, aumentar la presión de las ollas ó de la misma pistola.

d) Defecto: Acabado arenoso, delgado, aspero.

Causa: Pistola muy alejada del producto a pintar, presión excesiva en el sistema pistola-ollas.

Solución: Corrija la distancia entre la pistola y el producto a pintar, verifique la presión del sistema de aire.

2.6.4 Aplicaciones

Procesos de pintado los hay de muchos tipos, sabemos que todos tienen sus variables a controlar y medir que son semejantes entre sí, sin importar realmente el tipo de producto ó pieza que se desee pintar, controlando estas variables se han logrado acabados casi perfectos ó muy aceptables, con una resistencia a la corrosión impresionante, lo cuál motiva a la ingeniería a desarrollar nuevos productos, nuevos procesos, para lograr así acabados que difícilmente se pudieran mejorar.

CAPITULO III

DESCRIPCION DE LAS TECNICAS PROPUESTAS

3.1) CONCEPTOS DEL DR. EDWARDS DEMING PARA MEJORAR LA PRODUCTIVIDAD.

En junio de 1980, cuando comenzaba a reconocerse la importancia de las técnicas de estadística, la NBC-TV presentó un documental titulado "Si Japón puede.... porque nosotros no!", en el que el conductor de la NBC, Lloyd Dobyne, comparó los enfoques norteamericano y japonés en lo referente a la calidad y productividad. El documental destacaba la participación del Dr. W. Edwards Deming, quién introdujo las técnicas de estadística en el Japón después de la 2a. Guerra Mundial.

El Dr. Deming maneja una serie de conceptos que se relacionan con el uso de métodos estadísticos para mejorar la calidad y la productividad. Los más importantes de estos son:

- 1) La filosofía fundamental asociada con la producción económica de bienes, debe basarse en la prevención de defectos en lugar de su detección. Este enfoque requiere un sistema de control del proceso, el cuál únicamente puede ser implementado con efectividad a través de las técnicas de estadística. Las decisiones para modificar ó ajustar un proceso deben basarse en los datos que se deriven de las gráficas de control.

2) Todos los niveles de la Organización deben dedicarse a mejorar la calidad cotidianamente. Deben implementarse los cambios que contribuyan a mejorar la calidad.

3) La interpretación de información estadística a través de técnicas tales como las gráficas de control pueden ayudar a distinguir entre las causas comunes y las causas especiales de los problemas: Las causas comunes se atribuyen a fallas del sistema y solo pueden corregirse con la participación de todos los niveles de la organización que forman el sistema. El sistema incluye a todas las áreas de la empresa: Ingeniería del producto, Manufactura y Ensamble, Compras, Mercadotecnia, Control de Calidad, etc... todo el personal debe comprometerse con la calidad de la empresa y debe participar conjuntamente en la solución de los problemas que se presenten.

Las causas especiales se relacionan con cada proceso en particular y pueden ser resueltas por la gente involucrada en esa área (por ejemplo: supervisores, operarios, personal de mantenimiento, etc..) Solo una parte de los problemas se debe a fallas locales. Los empleados deben de recibir la información adecuada para resolver los problemas, incluyendo los costos que generan los defectos y el entrenamiento sobre las técnicas de estadística.

4) La calidad y la productividad no son metas que se oponen entre sí; las mejoras en la calidad resultarían en mejoras en la productividad.

5) Parecido a las prácticas japonesas, las relaciones con los proveedores deben basarse en una asociación mutua que provea la liberación de piezas a través de un balance entre la calidad / el costo en lugar de que la competencia se base únicamente en el precio. Debido a que los proveedores de autopartes afectan considerablemente la calidad de sus productos, debe involucrarse para que consideren el uso de las técnicas de estadística.

6) Los conceptos tales como los estándares de trabajo, metas, especificaciones no pueden, por sí mismos, mejorar la calidad. Únicamente la acción basada en la información estadística puede mejorar la calidad y la productividad.

7) La buena calidad no significa el lograr la calidad perfecta, pero sí implica alcanzar un nivel de calidad consistente y predecible a través del cuál se cubran las necesidades del mercado consumidor.

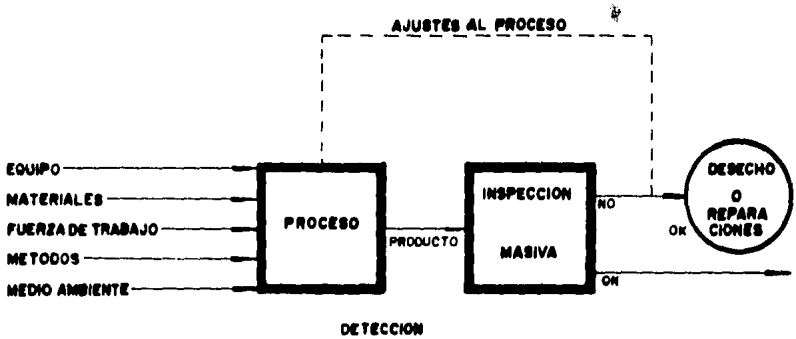
3.2) INTRODUCCION AL CONTROL ESTADISTICO DEL PROCESO (SPC)

Tradicionalmente en la gran mayoría de las empresas el término calidad ha significado cumplir con las especificaciones. Esto implica que la responsabilidad por la calidad ha sido asociada, generalmente con las áreas de Ingeniería, Calidad del producto y Manufactura de la Compañía. Las personas de estas áreas eran las responsables de que los productos cumplieran con las especificaciones.

Recientemente, el término **calidad** ha evolucionado a un significado más amplio. Ahora significa "Estar adecuado al uso". Como puede observarse al comparar ambos conceptos, el enfoque ha cambiado. Antes la empresa se concentraba en ella misma, en sus empleados quienes eran los que se preocupaban por alcanzar las especificaciones. Actualmente, el significado amplio de la calidad se enfoca en el cliente, en las necesidades y expectativas que el tiene.

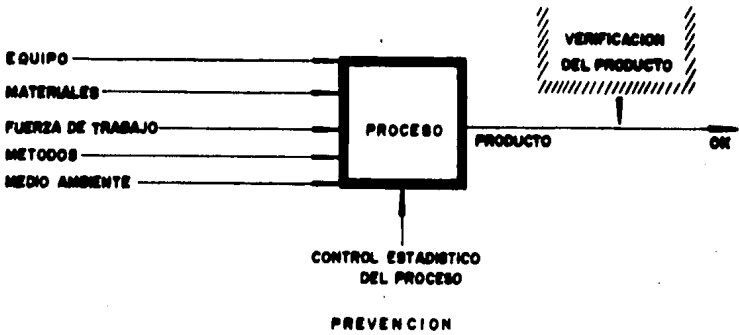
3.2.1 Prevención en vez de Detección

El enfoque de detección de defectos podría ser ilustrado con el siguiente esquema:



Este esquema puede representar en sí un proceso de manufactura ó un proceso administrativo. En cualquier caso, lo que aquí tenemos es una serie de elementos que influyen en el proceso. Ya sea que se trate de operar un torno ó de mecanografiar una carta, los cinco elementos básicos que intervienen en un proceso son generalmente los mismos: máquinas, materiales, gente, métodos para desarrollar el trabajo y cierto medio ambiente. Tenemos una serie de elementos que influyen en el proceso y obtenemos cierto resultado de ese proceso, algún producto, y una función de inspección que separa el producto bueno del malo. Con base a lo que se encuentre en el malo, podremos ajustar el proceso, esos productos se pueden retrabajar ó se desechan. Loma tantos recursos el hacer un mal producto como uno bien hecho; e incluso en el primer caso, necesitamos retroceder para repararlo ó desecharlo. En este enfoque la energía esta concentrada en una inspección masiva, en inspeccionar el producto terminal en lugar del proceso. La energía no se ha concentrado en el proceso, aún cuando ahí fue donde se produjo el producto defectuoso. La alternativa diferente que se propone es el enfoque de sistemas llamado Prevención de Defectos.

El enfoque hacia la prevención de defectos puede esquematizarse de la siguiente manera:



En este esquema tenemos también los cinco elementos básicos de un proceso, y tenemos también un resultado del proceso. El enfoque de prevención de defectos significará el reemplazar la inspección masiva que vimos en el esquema anterior, por lo que llamamos verificación del producto. El énfasis aquí no está en la inspección masiva sino en el proceso en sí mismo. Cuando algo sale mal, podemos detectarlo observando el proceso en lugar de esperar a la inspección final. Este esquema también puede representar lo mismo un proceso de oficina que un proceso de manufactura.

Este enfoque también reconoce que el resultado de un proceso no va a ser el mismo producto tras producto, parte tras parte. Esto significa que existe cierta variación asociada con ese resultado. La variación en el resultado dependerá de las variaciones que se presenten en el equipo, los materiales, los métodos de trabajo, la gente que participe en el proceso y los cambios que se presenten en el medio ambiente. La herramienta con la que contamos para conocer como varía un proceso en el tiempo, es el CONTROL ESTADÍSTICO DEL PROCESO. Con estos métodos podemos observar lo que ocurre en un proceso sin tener que esperar un día, una semana, ó un mes para conocer los resultados de un proceso que se está operando; es posible obtener esta información casi de manera instantánea.

3.2.2) Control y Habilidad del Proceso.

El Control Estadístico del Proceso es el uso de técnicas de estadística, tales como las gráficas de control, para analizar un proceso, de tal manera que puedan tomarse las acciones apropiadas para lograr y mantener un proceso en control y para mejorar la habilidad del proceso. La habilidad del proceso esta determinada por la variación total que se origina por las causas comunes, es la variación mínima que puede ser alcanzada una vez que todas las causas especiales han sido eliminadas. La habilidad representa el rendimiento del proceso en sí mismo una vez que se ha demostrado que el proceso se encuentra bajo un control estadístico. La experiencia ha demostrado que las gráficas de control efectivamente dirigen la atención hacia las causas especiales de variación cuando estas aparecen y reflejan la magnitud de la variación debida a las causas comunes. El Dr. Walter Shewhart de los laboratorios Bell, en 1920 fué el primero en hacer la distinción entre la variación controlada y no controlada, él fué el que desarrollo las gráficas de control, desde aquella epoca las gráficas de control han sido utilizadas exitosamente en una amplia variedad de situaciones para el control del proceso, tanto en los Estados Unidos, como en otros países, especialmente en el Japón.

3.2.3) Beneficios de las Gráficas de Control.

Es importante mencionar algunos de los beneficios que pueden derivarse del uso de las gráficas de control. La siguiente lista incluye las ventajas encontradas por los escritores en este campo, tales como el Dr. Deming, y la experiencia de empresas como Ford, Chrysler, etc.. a nivel corporativo:

1) Las gráficas de control son herramientas simples y efectivas para lograr un control estadístico. Se prestan para que el operario las maneje en su propia área de trabajo. Dan información confiable a la gente cercana a la operación sobre cuando debieran tomarse ciertas acciones y cuando no debieran tomarse.

2) Cuando un proceso está en control estadístico puede predecirse su desempeño respecto a las especificaciones. Por lo tanto, el productor como el cliente pueden contar con niveles consistentes de calidad y ambos pueden contar con costos estables para lograr ese nivel de calidad.

3) Una vez que un proceso se encuentra en control estadístico, su comportamiento puede ser mejorado posteriormente reduciendo la variación. A través de los datos de las gráficas de control pueden anticiparse las mejoras que se requieren en el sistema. Estas mejoras en el proceso deberán:

3.1) Incrementar el porcentaje de productos que satisfagan las expectativas de los clientes (mejoras en la calidad).

3.2) Disminuir los productos que necesiten retrabajarse ó desecharse (mejoras en los costos por unidad bien producida).

3.3) Incrementar la cantidad total de productos aceptables a través del proceso (mejoras efectivas en la habilidad).

4) Las gráficas de control proporcionan un lenguaje común para comunicarse sobre el comportamiento de un proceso, entre los diferentes turnos que operen un proceso; entre la línea de producción (supervisor, operario) y las actividades de soporte (Mantenimiento, Control de materiales, Ingeniería de Manufactura, Calidad del producto); entre las diferentes estaciones del proceso; entre el proveedor y el usuario; entre la Planta de Manufactura ó Ensamble y las actividades de Ingeniería del Producto.

3.3) GRAFICAS DE CONTROL X-R

Las gráficas de control por variables son una herramienta poderosa que puede utilizarse cuando se dispone de mediciones de los resultados de un proceso. El diámetro de un cojinete en milímetros, el esfuerzo de cierre de una puerta, el espesor de pintura de una pieza, son algunos

ejemplos típicos de aplicación. Las gráficas de control por variables más conocidas son las gráficas de control X-R, estas son particularmente útiles por varias razones:

1) La mayoría de los procesos y sus resultados tienen características que son medibles, por lo que su aplicación potencial es muy amplia.

2) Un valor medible (por ejemplo, el espesor es de 1.5 milésimas de pulgada) contiene más información que una simple afirmación de sí-no (por ejemplo: la pieza está dentro de tolerancia).

3) A pesar de que el costo en la medición precisa de una pieza es mayor que el de establecer simplemente si la misma está bien ó no, como se requieren menos piezas para obtener mas información sobre el proceso, en algunos casos los costos totales de inspección pueden ser menores.

4) Debido a que se requiere medir una menor cantidad de piezas para tomar desiciones confiables, el período de tiempo entre la producción de las piezas y la acción correctiva puede ser reducida considerablemente.

5) La única manera de saber si un proceso es estable y predecible es através del registro de la información en las gráficas de control.

Cuando se construye una gráfica de control X-R, se deben de tener en cuenta tres aspectos bien importantes.

- 1) Elaboración de las gráficas de control.
- 2) Interpretación del control del proceso.
- 3) Interpretación de la habilidad del proceso.

3.3.1) Elaboración de las gráficas de Control X-R.

Una gráfica de control X-R muestra tanto el valor promedio (\bar{X}) como el rango (R) de nuestro proceso.

La porción X de una gráfica muestra cualquier cambio en el valor promedio del proceso, mientras que la porción R muestra cualquier dispersión ó variación del proceso. Para la elaboración de las gráficas de control X-R se deben de seguir los siguientes pasos:

PASO 1 - Coleccione los datos: Estos son el resultado de la medición de las características de nuestro producto, los cuales deben de ser registrados y agrupados de acuerdo al siguiente plan:

a) Seleccione la frecuencia y el tamaño de la muestra.

Para un estudio inicial de un proceso, las muestras (sub-grupos) deben de estar formadas de por lo menos de 2 a 10 piezas producidas consecutivamente; de esta manera las piezas en cada subgrupo estarán producidas bajo condiciones similares de producción. FORD, CHRYSLER, RENAULT, GENERAL MOTORS, V.W., NISSAN, etc.. han adoptado como típico que los subgrupos estén formadas por 5 piezas consecutivas, ya que con menos se comienza a perder la sensibilidad de la

gráfica. para detectar problemas y, con más de 5 se obtiene muy poca información adicional.

b) Recomiendan también que el intervalo sea de 1/2 a 2 horas, ya que más frecuente puede representar demasiado tiempo invertido, y menos frecuente pueden perderse eventos importantes que sean poco usuales. En cuanto a el número de subgrupos, desde el punto de vista estadístico deben de colectarse por lo menos de 20 a 25 subgrupos, desde el punto del proceso se deben de capturar todas las fuentes de variación, que puedan afectar a el proceso.

PASO 2 - Calcule el promedio (\bar{X}) y el rango (R) para cada subgrupo:

El cálculo de \bar{X} y R para cada subgrupo se calcula con la siguiente expresión:

$$\bar{X} = \frac{X_1 + X_2 + \dots + X_n}{n} \dots \dots \dots (1)$$

$$R = X \text{ mayor} - X \text{ menor} \dots \dots \dots (2)$$

Donde \bar{X} , es el promedio de X_1, X_2, \dots, X_5 que son los valores individuales para cada subgrupo y (n) es el tamaño de la muestra.

a) Seleccione la escala para las gráficas de control: A continuación se presenta una forma general para determinar

las escalas, aunque en circunstancias especiales deban ser modificadas. Por diseño de estas gráficas, para la gráfica (X) la amplitud de valores en la escala debe de incluir como mínimo el mayor de los siguientes valores: Los límites de tolerancia especificados (estos los establece generalmente ingeniería del producto del fabricante), ó 2 veces el rango promedio (\bar{R}). Para la gráfica (R), los valores deben de extenderse desde el valor cero, hasta un valor superior equivalente a 1 1/2 a 2 veces el rango mayor obtenido en el período inicial de estudio. En general, la escala en la gráfica de rangos debe de ser la mitad de la correspondiente a la gráfica de promedio.

b) Trace la gráfica de rangos y promedios: Marcar con puntos los promedios y los rangos en sus respectivas gráficas y unirlos con líneas, esto nos ayudará a visualizar la situación del proceso así como su tendencia. (ver gráficas X-R de fosfatizado y pintado).

PABD 3 - Calcule el rango promedio (\bar{R}) y el promedio del proceso ($\bar{\bar{X}}$), (media de las medias).

a) Para el estudio de los K subgrupos, se calcula:

$$\bar{R} = \frac{R_1 + R_2 + \dots + R_K}{K} \dots \dots \dots (3)$$

$$\bar{\bar{X}} = \frac{\bar{X}_1 + \bar{X}_2 + \dots + \bar{X}_K}{K} \dots \dots \dots (4)$$

Donde K es el número de subgrupos, (para nuestra caso k=25); R_1, R_2, \dots, R_K son los rangos de cada subgrupo; $\bar{X}_1, \bar{X}_2, \dots, \bar{X}_K$ son los promedios de cada subgrupo, etc...

$\bar{\bar{X}}$ es el promedio del proceso, es decir el promedio de los promedios de cada subgrupo. \bar{R} es el rango promedio y es el promedio de los rangos de cada subgrupo.

PASO 4 - Calcule los límites de control

Los límites de control son calculados para mostrar la extensión de la variación de cada subgrupo. El cálculo de los límites de control está basado en el tamaño de los subgrupos y estos se calculan de la siguiente manera:

Gráfica de rangos:

$$LBC = D4(\bar{R}) \dots\dots (5)$$

R

$$LIC = D3(\bar{R}) \dots\dots (6)$$

R

Gráfica de promedios:

$$LSC = \bar{\bar{X}} + A2(\bar{R}) \dots\dots (7)$$

X

$$LIC = \bar{\bar{X}} - A2(\bar{R}) \dots\dots (8)$$

X

Donde D4, D3, A2 son constantes que varían según el tamaño de la muestra, para encontrar los valores consultar (tabla I) en el apéndice.

a) Dibuje las líneas de promedio y límites de control en las gráficas: Con una línea horizontal continua se dibujan el rango promedio (\bar{R}) y el promedio del proceso ($\bar{\bar{X}}$) y con una línea horizontal discontinua, los límites de control superior e inferior. El significado de estos factores se basa en que al fijar los límites de control para una gráfica X se utilizó el coeficiente (3) para el error estándar de la media. Con ello la probabilidad de que una X este fuera de los límites de control, como resultado de una sola muestra, es muy pequeña. Se hace lo mismo con la

gráfica R, ó sea, se fija el límite de control superior a una distancia correspondiente, mas no igual, al triple de la desviación estandar de los R. Por lo tanto estos valores de la desviación estandar del rango se relacionan con D4. Para encontrar esta relación es necesario analizar los factores D1 y D2. El tamaño del rango y la desviación estandar dependen de la distribución original, pero la relación de la desviación estandar de los rangos de la muestra, respecto a la desviación estandar de la población es constante, para un tamaño de muestra dado (6). No es objeto de esta tesis el presentar las demostraciones matemáticas para la obtención de dichos factores, para este caso se utilizaron, tablas donde aparecen los valores de estos factores. Para este caso un resumen de la teoría matemática para la obtención de estos factores se encuentra en libros como Irving W. Burr, Engineering Statistics and Quality Control, McGraw Hill, 1953, pags 177-199

3.3.2 Construcción de las gráficas X-R.

Para el cálculo de las gráficas de control X-R se tomaron datos reales, antes de que el proceso se encontrara bajo control estadístico y después (bajo control estadístico).

1).- Para el proceso de fosfatizado descrito en el capítulo II se tomaron datos sobre la deposición en mgr./ft².

2).- Para el proceso de pintado descrito en el capítulo II se tomaron datos sobre el espesor de película seca.

3.3.3 Gráficas X-R para el proceso de fosfatizado.

Nota: (hacer referencia a la gráfica A página 80 B).

Paso 1: se recolectaron los datos, el tamaño de la muestra es de 5 productos, el intervalo ó frecuencia es cada 2 horas, el número de subgrupos es de 25, por lo que el estudio cubre 6 turnos aproximadamente.

Paso 2: Se calculó el promedio utilizando la fórmula (1), y el rango utilizando la fórmula (2), de donde:

$\bar{x} = 7.9 + 7.8 + 7.9 + 7.8 + 7.7 = 39.1 / 5 = 7.82$, para el primer, subgrupo y así sucesivamente hasta llegar a 7.34 correspondiente a el 25 avo. subgrupo.

$R = 7.9 - 7.7 = 0.20$, para el primer subgrupo y así sucesivamente hasta llegar a 0.30 correspondiente a el 25 avo. subgrupo.

La política que se tomó para definir la escala en la gráfica de X , fué la de incluir los límites de tolerancia especificados, el valor nominal que se requiere para cubrir los estándares de calidad es 750 ± 50 mg/ft²: límite inferior especificado = 700 mgr/ft², límite superior especificado = 800 mgr/ft². Para la gráfica de R , se considero 1 1/2 veces el rango mayor obtenido en el periodo = $1.0 * 1.5 = 1.5$.

Paso 3: Se calculó el rango promedio y el promedio del proceso con las fórmulas 3 y 4 respectivamente, de donde:

$$\bar{R} = 0.2 + 0.5 + 0.4 + 0.3 + \dots + 0.3 = 10.8 / 25 = 0.4360$$

$$\bar{\bar{X}} = 7.82 + 7.62 + 7.30 + \dots + 7.34 = 186.34 / 25 = 7.4536$$

ESTE TEXTO NO DEBE
 SALIR DE LA BIBLIOTECA

Paso 4:Se calcularon los límites de control para la gráfica R y X con las fórmulas (5 y 6), (7 y 8) respectivamente, de donde:

$$LSC = 0.436 * 2.11 = 0.920 \quad (\text{para } n=5, D4= 2.11)$$

R

$$LIC = 0.436 * 0 = 0.00 \quad (\text{para } n=5, D3= 0.00)$$

R

$$LSC = 7.4536 + (0.58 * 0.4360) = 7.7065$$

X

$$LIC = 7.4536 + (-0.58 * .4360) = 7.2007$$

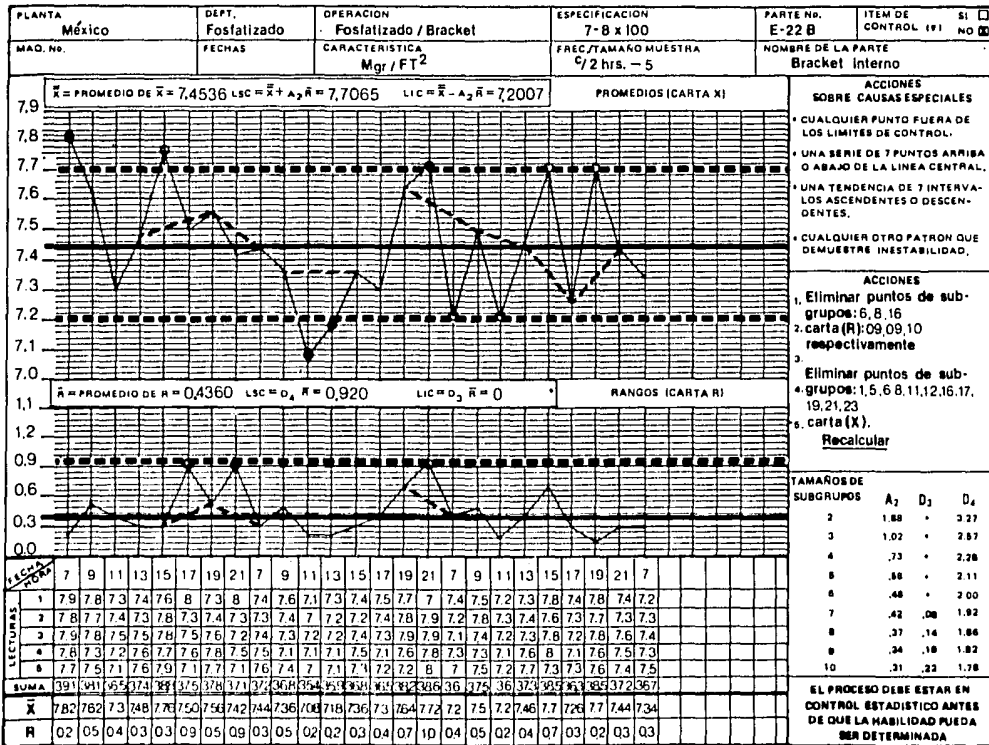
X

$$(\text{para } n=5, A2= 0.58)$$

valores tomados de la tabla I, en el apéndice, ó del cuadro derecho en la carta de X-R.

Se trazó la gráfica A (X-R) como se muestra a continuación:

GRAFICA DE CONTROL



Of. de Calidad de Producto
Dte. 83

301 k

Para tamaños de muestra inferiores a siete no se determina el límite inferior de control para rangos.

EL PROCESO DEBE ESTAR EN CONTROL ESTADISTICO ANTES DE QUE LA HABILIDAD PUEDA SER DETERMINADA

3.3.4 Interpretación del control del proceso de fosfatizado

El objeto de analizar una gráfica de control es identificar cuál es la variación del proceso, las causas comunes, las causas especiales de dicha variación, y en función de esto tomar alguna acción apropiada cuando se requiera. Dado que la interpretación de rangos (R), y promedios (\bar{X}) de los subgrupos dependen de la variación de nuestro proceso, se analizará en primer lugar la gráfica de rangos.

a) Puntos fuera de los límites de control:

Si observamos la gráfica (A) encontraremos la presencia de varios puntos más allá de los límites de control, la variación dentro de los límites de control es debida a causas comunes (fallas e inconsistencia del sistema), los puntos localizados fuera de los límites de control es una señal de que se requiere de un análisis de inmediato de la operación, para buscar la causa especial que lo originó, se deberán encerrar en un círculo los puntos que están fuera de los límites de control. Un punto fuera de los límites de control puede ser una señal de que: El límite de control esta mal calculado, la variación de pieza a pieza ha empeorado, el sistema de medición ha cambiado (diferente inspector ó instrumento de medición).

Para nuestro caso en particular se explican las acciones
tomadas más adelante.

b) Series:

Una serie es una sucesión de puntos que indican la inclinación de una tendencia ó desplazamiento del proceso, cuando 7 ó mas puntos consecutivos se alinean hacia una lado del promedio, la serie recibe en nombre de Corrida.

Si 7 ó mas intervalos consecutivos se presentan con valores crecientes ó decrecientes, la serie recibe el nombre de Tendencia (se considera intervalo a la unión de dos puntos)

c) Identifique y corrija las causas especiales en la gráfica de rangos (R).

Deberá efectuarse un analisis de la operación del proceso ante cada indicación de falta de control proveniente de la gráfica de rangos, para determinar sus causas, corregir la condición y prevenir su repetición, es muy importante la rapidez en el analisis de los problemas, con el proposito de minimizar la producción de piezas fuera de control y de tener datos recientes para el diagnóstico.

c) Recalcule los límites de control.

Una vez identificadas y corregidas las causas especiales de variación, deberá recalcularse los límites de control, para excluir los efectos de los puntos fuera de control. Omita los puntos fuera de control, recalcule y grafique el rango promedio (\bar{R}), y los límites de control, (ver gráfica B), asegurese que todos los puntos correspondientes a los rangos de los subgrupos, estén bajo

control cuando se les compare con los nuevos límites, repitiendo la secuencia de identificación/corrección y recálculo si fuera necesario. Si algún punto de la gráfica de rangos fuera omitido debido a la identificación de una ó varias causas especiales, deberá también ser excluido de la gráfica de promedios (\bar{X}), los valores de \bar{X} y R modificados deberán de ser utilizados para recalcular los límites en la gráfica de promedios y rangos.

Para el análisis de la gráfica de rangos (R), de la gráfica (A) página 80-8, podremos observar que en los subgrupos 6,8,16 existen puntos fuera de el límite superior de control, las causas especiales fueron en la gran mayoría que al operador se le olvidó accionar en movimiento giratorio de los barriles, por eso tenemos la deposición de 710 mgr/ft² en una de las placas y 800 mgr/ft² en otra de las placas para el subgrupo número 6, y así sucesivamente. Las acciones correctivas que se tomaron fueron las siguientes: Se habló con el operador y se le puso al tanto de la importancia del movimiento giratorio de los barriles, se le capacitó y se le estuvo observando muy de cerca para que no se volviera a repetir esta falla. Se omitieron estos 3 puntos y se recalculó el rango promedio (\bar{R}), fórmula (3), de donde:

$$\bar{R} = 0.2 + 0.5 + 0.4 + \dots + 0.3 = 8.0 / 22 = 0.368$$

La línea punteada que une al subgrupo 5 con el 7 y a este con el 9, se omitieron los subgrupos 6 y 8 en la gráfica de rangos y promedios, y así sucesivamente, la gráfica B, página 86-B, es igual que la gráfica A, considerando las líneas punteadas que unen los subgrupos que se encuentran dentro de los límites de control.

Si analizamos la gráfica de promedios (\bar{X}), de la gráfica (A) podremos observar que en los subgrupos 1,5,11,12,16,17,19,21,23, existen puntos fuera de los límites superior e inferior de control, las causas especiales fueron en la gran mayoría de los casos que el operador no respetaba los tiempos de inmersión durante el proceso de fosfatizado ocasionando esto en algunos casos excesiva ó pobre deposición en los productos. Las acciones correctivas que se tomaron fueron las siguientes: Se habló con el operador, se le capacitó, se cambió el medidor de tiempo y se le puso al tanto de la importancia de los tiempos de estancia de los barriles en las tinas del proceso de fosfatizado. Se omitieron estos 9 puntos más 3 de la gráfica de rangos (6,8,16), sumando un total de 11 puntos por omitir, (ya que en el subgrupo 16 se omite por ambas partes), se recalculó el promedio del proceso ($\bar{\bar{X}}$), con la fórmula (4), de donde:

$$\bar{\bar{X}} = 7.62 + 7.3 + 7.48 + \dots + 7.34 = 104.06 / 14 = 7.433$$

Calculamos los nuevos límites de control para la gráfica de (X), con las fórmulas 7 y 8, y para la gráfica de (R), con las fórmulas 5 y 6, respectivamente de donde:

$$LSC = 7.646$$

X

$$LIC = 7.219$$

X

$$LSC = 0.777$$

R

$$LIC = 0.00$$

R

A continuación se presenta la gráfica (B), página 86-B, que realmente es la gráfica (A), pero corrigiendo y eliminando las fallas que se detectaron en el proceso, se omitieron los puntos que se encontraban fuera de los límites de control, como se aprecia todos los puntos se encuentran dentro de los límites de control, esto nos indica que el proceso está bajo control ó se comporta como si estuviera bajo control. A efectos prácticos, el proceso se comporta como si no existieran causas atribuibles de variación, por lo tanto se dice que se encuentra bajo "Control". También se observa una tendencia decreciente del subgrupo 15 al 22, ya que son 7 los intervalos que hay entre estos subgrupos.

3.3.5 Interpretación de la habilidad del proceso.

Una vez que se ha determinado si el proceso está en control estadístico (puntos dentro de los límites de control ó puntos distribuidos sin tendencias) la siguiente pregunta será si el proceso es HABIL; esto es, si cumple con las especificaciones de Ingeniería en forma consistente. Si la habilidad no es aceptable, entonces un cambio importante debe de ser realizado para mejorar el sistema. Dado que la habilidad refleja una variación de causas comunes (ya que las especiales fueron corregidas para mantener el proceso bajo control), la falta de dicha habilidad en un proceso casi siempre se debe a fallas en el sistema. La habilidad de un proceso se calcula de la siguiente manera:

PASO 1 - Se calcula la desviación estandar del proceso; dado que la variación en el proceso de una pieza a otra se refleja en el rango del subgrupo, la estimación de la desviación estandar ($\bar{\sigma}$) sigma testada, está basada en el promedio de rangos (\bar{R}) calculado en la gráfica de control mediante la siguiente fórmula:

$$\bar{\sigma} = \frac{\bar{R}}{d_2} \dots \dots \dots (9)$$

Donde \bar{R} es el promedio de rangos de los subgrupos (para periodos donde el rango se encuentra en control), d_2 es una constante que cambia en función del tamaño de la muestra como se aprecia en el apéndice, tabla 1.

PASO 2 - Se calcula la habilidad del proceso: La habilidad de un proceso esta descrita en términos de la distancia que hay entre el promedio del proceso (\bar{x}) y los límites de especificación, para esto le llamaremos a dicha distancia en unidades Z. Cuando la tolerancia de la especificación es unilateral, es decir hacia un solo lado, Z se calcula con la siguiente fórmula:

$$Z = \frac{LE - \bar{x}}{\sigma} \dots \dots \dots (10)$$

Donde LE= límite especificado, \bar{x} = Promedio del proceso, σ = desviación estándar del proceso.

Para tolerancias Bilaterales, es decir hacia ambos lados: Z se calcula de la siguiente manera:

$$Z = \frac{LSE - \bar{x}}{\sigma} \dots \dots \dots (11)$$

$$Z = \frac{\bar{x} - LIE}{\sigma} \dots \dots \dots (12)$$

Donde LSE= límite superior de especificación, LIE= límite inferior de especificación (estos límites los establece el departamento de Ingeniería del producto), Zs= Z superior, Zi= Z inferior. Z es utilizada en conjunto con la tabla de distribución normal, para estimar la fracción de piezas que estarán fuera de especificación (una vez que el proceso esta bajo control estadístico). Referirse a el apendice tabla 2. El número que corresponde a la intersección, de estas columnas y renglones, lo llamaremos Pz y este representa la fracción de piezas fuera de especificación, para el caso de tolerancia unilateral simplemente se localiza la Pz, se multiplica por 100 y será la fracción fuera de especificación en términos de porcentaje, para el caso de tolerancias bilaterales se localiza Pzs y Pzi, se suman, se multiplica por 100 y se tendrá la fracción fuera de especificación en términos de porcentaje.

3.3.5.1 Habilidad del proceso de fosfatizado.

Con la fórmula (9) se calcula la desviación estándar, de donde:

$$\sigma = \frac{0.368}{2.33} = 0.157$$

Como este proceso tiene tolerancias bilaterales Z_2 , Z_1 se calculan con las fórmulas (11 y 12) respectivamente, de donde:

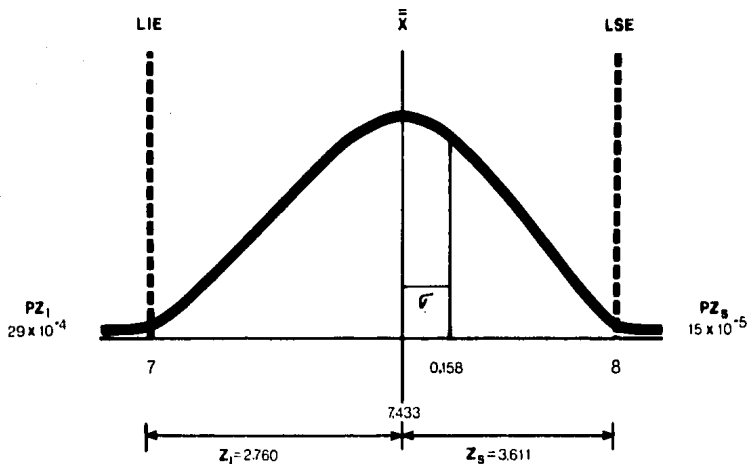
$$Z = \frac{B - 7.433}{s} = \frac{7.433 - 7}{0.157} = 3.611 \quad Z = \frac{7.433 - 7}{0.157} = 2.760$$

En la tabla 2 del apéndice, localizamos $P_{Z_2} = 0.00015$ y $P_{Z_1} = 0.0029$. La suma $(0.00015 + 0.0029) = 0.00305$ que es el valor de $P(\text{total})$, al multiplicarlo por 100 se tendrá que el 0.3050 %, esta fuera de especificación. Tomando en cuenta que un proceso puede considerarse hábil cuando el 99.73 % de las observaciones están dentro de la especificación para $(\pm 3\sigma)$, y 99.976 % para $(\pm 4\sigma)$. El proceso de fosfatizado No es HABIL para $(\pm 3\sigma)$ ya que el $100 \% - 0.3050 \% = 99.695 \%$ se encuentra dentro de especificaciones. (ver gráfica de distribución B2, página 91-B y gráfica 1 en el apéndice). En la industria un proceso con una habilidad del 99.695 %, es un proceso bastante satisfactorio, para llegar a estos niveles de habilidad se requiere de tiempo y esfuerzo, de capacitación y concientización del personal productivo.

Si observamos la gráfica (B2) página 91-B, podremos ver que el proceso es de habilidad satisfactoria, sin embargo las variaciones que existen en el proceso se deben a fallas del sistema, pero una vez que se ha logrado mantener nuestro proceso bajo control, será necesario extender

dichos límites, esto es necesario para cubrir periodos futuros, ya que estos límites serán utilizados como referencia para el control continuo del proceso con el objeto de que el operario ó supervisor tomen las acciones necesarias ante cualquier indicación de falta de control en las gráficas (X-R).

GRAFICA DE DISTRIBUCION B2



$$\bar{\bar{x}} = 7.433$$

$$L\bar{X} = 7.646$$

$$LIC = 7.219$$

$$LSE = 8 \times 100$$

$$LIE = 7 \times 100$$

$$\bar{R} = 0.368$$

$$LSC = 0.777$$

$$LIC = 0$$

Habilidad del proceso de Fosfatizado

$$C_p = \frac{R}{d_2} = \frac{0.368}{2.33} = 0.157$$

$$Z_s = \frac{LSE - \bar{\bar{x}}}{\sigma} = \frac{8 - 7.433}{0.157} = 3.611 \quad \therefore \quad PZ_s = 0.00015$$

$$Z_1 = \frac{\bar{\bar{x}} - LIE}{\sigma} = \frac{7.433 - 7}{0.157} = 2.760 \quad \therefore \quad PZ_1 = 0.0029$$

$$PZ \text{ total} = 0.00015 + 0.0029 = 0.00305 \times 100 = 0.3050\%$$

$$\text{Habilidad: } 100 - 0.3050 = 99.695\%$$

Habilidad aceptable para $\pm 3 \sigma$

3.3.6 Gráficas X-R para el proceso de pintado.

Nota: (hacer referencia a la gráfica C). Paso 1: se recolectaron los datos, el tamaño de la muestra es de 5, el intervalo es cada 2 horas, el número de subgrupos es de 25, por lo que el estudio cubre 6 turnos aproximadamente.

Paso 2: Se calculó el promedio utilizando la fórmula (1), y el rango utilizando la fórmula (2), de donde:

$\bar{x} = 1.30$, para el primer subgrupo, hasta llegar a 1.46 correspondiente a el 25 avo. subgrupo.

$R = 0.20$, para el primer subgrupo hasta llegar a 0.50 correspondiente a el 25 avo. subgrupo.

Para definir la escala en esta gráfica, se siguió la misma política que en las gráficas para el proceso de fosfatizado, el valor nominal para cumplir con las especificaciones de calidad es de 1.5 ± 0.5 milésimas de pulgada, el límite inferior especificado = 1 milésima de pulgada, límite superior especificado = 2 milésimas de pulgada. Para la gráfica de K. por diseño de las mismas, se consideró 1 1/2 veces el rango mayor obtenido en el periodo = 1.5. (esto es con el objeto que el límite superior de control quede dentro de la escala seleccionada)

Paso 3: Se calculó el rango promedio y el promedio del proceso con las fórmulas 3 y 4 respectivamente, de donde:

$$\bar{R} = 0.4240$$

$$\bar{X} = 1.4570$$

Paso 4: Se calcularon los límites de control para la gráfica R y X, con las fórmulas (5 y 6), (7 y 8) respectivamente, de donde:

$$LSD = 0.8940 \quad (\text{para } n = 5, D_4 = 2.11)$$

R

$$LIC = 0.0000 \quad (\text{para } n = 5, D_3 = 0.00)$$

R

$$LSC = 1.7030 \quad (\text{para } n = 5, A_2 = 0.58)$$

X

$$LIC = 1.2110 \quad (\text{para } n = 5, A_2 = 0.58)$$

X

valores tomados de la tabla I, en el apéndice. 6 del cuadro derecho en la carta X-R.

Se trazó la gráfica (C) X-R como se muestra a continuación:

3.3.7 Interpretación del control del proceso de pintado.

a) Puntos fuera de los límites de control:

Si observamos la gráfica (C) encontraremos la presencia de varios puntos fuera de los límites de control, en la gráfica de rangos (R), podremos observar que en los subgrupos 2, 13, 22, 23 existen puntos fuera de el límite superior de control, las causas especiales fueron en la gran mayoría que el operador de la cabina número 2 estaba aplicando mal la capa de pintura, por estar platicando con otro trabajador ajeno a la zona, por lo que la irregularidad en el espesor de la película es muy notoria. Las acciones correctivas que se tomaron fueron las siguientes: Se habló con el operador y se le puso al tanto de la importancia de estos parámetros, se le capacitó y se le prohibió platicar cuando este aplicando la pintura. Se omitieron estos 4 puntos y se recalculó el rango promedio (\bar{R}), fórmula (3), de donde:

$$\bar{R} = 0.3280$$

Si analizamos la gráfica de promedios (X), de la gráfica (C) podremos observar que en los subgrupos 10, 15, 17, 20, existen puntos fuera de los límites superior e inferior de control, las causas especiales fueron en la gran mayoría de los casos a que el operador cargaba muy poco la

mano a esos productos, y en otros casos le cargaba demasiado la mano a otros productos. Las acciones correctivas que se tomaron fueron las siguientes: Se habló con el operador, se le mando a un curso de capacitación sobre aplicación de pintura, y se eliminó este problema. Se omitieron estos 4 puntos más 4 de la gráfica de rangos, sumando un total de 8 puntos por omitir. Se recalculó el promedio del proceso ($\bar{\bar{X}}$), con la fórmula (4), de donde:

$$\bar{\bar{X}} = 1.447$$

Calculamos los nuevos límites de control para la gráfica de (\bar{X}), con las fórmulas 7 y 8, y para la gráfica de (R), con las fórmulas 5 y 6, respectivamente, de donde:

$$LSC = 1.637$$

X

$$LIC = 1.256$$

X

$$LSC = 0.6920$$

R

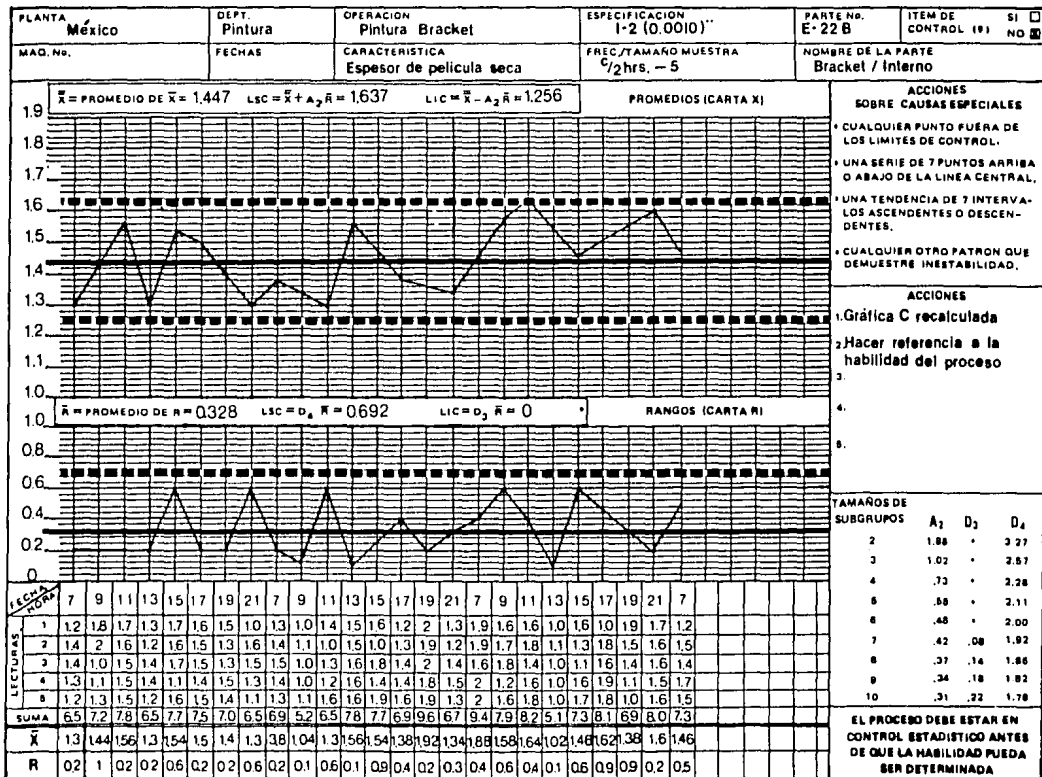
$$LIC = 0.0000$$

R

A continuación se presenta la gráfica (D), pag. 96-B que realmente es la gráfica (C), considerando las líneas punteadas donde se unen los subgrupos que se encuentran dentro de los límites de control, ya que eliminando las fallas encontradas durante el estudio, se omitieron los puntos que se encontraban fuera de los límites de control tanto en la gráfica de \bar{X} como en la gráfica de R , como se

puede observar todos los puntos se encuentran dentro de los límites de control, esto nos indica que el proceso esta bajo control ó se comporta como si estuviera bajo control. Para efectos prácticos, el proceso se comporta como si no existieran causas atribuibles de variación, por lo tanto se dice que se encuentra bajo "Control"

GRAFICA DE CONTROL



3.3.8 Interpretación de la habilidad del proceso.

(referirse a el inciso 3.3.5, de la página 87)

3.3.8.1 Habilidad del proceso de pintado.

Con la fórmula (9) calculamos la desviación estándar, de donde:

$$\sigma = \frac{0.3280}{2.33} = 0.140$$

Como este proceso tiene tolerancias bilaterales, Z_2 y Z_1 , se calculan con las fórmulas (11) y (12), respectivamente, de donde:

$$Z_2 = \frac{2 - 1.4470}{0.140} = 3.950 \qquad Z_1 = \frac{1.447 - 1}{0.140} = 3.193$$

En la tabla 2 del apéndice, localizamos el valor de 3.950 de donde, $P_{z_2} = 0.00004$, para 3.193, $P_{z_1} = 0.00071$. La suma $(0.00004 + 0.00071) = 0.00075$ que es el valor de $P(\text{total})$, al multiplicarlo por 100 tenemos que solamente el 0.075 %, esta fuera de especificación. Tomando en cuenta

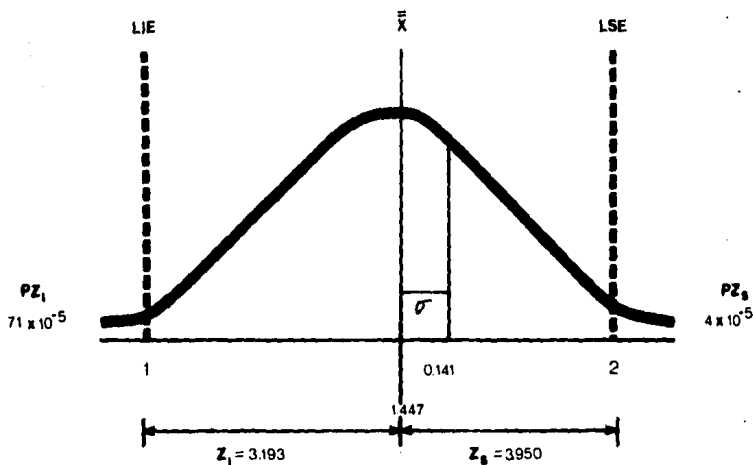
que un proceso puede considerarse Hábil cuando el 99.73 % de las observaciones se encuentran dentro de la especificación para ($\pm 3\sigma$), y 99.996 % para ($\pm 4\sigma$). El proceso de pintado es HABIL para ($\pm 3\sigma$), ya que solo el

$$100 - 0.075 = 99.925 \%$$

se encuentra dentro de especificaciones. (ver gráfica de distribución D2, página 98-B, y gráfica 1 en el apéndice).

Si observamos la gráfica (D2), podremos ver que el proceso es HABIL, pero las variaciones que se presentan se deben a variaciones del proceso, esto se debe a fallas en el sistema.

GRAFICA DE DISTRIBUCION D2



$$\bar{X} = 1.447$$

$$LSC = 1.637$$

$$LIC = 1.256$$

$$LSE = 2$$

$$LIE = 1$$

$$\bar{R} = 0.328$$

$$LSC = 0.692$$

$$LIC = 0$$

Habilidad del proceso de Pintado

$$\sigma = \frac{R}{d_2} = \frac{0.328}{2.33} = 0.140$$

$$Z_2 = \frac{LSE - \bar{X}}{\sigma} = \frac{2 - 1.447}{0.140} = 3.950 \quad \therefore \quad PZ_2 = 0.00004$$

$$Z_1 = \frac{\bar{X} - LIE}{\sigma} = \frac{1.447 - 1}{0.140} = 3.193 \quad \therefore \quad PZ_1 = 0.00071$$

$$PZ_{total} = 0.00004 + 0.00071 = 0.00075 \times 100 = 0.0750 \%$$

$$Habilidad: 100 - 0.0750 = 99.925 \%$$

Hábil para $\pm 3 \sigma$

3.4 ASEGURAMIENTO ESTADÍSTICO DE LA CALIDAD (SGA)

El proceso de "Aseguramiento de Calidad" ya tiene mucho tiempo que se lleva a cabo en industrias de países desarrollados; prácticamente fue la base del libro que el Dr. Fergenza escribió en 1949 sobre el Control Total de la Calidad, este concepto ha sido muy enriquecido a través de los últimos 20 años por países como Japón y Alemania que junto con otras técnicas, como los Círculos de Calidad, son la razón de su desarrollo.

El aseguramiento de la calidad realmente es un conjunto de ideas ordenadas para hacer bien un producto ó prestar un servicio, esas ideas se convierten en un sistema del compartimiento humano, en la implementación de las condiciones físicas necesarias, en el suministro de herramientas, dispositivos, información, etc... necesarios en cada puesto para que lo que ahí sucede, suceda bien desde la primera vez.

Desde este punto de vista, para el establecimiento del aseguramiento de la calidad tendrá que contemplarse una adecuación de los siguientes aspectos.

A) Organigrama de la Compañía: Desde la concepción del organigrama de una compañía debe de existir un apoyo del aseguramiento de la calidad, debe de existir un estudio de

funciones, las cuales deben quedar bien definidas y claras para los que las van a realizar y al mismo tiempo deben de ser estas funciones lo suficientemente bien planeadas para que contengan solamente las actividades necesarias e indispensables, para la eficiente marcha del negocio.

B) Descripción de funciones: Este punto va muy ligado a el anterior, pero cabe recalcar que el mejor de los organigramas no funcionará correctamente si no existe en él, una adecuada descripción de funciones y por consecuencia de puestos.

C) Implementación de los recursos necesarios: Esto es para llevar a cabo las actividades designadas eficientemente, en muchos casos es más difícil definir cuales son los medios necesarios para realizar cada función de la empresa, que el mismo hecho de proporcionarlos.

D) Capacitación del personal: En sus funciones y actividades, no tiene caso capacitar a el personal por capacitarlo, si bien es cierto que no hay en el mercado especialistas para cada una de las actividades requeridas, tenemos la opción y oportunidad de darle a cada uno de los empleados y trabajadores los conocimientos suficientes para que hagan bien su trabajo, específico y entender las actividades relacionadas con él.

Si ya tenemos una descripción de puestos enmarcada en un organigrama y hemos dado los medios necesarios para el

desarrollo de las actividades, todavía nos resta lograr que el personal encargado de realizar lo quiera hacer y lo haga voluntariamente y para esto hemos de crear un ambiente de satisfacción, adecuando los medios y prestaciones tendientes a este fin; es decir: "Crear una conciencia de Calidad".

De acuerdo a los puntos anteriores, el aseguramiento de la calidad en una Planta, es la preparación que le garantice la calidad de sus productos aun cuando NO tuviera inspección, es decir que la preparación de los procesos sea tal que se garantice que lo que se hace en cada uno de ellos este bien hecho desde la primera vez. En un sistema de aseguramiento de calidad, el fabricante debe de conocer las necesidades reales del consumidor y convertir esas necesidades en estándares de operación, en procesos de manufactura eficientes, en características medibles, etc... es necesario entender que las especificaciones de un producto no siempre se ajustan con las demandas de los consumidores.

El aseguramiento de la calidad en el concepto moderno comienza en el momento de levantar un pedido y no termina hasta que se ha entregado el producto y éste, ha cumplido su vida útil, abarcando todas la funciones relacionadas de alguna manera con la función de la empresa, así se ven involucrados los departamentos de Compras, Ingeniería, Fabricación, Ventas, etc... en los cuales debe de haber una

sistematización en los procedimientos. Cada uno de estos departamentos deberá adecuar sus funciones al marco del Aseguramiento de la Calidad.

El tipo de información que deberá existir en un sistema de aseguramiento de calidad, deberá de contemplarse en un sistema muy completo de comunicación, y/o retroalimentación de información en forma natural y eficiente además de proveer todos los sistemas y procedimientos necesarios, tales como:

- a) Manual de Sistemas y Procedimientos.
- b) Estándares de Operación.
- c) Estudios de Habilidad de procesos.
- d) Cartas de flujo.

Así mismo, es frecuente encontrar sistemas de Aseguramiento de Calidad enfocados al desarrollo de nuevos productos, ó a los sistemas de producción normales, así como orientados a líneas de productos en lo individual, esto es con la idea de cubrir mejor cualquier condición que se presente en una línea en lo particular.

3.4.1 Beneficios de un sistema de Aseguramiento de Calidad

Por todo lo comentado anteriormente, los beneficios que se obtienen en un sistema de este tipo son:

- a) Se obtiene un sistema natural de control.
- b) Es muy fácil detectar la fuente de cualquier error y

corregir el origen.

- c) El entrenamiento del personal se agiliza.
- d) Se minimiza el desperdicio y los rechazos.
- e) Se logra la confiabilidad del producto consecuentemente un mayor mercado.
- f) Se reducen costos y se aumenta la calidad.
- g) Se reducen inventarios y se aseguran entregas.

3.4.2 Auditoría de calidad en una empresa que tiene un sistema de Aseguramiento de Calidad.

Se entiende por Auditoría la verificación de que las cosas suceden como se espera que sucedan, es también la manera de darnos confianza en que vamos a obtener lo que esperamos, en la fecha programada y con la calidad esperada, y en la mezcla programada

La definición de Auditoría vista por un auditor: "Es la verificación de las operaciones a través de pruebas selectivas, mediante la aplicación de procedimientos para respaldar una opinión".

De esto se concluye que los factores que se deben de verificar al realizar una auditoría son: ¿Que hace la empresa (Proveedor), para garantizar a (CHRYSLER, FORD, RENAULT, V.W. etc..).Due?

- a) Se recibirá el material adecuado.
- b) En la fecha programada.

c) Con Calidad especificada.

La auditoría, pues debe de ir orientada hacia la verificación de estos tres aspectos de tal forma que las investigaciones y preguntas deben de ir encausadas hacia el proveedor.

Los puntos más importantes a verificar serían los siguientes:

- a) ¿Existe en la Planta un organigrama con descripción de funciones?
- b) ¿Se trabaja en la Planta con planos y hojas de proceso?
- c) ¿Se tiene en producción los dispositivos y/o instrumentos de medición adecuados para la verificación de características del producto?
- d) ¿El personal de ventas posee una hoja de datos técnicos que se llena a la hora de levantar un pedido?
- e) ¿Tiene la compañía un sistema de manejo de quejas y reclamaciones de los clientes. Que trato se les da?
- f) ¿Cuales son los porcentajes de desperdicio, defectivos y retrabajos comparados con los productos?
- g) ¿Hay estudios de habilidad del proceso, previos al lanzamiento de un nuevo producto?
- h) ¿Los sistemas de inspección son congruentes con sistemas internacionalmente aceptados?

Estas preguntas son algunas de las que realizan los fabricantes de automóviles, por ejemplo las auditorías SPEAR de G.M., estas van orientadas a verificar que lo que se está fabricando va a ser aceptado, que los planes parece que se cumplirán, que se está haciendo lo necesario para esperar que se les cumpla en calidad, tiempo, cantidad y precio, de acuerdo a lo estipulado y no como en el pasado se hacía, donde la única preocupación era "NO dejar pasar productos malos", se hacía a base de inspección masiva, pero nunca les dió resultado, pues seguían recibiendo producto malo y ocurriendo fallas en las entregas, por eso se ha dado este paso, que ha demostrado haber sido el más atinado por su eficacia.

3.4.3 Estandarización

Cuando en un proceso se utilizan los mismos materiales, repetidas veces ó se emplea el mismo método, es conveniente establecer normas para ellos. Las normas son el efecto de estandarizar los materiales, partes, componentes ó los mismos métodos, dentro de las normas existen las que se determinan inevitablemente y las que deben de ser establecidas, por ejemplo: En la fabricación de un producto donde haya un límite de costo, el diseño, la producción se hacen para obtener la calidad óptima dentro del límite fijado del costo y así, las normas concernientes a diseño, técnicas de producción y fabricación, tienden por naturaleza a someterse a revisión continua con miras a lograr las condiciones óptimas y así se hacen mejores, paso por paso. Además que las normas bien establecidas ahorran la transmisión de información.

Cuando se produce una condición anormal en un producto, es de vital importancia averiguar su causa, a fin de evitar que ocurra otra avería similar bajo el aspecto de estandarización, la anomalía se debe seguramente a que no estaban determinadas normas algunas, ó si estuvieran determinadas posiblemente no eran las correctas, ó sea que si se determinan mal las normas, se debe de desarrollar una investigación de dicha anomalía. El efecto de la estandarización no surge hasta que se cumpla lo estandarizado, las normas, para observarlas, hay que dar

educación y entrenamiento de personal y antes que todo hay que dar a conocer al personal las normas que son vigentes. También es conveniente hacer una revisión ó mantenimiento periódico de las normas establecidas, para poder estar seguros que son las adecuadas a las necesidades y al personal del negocio.

CAPITULO IV

EQUIPO Y CAPACITACION

4.1 Equipo existente:

Con la aplicación de las técnicas de estadística en procesos de manufactura y en general en una serie de actividades, se han desarrollado nuevas tecnologías en la fabricación de equipo de control, el cuál viene a simplificar, justificar y apoyar muy notoriamente, la aplicación de la estadística a dichos procesos. Entre los fabricantes más fuertes en estos tipos de equipos y sistemas, se encuentra Mitutoyo (firma japonesa especialista en equipo de medición). El sistema de esta compañía se conoce como MSPC (Mitutoyo Statistical Process Control System), el cuál se compone de varias partes de acuerdo al presupuesto y tipo de información a manejar del cliente. Existen otras marcas de este tipo de equipos, pero la mencionada es la de mayor demanda en el mercado Japonés, Norteamericano y Mexicano. En la actualidad cuando una empresa va a implementar un sistema de control estadístico, originalmente el personal involucrado en el sistema (Control de Calidad, producción, ingeniería, etc..), tienen que realizar los cálculos manualmente, esto es, tomar una muestra del producto que sale del proceso, hacerle las mediciones necesarias, utilizando las herramientas adecuadas (calibradores, micrómetros, medidores de altura, etc..), registrarlas en el reporte correspondiente (gráficas X-R), y computar los cálculos necesarios, para poder tomar una

acción correctiva sobre dicho proceso, tal y como se mostró con las graficas A,B,C,D. Este procedimiento es válido, pero toma tiempo realizarlo, y en la gran mayoría de las empresas lo que importa es tener agilidad de decisión, para tomar las acciones correctivas lo antes posible y así brindar mejoras a los procesos y los sistemas, que beneficiarán a la empresa en cuestión. Por lo tanto con el uso de estos equipos se pueden tomar acciones correctivas instantaneas de un proceso en estudio. El equipo anterior se utiliza en areas como troquelado, ensamble, laboratorio de Control de Calidad, etc..

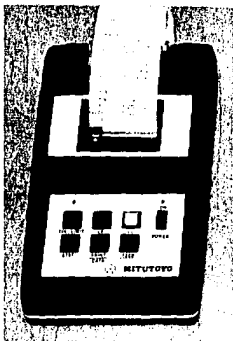
Desafortunadamente para los procesos mencionados en esta tesis y las variables a medir no se utilizaron las herramientas antes descritas ya que la deposición de fosfatizado en mgr./ ft² se mide por diferencias de peso (no existe hasta la fecha una báscula que se adapte al equipo mencionado), para el proceso de pintado el espesor de película seca se mide con el Elcometer, herramienta que tampoco se adapta al equipo descrito y no existe su adaptación hasta el momento.

En este caso lo que se hizo fue tomar las lecturas manualmente, 5 muestras y realizarles las mediciones ya descritas, lo que se recomienda es vaciar los datos a una computadora, donde con un programa que se puede elaborar en varios lenguajes de máquina, el cuál nos calcule: La media de las lecturas, el rango de las mismas, el rango promedio,

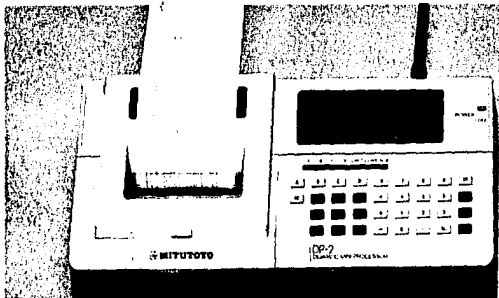
el promedio de la media de las lecturas, los límites de control para la gráfica de rangos y promedios y que además nos grafique los datos capturados y que tenga la capacidad de excluir los puntos que se encuentren fuera de control en las gráficas respectivas (X-R), que grafique la habilidad de los datos capturados y nos indique si la gráfica correspondiente a los datos capturados es hábil ó no y con múltiples opciones más, estos programas los pueden desarrollar expertos en la materia de informática ó en la práctica existe software de algunas firmas de fabricantes de computadoras que se pueden adaptar a estas necesidades (no a todas). Para nuestro caso no se utilizó ningún programa de computadora ya que no se dispone actualmente de él, pero está en desarrollo y se aplicará en corto plazo obteniendo la información de inmediato, clara y precisa, para los procesos mencionados.

Para procesos tales como troquelados, moldeados, inyección, fundición, rolados, ensambles en general y donde se tenga que realizar una medición dimensional no tan especial, etc..Es de gran utilidad el equipo de Mitutoyo. Los componentes del sistema MSPC, se muestran a continuación:(6)

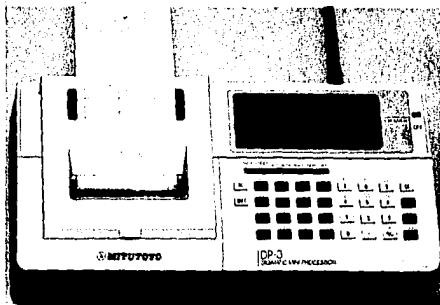
(6) Ilustraciones tomadas del catalogo Mitutoyo No. E0001



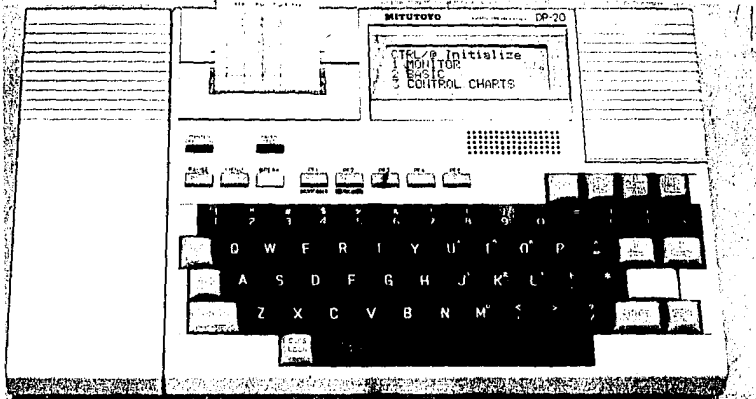
● MINIPROCESADOR DP 1



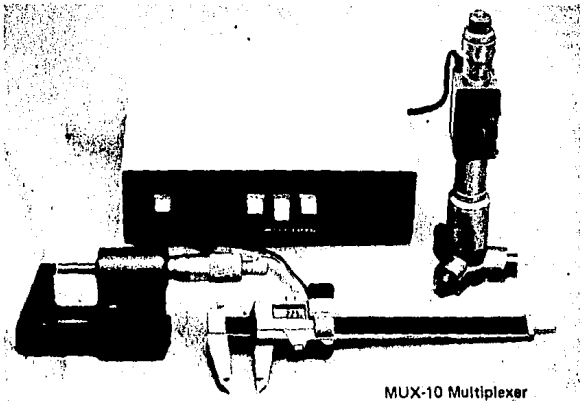
● MINIPROCESADOR DP 2



● MINIPROCESADOR DP 3

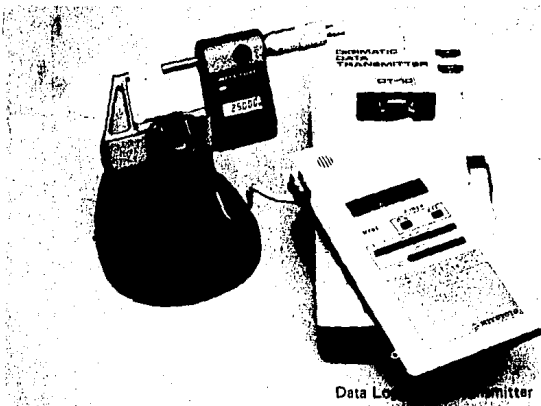


● MINIPROCESADOR DP 20



MUX-10 Multiplexer

● **TABLERO DE TRIPLE FUNCION**



Data Logger and Transmitter

● **REGISTRADOR DE DATOS Y TRANSMISOR**

El sistema se compone de miniprocesadores de información, los cuales van del mas elemental al mas completo y son: DP-1, DP-2, DP-3, DP-20. Con el miniprocesador DP-1, el fabricante comenzó la revolución de estos equipos, hasta llegar al DP-20. A continuación se da una breve explicación del funcionamiento de este sistema, ya que no es objetivo de esta tesis profundizar a detalle en el funcionamiento del mismo, ni de un fabricante en especial.

El miniprocesador DP-1 nos da un record de las lecturas ó mediciones tomadas, valor máximo, valor mínimo, media, rango, desviación estandar, histograma, fecha, número de parte, etc.. Se le pueden conectar las siguientes herramientas de medición: Micrómetro, Calibrador (vernier), medidor de alturas, medidor de diámetros, indicador, entre otros. Para el registro de las mediciones se puede utilizar un pedal eléctrico que manda la señal de registro de medición al DP-1.

El miniprocesador DP-2 nos ofrece las características del DP-1, además de histograma en 4 colores, indicando con flechas los puntos fuera de control.

El miniprocesador DP-3 nos ofrece las características del DP-2, además nos da la gráfica (X-R) por separado, del estudio inicial (indicando los puntos fuera de control) y

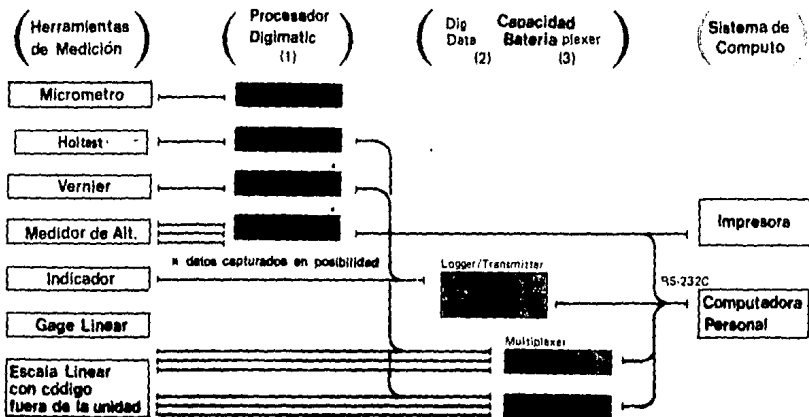
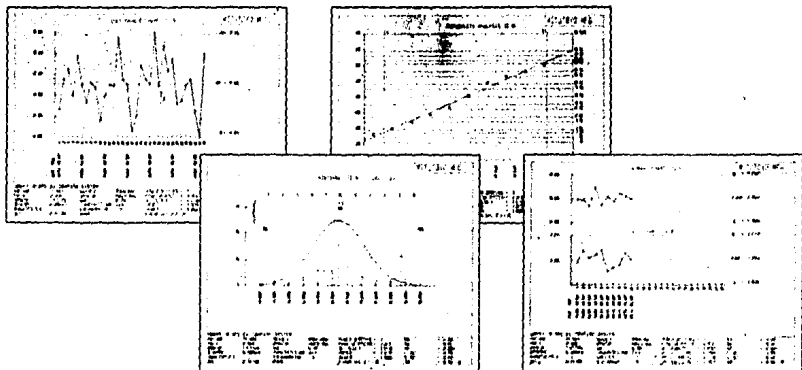
del estudio final (omitendo los puntos fuera de control, recalculando los nuevos límites etc.), ó sea que dados los límites de especificación de Ingeniería tiene la capacidad de eliminar los puntos que se encuentran fuera de los límites de control y recalcular los nuevos límites, para que el proceso quede bajo control estadístico, además puede conectarse con una terminal de computadora por medio de una interfase, es decir que la información obtenida por la herramienta de medición va directamente a la memoria del miniprosesador y se transmite a una computadora.

El miniprosesador DP-20 nos ofrece las características del DP-3, además de tener una mayor capacidad de registro de información, este miniprosesador funciona como terminal de computadora ya que se puede programar en él, consta de memoria continua y algunas otras novedades.

Si no se quiere invertir en los microprocesadores, otra opción es instalar una red a base de herramientas de medición interconectadas a un multiplexer de 3 canales, (aparato de multiples conexiones), y manejar la información directamente en un centro de cómputo ó una computadora personal, y así utilizar los formatos y reportes que la empresa requiera con la posibilidad de modificarlos cuantas veces se necesite. (ver diagramas) a continuación:

GRAFICAS \bar{X} , R.

Histograma y Capacidad del Proceso Obtenidas por una Computadora



Dentro de las herramientas de medición para este sistema esta la serie Digimatic, esta se compone principalmente de:

- 1) Micrómetro (Micrometer) MDM. Series 293, 164.
- 2) Vernier (Caliper) CDM. Series 500.
- 3) Medidor de alturas (Height gage) HDM. Series 192.
- 4) Medidor de diámetros (Holtest) Series 46B.
- 5) Indicador (Indicator) IDB. Series 543.
- 6) Indicador (Indicator) IDM. Series 543.
- 7) Gage linear (Linear Gage) LG. Series 542.
- 8) Preset de límites (Presetter) No. 543-003.

El (1) sirve para medir espesores de materiales, por ejemplo para el recibo de rollos de acero. El (2) sirve para realizar múltiples mediciones, interiores, exteriores, espesores, etc... El (3) sirve para medir las alturas por ejemplo de una pieza en producción ó un ensamble, calibrar la presión de alguna troqueladora etc.. El (4) sirve para medir diámetros por ejemplo de una pieza embutida, fundida, ejemplo un pistón, etc... El (5) sirve para medir también alturas ó variaciones en una superficie plana etc... El (6) sirve para lo mismo pero es otra presentación de indicador... El (7) sirve también para medir alturas de piezas, con la opción de obtener la lectura en un aparato separado, además cuenta con base de sujeción... El (8) es la combinación del 6,7, D-P1 y el preset de límites donde se pueden tomar las lecturas directamente y procesarlas de

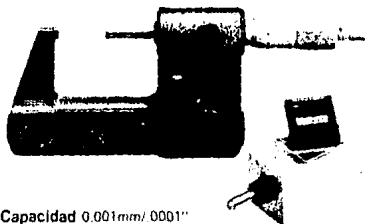
inmediato sin la necesidad de anotarlas en un papel anterior para la captura de los datos a la computadora.

A continuación se muestran las herramientas de medición descritas anteriormente:(7)

(7) Ilustraciones tomadas del catalogo Mitutoyo No. E0001

HERRAMIENTAS DE MEDICION PARA SERIES DIGIMATIC

• MICROMETRO DIGITAL Series 293 164



Capacidad 0.001mm/0001"
Bateria 3pcs. LR1 (AM5)

No.	Rango	No.	Rango
293-111	0 - 25	293-212	0 - 25/0 - 1"
293-112	25 - 50	293-213	25 - 50/1 - 2"
293-113	50 - 75	293-214	50 - 75/2 - 3"
293-114	75 - 100	164-151	75 - 100/3 - 4"
164-151	0	164-152	50/2"

• MEDIDOR de DIAMETROS Series 468



Resolution: 0.001mm/0001"
Battery: 1pc. SR44

No.	Rango	No.	Rango
468-101	6 - 8	468-201	275 - .35"
468-102	8 - 10	468-202	35 - .425"
468-103	10 - 12	468-203	.425 - .5"
468-104	12 - 16	468-204	.5 - .65"
468-105	16 - 20	468-205	.65 - .8"
468-106	20 - 25	468-206	.8 - 1.0"
468-107	25 - 30	468-207	1.0 - 1.2"
468-108	30 - 35	468-208	1.2 - 1.4"
468-109	35 - 40	468-209	1.4 - 1.6"
468-110	40 - 45	468-210	1.6 - 1.8"
468-111	45 - 50	468-211	1.8 - 2.0"
468-112	50 - 60	468-212	2.0 - 2.4"
468-113	60 - 70	468-213	2.4 - 2.8"
468-114	70 - 80	468-214	2.8 - 3.2"
468-115	80 - 90	468-215	3.2 - 3.6"
468-116	90 - 100	468-216	3.6 - 4.0"

• CALIBRADOR DIGITAL Series 500



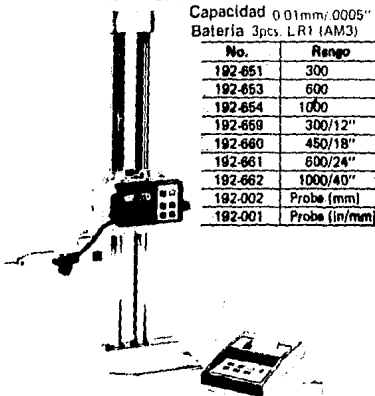
Capacidad: 0.01mm/0005"
Bateria 1pc SR44 (G13)

No.	Rango	No.	Rango
500-210	150	500-215	6"/150
500-211	200	500-216	8"/200
500-212	300	500-217	12"/300

• MEDIDOR de ALTURAS Series 192

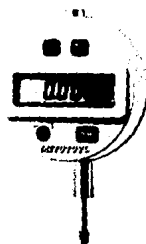
Capacidad 0.01mm/0005"
Bateria 3pcs. LR1 (AM3)

No.	Rango
192-651	300
192-653	600
192-654	1000
192-659	300/12"
192-660	450/18"
192-661	600/24"
192-662	1000/40"
192-002	Probe (mm)
192-001	Probe (in/mm)



• INDICADOR DIGITAL Series 543

No.	Rango
543-152	12.5mm
543-162	5"/12.5

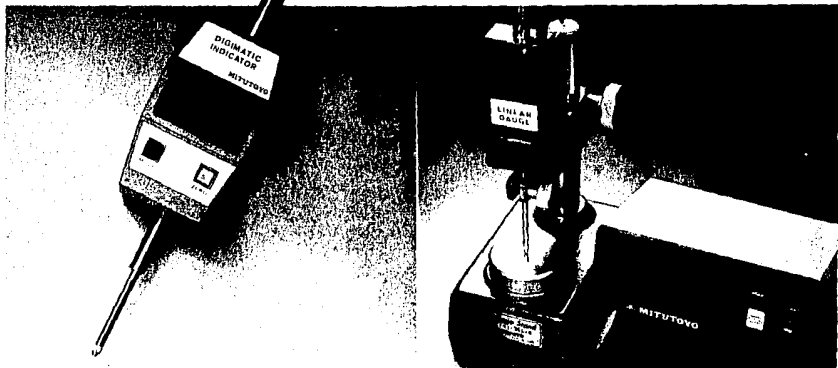


• INDICADOR DIGITAL

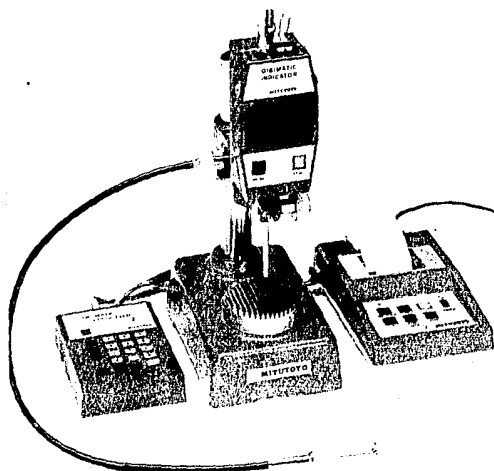
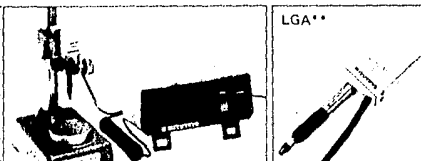
Series 543

• GAGE LINEAR

Series 542



Range	0.001mm	0.01mm
10mm	543-411	543-431
30mm	543-413	543-433
50mm	543-415	543-435
10mm/.4"	543-421	543-441
30mm/1.2"	543-423	543-443
50mm/2"	543-425	543-445



CABEZAL DEL GAGE

Range	0.001mm	0.01mm
10mm	542-201**	
30mm	542-303	542-343
50mm	542-305	542-345
10mm .4"	542-221**	
30mm 1.2"	542-323	542-363
50mm 2"	542-325	542-365

Display Unit (with or without AC adapter)

Metric	Inch/Metric	AC adapt
542-001-1	542-002-1	without
542-001	542-002	525694 11
542-001A	542-002A	525694A 11
542-001D	542-002D	525694D 12
542-001E	542-002E	525694E 12

PRESET DE LIMITES 543-003

4.2 Capacitación

Cuando se va a implementar un sistema de control estadístico en una empresa, es necesario formar un grupo encargado de organizarlo, implementarlo, ejecutarlo etc.. para que este quede bien estructurado y los resultados sean los mas favorables para la empresa.

4.2.1 Círculos de control de calidad

Los Círculos de Control de Calidad tuvieron su origen en Japón por el año de 1962 a iniciativas del DR. Kaoru Ishikawa, y un grupo de Ingenieros que se venian reuniendo en una sociedad llamada JUSE (Japanese Union of Scientist and Engineer), fundada en enero de 1949, los cuales publicaron su primera revista *Guanba To.Q.C.*, donde promovían las primeras ideas e iniciativas sobre la formación de grupos de trabajo cuya característica particular era que fuera personal de la misma area de trabajo, denominando a dichos grupos Círculos de Control de Calidad.

En mayo del mismo año, se registra el primer Círculo en la empresa Japan telephone and Telegraph Corporation, y de esta manera nacen los Círculos de Control de Calidad, siendo primero el Japón y ahora en diversos países, uno de ellos

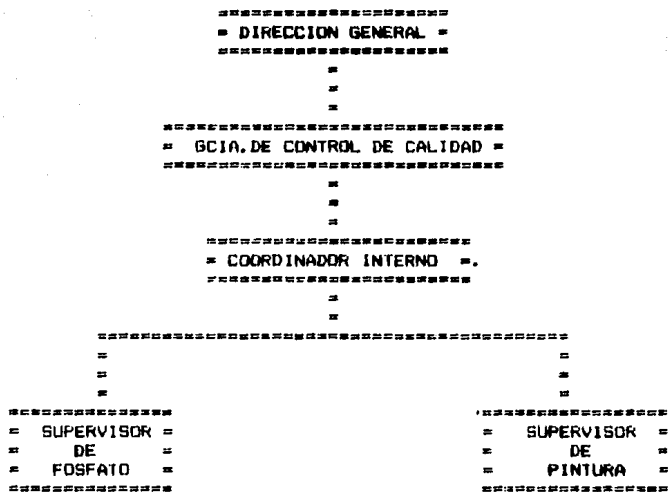
México, donde los Círculos de Control de Calidad han tomado la importancia merecida, en la industria de la electrónica, en la automotriz, en la de línea blanca, en la naviera, etc.. resultado, que los productos mexicanos sean de buena calidad y tengan una aceptación internacional favorable.

4.2.2 Principios de los círculos de control de calidad

Los Círculos de Control de Calidad están compuestos por grupos de personas (4 a 8 máximo), que pertenecen a la misma área de trabajo, que se reúnen voluntariamente para estudiar y resolver problemas de diferentes tipos como mejora de la calidad, del servicio, eficiencia, seguridad, mantenimiento, mejoras en la productividad, inherentes a su área de trabajo. En nuestro caso se organizó de la siguiente manera:

- 1) Mediante un resumen se comunicó a la gerencia acerca del Proceso del Círculo de Calidad.
- 2) Se analizó la organización para ver su viabilidad.
- 3) Se formó un grupo directivo compuesto de 5 elementos. (ver organigrama) (Página 116-B)
- 4) Se eligió al coordinador interno.
- 5) Se seleccionó el área potencial para los Círculos de Calidad iniciales, para nuestro caso el área potencial es el proceso de fosfatizado y pintado existentes en la planta.
- 6) Se presentó los Círculos de Control de Calidad a los

**ORGANIGRAMA CIRCULO
DE
CONTROL DE CALIDAD**



supervisores de las áreas mencionadas.

- 7) Se ofrecieron como voluntarios los supervisores, de cada área, se les dió capacitación sobre los procesos correspondientes a cada uno, y los documentos a utilizar.
- 8) Después de la capacitación anterior, se presentaron los Círculos de Control de Calidad a los empleados quienes reportan a los supervisores recién capacitados.
- 9) Los empleados se ofrecieron como voluntarios para ser miembros del círculo.
- 10) Se formó el Círculo de Calidad.
- 11) Se comunicó a toda la organización acerca de las actividades y éxitos del Círculo.
- 12) A medida que aumentó el interés, se formaron Círculos adicionales por área de trabajo.

4.2.3 Objetivos y Resultados.

Algunos de los objetivos de los Círculos de Control de Calidad son los siguientes:

- 1) Desplegar completamente las capacidades de seres humanos y descubrir posibilidades infinitas.
- 2) Respetar la dignidad humana y encontrar sentido en el trabajo.
- 3) Contribuir al mejoramiento y desarrollo de la empresa.
- 4) Mejorar las habilidades de liderazgo y administrativas del supervisor, jefes, profesores y promover el mejoramiento y el auto-desarrollo
- 5) Incrementar la moral de los trabajadores, hacia el nivel de crear un ambiente en el que cada uno este más conciente de la calidad y de la necesidad de mejorar su comportamiento y su servicio.
- 6) Funcionar como núcleos efectivos que provean a Directores ó Gerentes para tomar decisiones de politica de Empresa y en esta forma cada vez mas, ir alcanzando el aseguramiento de la calidad.

Considerando el nivel de estudios del obrero mexicano de 4 año de primaria (según entrevistas realizadas en sindicatos como C.T.C. y C.T.M.) como realmente sucede en la mayoría de las empresas, se sugieren las siguientes áreas de capacitación (8), I,II,III;

I Relaciones Humanas

Es necesaria la inducción en esta área, con el fin de crear la conciencia necesaria del trabajo en equipo, despertar el deseo de superación y el auto-desarrollo del personal.

En esta área también se busca la integración no solo del individuo, sino de la familia misma de él, para que se desarrolle mas abiertamente en su ambiente de trabajo, sin presiones ni problemas familiares que repercutan directamente en sus labores.

II Matemáticas básicas

Se considera cierta instrucción específica en esta área por la necesidad que tendrá el personal de manejar datos recopilados en sus ensayos y pruebas; las matemáticas requeridas son las que se ven a nivel primaria.

III Herramientas Estadísticas

Son realmente conceptos básicos de estadística los que requieren para la solución de la gran mayoría de problemas, conceptos que pueden ser asimilados lentamente, por el personal de piso (personas con un nivel académico de preparatoria); con estas pocas herramientas se ha encontrado que se pueden manejar y analizar el 95% de los problemas de producción, si bien es cierto que hay problemas complicados

que requieren de técnicas mas avanzadas, como diseño de experimento y analisis de operaciones, pero son los menos, y en esos casos se podrá recurrir al personal especializado en la materia para la resolución de los mismos.

Con los Círculos de Calidad también se han obtenido resultados como:

Se desarrollan soluciones más creativas que soluciones de problemas en grupo.

Los empleados se orientan hacia la solución en lugar de las quejas.

El crédito al empleado por las soluciones que aporte, aumenta su compromiso para hacer que tengan éxito.

Aumenta el interés del empleado y su comprensión de los problemas gerenciales.

Los empleados aumentan su conciencia de la calidad.

Desarrolla a los empleados e identifica a los futuros supervisores.

Mejora las relaciones supervisor/empleado.

CAPITULO V

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Como se ha visto a lo largo de la tesis, se han tocado principalmente 3 puntos en los diferentes capítulos, que son: El técnico, el humano y el administrativo:

5.1 Técnico

En los primeros capítulos de la tesis se mencionaron las aplicaciones y funcionamiento de dos procesos, el de fosfatizado y el de pintado, se observó que son procesos que presentan su complejidad técnica para su ejecución, por sus instalaciones, su manejo, los productos utilizados y por el control que se requiere de los mismos, estos procesos en la actualidad se encuentran funcionando y todos los datos obtenidos de los mismos son en condiciones normales de operación y producción, para su diseño e instalación, se consultó en parte a firmas especialistas en este campo. Desde el punto de vista técnico, los procesos cumplen en su totalidad las exigencias de la industria automotriz, sin embargo no quiere decir que no se puedan mejorar en instalaciones y resultados del producto que arrojan dichos procesos, existen en la actualidad procesos similares más automatizados y con nuevas tecnologías que podemos apreciar en las plantas armadoras de automóviles, y algunas otras en México y el mundo, sin embargo muchos de ellos siendo más grandes y complejos operan bajo las mismas bases técnicas,

para lograr su propósito final, un muy buen acabado de pintura con excelente adherencia y durabilidad.

También mencionamos algunas técnicas estadísticas, que en la realidad son las que más se utilizan en la industria en general por ejemplo: llantera, línea blanca, automotriz, electrónica, huleta, metal-mecánica, etc... Existen muchas otras técnicas estadísticas que también se utilizan, pero no son tan comunes en todos los ramos de la industria. Se aplicaron las técnicas propuestas ya que se había detectado que los procesos mencionados en la tesis tenían un alto porcentaje de merma y no eran confiables, se propusieron algunas mejoras en los mismos, obteniendo en la realidad mejores resultados de estos y una reducción bastante notoria en la merma. Las técnicas aplicadas posiblemente aparenten ser complicadas, pero no es así, en la actualidad con la tecnología y equipos existentes junto a un buen asesoramiento, se pueden obtener excelentes resultados en corto plazo aprox. (2-3 meses).

Dentro de las recomendaciones, si se quisiera invertir en más equipo, se tendría que realizar un estudio costo/beneficio, para analizar el tiempo de amortización de la inversión, y esta sería a largo plazo ya que con las instalaciones actuales se tiene capacidad sobrada con calidad uniforme y bajo costo de producción y un porcentaje de merma aproximadamente del 0.2%, para el proceso de fosfatizado y 0.7 % para el proceso de pintado, por lo

tanto no es recomendable por el momento la inversión. Para la aplicación de las técnicas, si es recomendable utilizar un programa de computadora y adquirir más equipo para tal efecto ya que el computo manual de los datos es tedioso y toma tiempo y lo más importante, que las acciones a tomar no son inmediatas, ocasionando estas producciones defectuosas que seguramente serán rechazadas por control de calidad ó se requerirá de un reproceso, elevando esto el costo de la producción. Es recomendable que se apliquen más técnicas estadísticas para que en el transcurso del tiempo los procesos mencionados sean lo más uniforme y confiable posible.

5.2 Humano

Durante el transcurso de esta tesis también se mencionó de algunas ideas ya conocidas como lo es, el Aseguramiento de la calidad, ideas que vienen a revolucionar a la industria en México y otros países subdesarrollados, dentro de estas ideas, mencionamos la capacitación del personal, implementación de recursos, y otras actividades necesarias para la correcta interpretación y ejecución de las mismas, dentro de estas, se habló de auditorías que realiza directamente el cliente al proveedor y de los beneficios que brindan a la empresa. Posteriormente se mostró el equipo existente para poder aplicar las técnicas estadísticas y de la capacitación necesaria para el uso del mismo, de la formación de los círculos de control de

calidad, de sus objetivos y resultados, en fin una serie de factores y elementos que involucran de una manera u otra, el factor humano, quizás el más importante y difícil de controlar en cualquier industria. Esto es en función a que por naturaleza el ser humano es resistente a un cambio, climatológico, emocional, laboral, etc... Los resultados que se observaron cuando se estructuró el proceso de círculos de control de calidad en un principio, fueron una oposición al cambio, la gente se mostró reacia a dicho proceso, entonces por medio de pláticas, audiovisuales y prácticas reales se "le vendió la idea al personal que estaba involucrado en el círculo", algunos mostraron más interés que otros, pero la oposición resaltaba, con el tiempo se han obtenido resultados muy favorables, la gente participa plenamente, está convencida de que el sistema es bueno y confiable, opina con ideas para la mejora de procesos y calidad del producto, acepta que las auditorías son por beneficio de la empresa, que cuanto mejor sea el producto, desde el punto de vista, calidad, precio, servicio, etc... este tendrá una mayor aceptación en el mercado, por lo tanto mayores ventas, que se reflejarán al finalizar el año, en un reparto de utilidades más atractivo para cada uno de ellos, además de conservar la fuente de trabajo en mejores condiciones.

Dentro de las recomendaciones referentes a este punto, se recomienda que se continúe con los planes actuales: seguir capacitando al personal, orientarlo, organizarlo

dentro del sistema de nuevas ideas, para los propósitos de esta tesis, se entiende por organización un marco determinado de puestos, funciones y tareas, para que con referencia a él, se puedan contestar las preguntas relacionadas con las líneas de comunicación, la autoridad y la responsabilidad, y las aclaraciones que involucren a todos los integrantes del marco. Actualmente se están tomando estas acciones con resultados muy positivos.

5.3 Administrativo

Al analizar este punto, podemos apreciar como se vio afectado el organigrama de la empresa, se tuvo que formar un grupo directivo de 5 elementos para la coordinación del círculo de control de calidad, actualmente esta en proyecto la formación de grupos coordinadores de nuevos círculos de control de calidad, pero existe un factor que hay que contemplar, la administración de departamentos pequeños generalmente plantea pocos problemas de organización, pero a medida que aumenta, la flexibilidad tiende a ser reemplazada por la rigidez y se presenta el caso que se duplican las funciones y separación de actividades, entonces es necesario que una persona se encargue del departamento, para esto posteriormente se nombraría un gerente de círculos de control de calidad, pero no se ha llegado a estos niveles hoy en día.

Por otro lado sabemos que el objetivo de una empresa privada, por lo general es obtener un beneficio para sus asociados, y que dicho beneficio proviene de la diferencia que existe entre el precio de venta de la mercancía ó servicio, y los costos requeridos para producirla y venderla. Generalmente el departamento de control de calidad no influye en el precio de venta de los productos, pero sus actividades tienen un gran efecto en el costo del producto, basandonos en esto, quizás uno de los objetivos más importantes de Control de calidad, Producción e Ingeniería de proceso sería el de reducir al máximo los costos de la empresa, estos incluirían las pérdidas debidas a la garantía del producto, el desperdicio, el reproceso, la responsabilidad por reducir la merma de los procesos, el costo de mantener la organización del control de calidad, etc... Ya que actualmente la situación que se vive en México donde ya no nos podemos dar la libertad ó lujo de fabricar productos de mala calidad, (sean ó no para equipo original en el caso de la tesis), alto precio y mal servicio a los consumidores, ya que con el ingreso de México al Gatt, se comenzará, no en todos los productos pero si en varios, la libre competencia, donde sobrevivirá ó capturará un margen interesante de mercado, el fabricante que tenga productos de calidad, precio competitivo y excelente servicio, y por otro lado si la empresa requiere de divisas, tendrá que exportar, y para este efecto se

necesita tener una calidad muy competente así como el precio del producto.

Para este aspecto recomendaría que se continuara trabajando sobre estas ideas nuevas en la empresa, ya que los resultados del mercado consumidor han sido muy favorables, se han realizado pruebas comparativas de productos fabricados en la empresa con dos ó tres años de anticipación, con los actuales y se han encontrado grandes mejoras en los actuales, en calidad, apariencia, pruebas funcionales, ya que lo que había bien de una empresa externamente son: los productos y el servicio básicamente, e internamente los resultados habían por si solos.

APENDICE

TABLA 1

FACTORES PARA CALCULO DE LIMITES DE CONTROL

NUMERO DE OBSERVACIONES EN LA MUESTRA	GRAFICA DE PROMEDIOS			GRAFICA PARA DESVIACIONES ESTANDAR						GRAFICA DE RANGOS						
	FACTORES PARA LIMITE DE CONTROL			FACTORES PARA LINEA CENTRO		FACTORES PARA LIMITES DE CONTROL				FACTORES PARA LINEA CENTRO		FACTORES PARA LIMITES DE CONTROL				
	A	A ₁	A ₂	C ₂	1/C ₂	B ₁	B ₂	B ₃	B ₄	d ₂	1/d ₂	d ₃	D ₁	D ₂	D ₃	D ₄
2	2.121	3.760	1.880	0.5642	1.7725	0	1.063	0	3.267	1.128	0.8865	0.853	0	3.686	0	3.267
3	1.732	2.394	1.023	0.7236	1.3820	0	1.858	0	2.568	1.693	0.5907	0.888	0	4.358	0	2.575
4	1.500	1.880	0.729	0.7979	1.2533	0	1.808	0	2.266	2.059	0.4857	0.880	0	4.698	0	2.287
5	1.442	1.596	0.577	0.8407	1.1894	0	1.736	0	2.089	2.126	0.4729	0.864	0	4.918	0	2.115
6	1.225	1.410	0.483	0.8686	1.1512	0.026	1.711	0.030	1.970	2.534	0.3946	0.848	0	5.078	0	2.004
7	1.134	1.277	0.419	0.8882	1.1259	0.105	1.672	0.118	1.882	2.704	0.3698	0.833	0.205	5.203	0.076	1.924
8	1.061	1.175	0.373	0.9027	1.1078	0.167	1.638	0.185	1.815	2.847	0.3512	0.820	0.387	5.307	0.136	1.864
9	1.000	1.094	0.337	0.9139	1.0942	0.219	1.609	0.239	1.761	2.970	0.3367	0.808	0.546	5.394	0.184	1.816
10	0.949	1.028	0.308	0.9227	1.0837	0.282	1.584	0.284	1.716	3.078	0.3249	0.797	0.687	5.469	0.223	1.777
11	0.905	0.973	0.285	0.9300	1.0753	0.299	1.561	0.321	1.679	3.173	0.3152	0.787	0.812	5.534	0.256	1.744
12	0.866	0.925	0.266	0.9359	1.0684	0.331	1.541	0.354	1.646	3.258	0.3069	0.778	0.924	5.592	0.284	1.716
13	0.832	0.881	0.249	0.9410	1.0627	0.359	1.523	0.382	1.618	3.336	0.2998	0.770	1.026	5.646	0.308	1.692
14	0.802	0.848	0.235	0.9453	1.0579	0.384	1.507	0.406	1.594	3.407	0.2935	0.762	1.121	5.693	0.329	1.671
15	0.775	0.816	0.223	0.9490	1.0537	0.406	1.492	0.428	1.572	3.472	0.2870	0.755	1.207	5.737	0.348	1.652
16	0.750	0.788	0.212	0.9523	1.0501	0.427	1.478	0.448	1.552	3.532	0.2831	0.749	1.285	5.779	0.364	1.638
17	0.728	0.762	0.203	0.9551	1.0470	0.445	1.465	0.466	1.534	3.588	0.2787	0.743	1.359	5.817	0.379	1.621
18	0.707	0.738	0.191	0.9576	1.0442	0.461	1.454	0.482	1.518	3.640	0.2747	0.738	1.426	5.854	0.392	1.608
19	0.688	0.717	0.187	0.9599	1.0418	0.477	1.443	0.497	1.503	3.689	0.2711	0.733	1.490	5.888	0.404	1.596
20	0.671	0.697	0.180	0.9619	1.0396	0.491	1.433	0.510	1.490	3.735	0.2677	0.729	1.548	5.922	0.414	1.586
21	0.655	0.679	0.173	0.9638	1.0376	0.504	1.424	0.523	1.477	3.778	0.2647	0.724	1.606	5.950	0.425	1.575
22	0.640	0.662	0.167	0.9653	1.0358	0.516	1.415	0.534	1.466	3.819	0.2618	0.720	1.659	5.979	0.434	1.566
23	0.636	0.647	0.162	0.9670	1.0342	0.527	1.407	0.545	1.455	3.858	0.2592	0.716	1.710	6.006	0.443	1.557
24	0.612	0.632	0.157	0.9684	1.0327	0.538	1.399	0.555	1.445	3.895	0.2567	0.712	1.759	6.031	0.452	1.549
25	0.600	0.619	0.153	0.9696	1.0313	0.548	1.392	0.565	1.435	3.931	0.2544	0.709	1.804	6.058	0.459	1.541

TABLA 2

Area Bajo la Curva Normal

P_z = Proporción del resultado del proceso fuera del límite especificado. (Para un proceso que está bajo control estadístico y normalmente distribuido).

AREA BAJO LA CURVA NORMAL

z	x.0	x.1	x.2	x.3	x.4	x.5	x.6	x.7	x.8	x.9
4.0	.00003									
3.9	.00005	.00005	.00004	.00004	.00004	.00004	.00004	.00004	.00003	.00003
3.8	.00007	.00007	.00007	.00006	.00006	.00006	.00006	.00005	.00005	.00005
3.7	.00011	.00010	.00010	.00010	.00009	.00009	.00008	.00008	.00008	.00008
3.6	.00018	.00015	.00015	.00014	.00014	.00013	.00013	.00012	.00012	.00011
3.5	.00023	.00022	.00022	.00021	.00020	.00019	.00019	.00018	.00017	.00017
3.4	.00034	.00032	.00031	.00030	.00029	.00028	.00027	.00026	.00025	.00024
3.3	.00048	.00047	.00045	.00043	.00042	.00040	.00039	.00038	.00036	.00035
3.2	.00068	.00068	.00064	.00062	.00060	.00058	.00056	.00054	.00052	.00050
3.1	.00097	.00094	.00090	.00087	.00084	.00082	.00079	.00076	.00074	.00071
3.0	.00138	.00131	.00126	.00122	.00118	.00114	.00111	.00107	.00104	.00100
2.9	.0019	.0018	.0018	.0017	.0018	.0016	.0015	.0015	.0014	.0014
2.8	.0026	.0025	.0024	.0023	.0023	.0022	.0021	.0021	.0020	.0019
2.7	.0035	.0034	.0033	.0032	.0031	.0030	.0029	.0028	.0027	.0026
2.6	.0047	.0045	.0044	.0043	.0041	.0040	.0039	.0038	.0037	.0036
2.5	.0062	.0060	.0058	.0057	.0055	.0054	.0052	.0051	.0049	.0048
2.4	.0082	.0080	.0078	.0075	.0073	.0071	.0069	.0068	.0066	.0064
2.3	.0107	.0104	.0102	.0099	.0096	.0094	.0091	.0089	.0087	.0084
2.2	.0139	.0136	.0132	.0129	.0125	.0122	.0119	.0116	.0113	.0110
2.1	.0179	.0174	.0170	.0166	.0162	.0158	.0154	.0150	.0146	.0143
2.0	.0228	.0222	.0217	.0212	.0207	.0202	.0197	.0192	.0188	.0183
1.9	.0287	.0281	.0274	.0268	.0262	.0256	.0250	.0244	.0239	.0233
1.8	.0358	.0351	.0344	.0336	.0329	.0322	.0314	.0307	.0301	.0294
1.7	.0446	.0438	.0427	.0418	.0409	.0401	.0392	.0384	.0375	.0367
1.6	.0548	.0537	.0526	.0516	.0505	.0495	.0485	.0475	.0465	.0455
1.5	.0668	.0655	.0643	.0630	.0618	.0606	.0594	.0582	.0571	.0559
1.4	.0808	.0793	.0778	.0764	.0749	.0735	.0721	.0708	.0694	.0681
1.3	.0969	.0951	.0934	.0918	.0901	.0885	.0869	.0853	.0838	.0823
1.2	.1161	.1131	.1112	.1093	.1075	.1056	.1038	.1020	.1003	.0985
1.1	.1387	.1335	.1314	.1292	.1271	.1251	.1230	.1210	.1190	.1170
1.0	.1687	.1582	.1539	.1515	.1492	.1469	.1446	.1423	.1401	.1379
0.9	.1981	.1814	.1788	.1762	.1736	.1711	.1685	.1660	.1635	.1611
0.8	.2119	.2090	.2061	.2033	.2005	.1977	.1949	.1922	.1894	.1867
0.7	.2420	.2389	.2358	.2327	.2297	.2268	.2238	.2208	.2177	.2148
0.6	.2743	.2708	.2676	.2643	.2611	.2578	.2546	.2514	.2483	.2451
0.5	.3085	.3050	.3015	.2981	.2946	.2912	.2877	.2843	.2810	.2776
0.4	.3448	.3408	.3372	.3336	.3300	.3264	.3228	.3192	.3156	.3121
0.3	.3821	.3783	.3745	.3707	.3669	.3632	.3594	.3557	.3520	.3483
0.2	.4207	.4168	.4129	.4090	.4052	.4013	.3974	.3936	.3897	.3859
0.1	.4602	.4562	.4522	.4483	.4443	.4404	.4364	.4325	.4286	.4247
0.0	.5000	.4960	.4920	.4880	.4840	.4801	.4761	.4721	.4681	.4641

GRAFICA 1

Curva de Distribución

PROCESO UNILATERAL

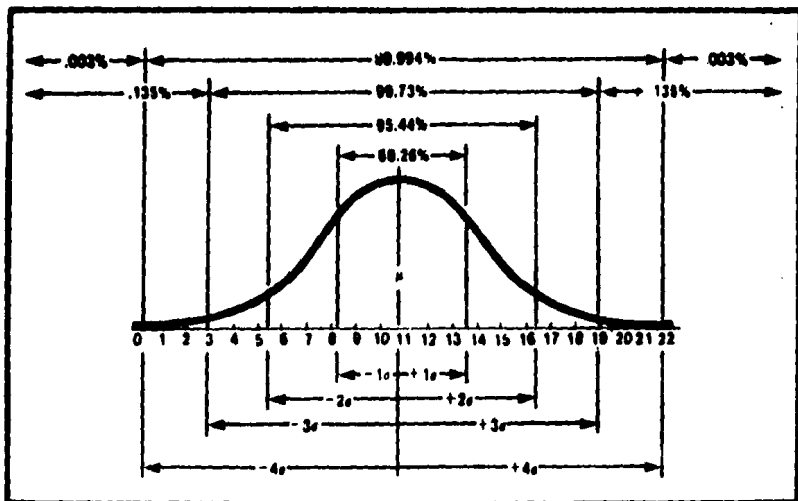
3σ = Nos certifica que el 99.87% está dentro de especificación.

4σ = Nos certifica que el 99.99% está dentro de especificación.

PROCESO BILATERAL

$\pm 3\sigma$ = Nos certifica que el 99.73% está dentro de especificación.

$\pm 4\sigma$ = Nos certifica que el 99.99% está dentro de especificación.



BIBLIOGRAFIA

DESCRIPCION DEL TEXTO	AUTOR
Automotive Paint Finishing System.	A.B Svenska Flaktfabriken Abon L. Newcomb. 1961
S.F. Paint Finishing System for the Automotive Industry.	A.B Svenska Flaktfabriken Bertil Eliasson. 1970
PPG. Coating & Resins Magazine.	PPG. Industries. Jack W. Moffatt .1978
Plant Engineering Library.	Lineal Publishing Co. Vol. VI. 1980.
ABC de los equipos de acabado por pulverización.	The Devsibiss Company 1981 Manual.
Manual del Ingeniero Químico.	Perry y Chilton 5a ed. 1981.
Manual del Ingeniero Mecánico.	Marks 8ava. edición Theodore Baumeister III
Control Continuo del Proceso y mejoras en la habilidad del Proceso.	Ford Motor Company 1985 2a edición.

American Machinist Special
Report.

Report 762, January 1984.

Massachusetts Institute of
Technology "Demings Way".

MIT Course 1984.

Control de Calidad

Richard C. Vaughn 1era.
edición 1982.

Control de Calidad
Estadístico.

Eugene L. Grant.
Richard S. Levenworth.
4a. edición 1981.

ANCO Quality Control
Manual.

3th. edition 1986.

ANCO General Quality
standard for purchased
material.

QCB-PM-1 4th. edition
1986.

CURSOS Y FOLLETOS

Seminario de Métodos
Estadísticos para el
Aseguramiento de Calidad
del Producto.

Chrysler de México
Octubre 1985.
Ing. Salvador Rodriguez.

Planeación de Relaciones
Laborales en las Empresas.

Coparmex. Noviembre 1986.
Lic. Arturo Becerra.

Apple Works y sus
Aplicaciones en la
Industria.

Asesoría Administrativa
por computadoras.
Ing. Juan Manuel Ruiz.

Dubois Mexicana.

Folleto línea Industrial.
1985.

Controles Automáticos
Industriales.

Grupo Calfer, Catálogo
General 1986.

Eclipse Immersion Burners
Series "IB & ES".

Bulletin H11. 1986

Johnson Controls.

Series H-15. Bulletin.

Fisher Controls.

Series S-100 Bulletin
71.1 S100. 1986.

Auto Ignition Systems.

Bulletin 990-H15-A. 1986.

Devibiss Dynaclean
Spray Booths.

Dynaclean series Bulletin

Mitutoyo Precision
Measuring Instruments.

Catalog. E001. 1986.

Milutoyo Digimatic
Presettters Indicators.

Catalog. E4044. 1986.

COALBORADORES EXTERNOS

Pinturas Pittsburgh de México S.A. de C.V.

Dubois Mexicana S.A. de C.V.

Oxy Metal de México.

Iurco y Descalzi de México S.A. de C.V.

Constructora de Aparatos Industriales S.A. de C.V.

Acnogasi y Asociados S.A. de C.V.

Devilbiss de México S.A. de C.V.

Anco de México S.A. de C.V.

Automotive Moulding de México S.A. de C.V.

Ford Motor Company de México.

Chrysler de México.