

29  
2ej



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA  
DE MEXICO

FACULTAD DE QUIMICA

"CONTROL ESTADISTICO DEL PROCESO (C.E.P.)  
EN LA INDUSTRIA METALMECANICA  
(UN EJEMPLO PRACTICO)"

**TRABAJO ESCRITO**  
QUE PARA OBTENER EL TITULO DE:  
**INGENIERO QUIMICO METALURGICO**  
**P R E S E N T A :**  
**HUGO ALFREDO DEL VALLE ELIZONDO**



MEXICO, D. F.

TESIS CON  
FALSA DE GRADO

1991



Universidad Nacional  
Autónoma de México



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

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

Todo el material contenido en esta tesis 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.

## INDICE

	PAG.
-- INTRODUCCION	1
CAPITULO I .- CONCEPTOS BASICOS DE CONTROL ESTADISTICO DEL PROCESO.	3
I.1 FILOSOFIAS DE CALIDAD.	3
I.2 FACTORES QUE CONTRIBUYEN A MANTENER ESTANDARES DE BAJA CALIDAD EN LAS EMPRESAS.	10
I.3 ¿QUE ES EL CONTROL ESTADISTICO DEL PROCESO (C.E.P.)	15
I.4 LUGAR QUE OCUPA EL C.E.P. EN EL CONTROL ESTADISTICO DE CALIDAD.	24
I.5 GENERALIDADES ESTADISTICAS EN LAS QUE SE BASA EL CEP.	25
CAPITULO II .- ESTRUCTURA DEL DPTO. DE CALIDAD PARA LA IMPLANTACION; ANALISIS Y SEGUIMIENTO DEL CEP.	48
II.1 FILOSOFIA Y POLITICAS.	50
II.2 ORGANIGRAMA.	51
II.3 PRINCIPALES ACTIVIDADES DEL AREA DE INGENIERIA DE LA CALIDAD.	54
II.4 PRINCIPALES ACTIVIDADES DEL AREA DE ASEGURAMIENTO DE CALIDAD PROCESO.	55
II.5 PRINCIPALES ACTIVIDADES DEL AREA DE ASEGURAMIENTO DE CALIDAD RECIBO Y PRUEBAS.	56

<b>CAPITULO III .- APLICACION A UNA SITUACION REAL.</b>	<b>59</b>
<b>III.1 ELECCION DEL AREA DE OPORTUNIDAD.</b>	<b>59</b>
<b>III.2 RECOPIACION DE INFORMACION.</b>	<b>60</b>
<b>III.3 USO DE HERRAMIENTAS BASICAS.</b>	<b>61</b>
<b>III.4 ACCIONES CORRECTIVAS.</b>	<b>63</b>
<b>III.5 RESULTADOS DE LAS ACCIONES EMPRENDIDAS.</b>	<b>65</b>
<b>III.6 RESULTADOS DE REDUCCION EN COSTOS VS. INVERSION.</b>	<b>66</b>
<b>CAPITULO IV .- CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.</b>	<b>70</b>
<b>-- BIBLIOGRAFIA.</b>	<b>72</b>
<b>-- ANEXOS. (AFENDICE).</b>	<b>74</b>

## INTRODUCCION

En la actualidad, los productores de bienes y servicios, sobre todo en la industria automotriz, se están preocupando cada vez más por brindar calidad en sus productos y, aunque todo se genera a partir, principalmente por la competencia, esto nos hace ver la importancia que representa "LA SATISFACCION DEL CLIENTE".

Brindar productos con calidad, al menor precio y con entregas oportunas, es un reto actual en la industria automotriz mexicana. Esto es posible lograrlo, entre otras cosas, aplicando un sistema de CONTROL TOTAL DE LA CALIDAD, no solo en los departamentos de calidad, sino en toda la empresa.

Con un sistema así, podremos abatir los costos del producto por medio de reducir los desperdicios, retrabajos, reclamaciones del cliente, tener la información adecuada y veraz para la tarea encomendada, solucionar los problemas a tiempo y con una inversión de capital inteligente y oportuna.

Aunque esto podrá parecer idealista, no lo es, ya que hay un denominador común que puede ser la solución a todos estos problemas: "HACER TODO BIEN A LA 1a. VEZ".

El control estadístico del proceso (C.E.P.), es una herramienta de trabajo que nos puede auxiliar para obtener información sobre los procesos a los que se le aplique, y con ello, tomar las decisiones y acciones oportunas antes de que se produzcan artículos defectuosos, esto es PREVENCIÓN en vez de DETECCIÓN.

El objetivo de este trabajo no es el de dar una explicación profunda y detallada de lo que es el C.E.P., pero si el de servir como una guía práctica de como podría utilizarse en una empresa metalmeccanica automotriz, y asi servir de ejemplo para otras aplicaciones en campos que pudieran ser muy diferentes a esta empresa.

Lo desarrollado a continuación es la experiencia personal que realice en la empresa ESTAMPADOS AUTOMOTRICES S.A. DE C.V. fabricante de partes originales para la industria automotriz terminal. Si con esto cumpla el objetivo anteriormente planteado, será de gran satisfacción el haber cooperado con mi granito de arena para MEXICO.

Se aplicara el CEP al proceso de fosfatizado en una pieza troquelada de lámina de acero que presenta inhabilidad para cumplir con las especificaciones, para disminuir los rechazos de calidad en esta parte generados al desprenderse la pintura que se deposita sobre la capa fosfatizada.

## CAPITULO I.- CONCEPTOS BASICOS DEL C.F.P.

### I.1 FILOSOFIAS DE CALIDAD

#### "FILOSOFIA BASICA SOBRE CALIDAD DE EDWARDS DEMING."

-> La productividad se incrementa conforme disminuye la variabilidad.

-> Los métodos de control estadístico permiten distinguir la variabilidad aleatoria de la variabilidad asignable o explicable.

-> Es inútil buscar causas que expliquen la variabilidad aleatoria, de ahí la importancia de usar métodos estadísticos.

-> El uso de métodos estadísticos debe implantarse en todas las áreas no únicamente en la inspección final de conformidad del producto con las especificaciones.

-> No es suficiente cumplir las especificaciones, debe reducirse la variabilidad.

-> La dependencia de un sólo proveedor tradicionalmente se rechaza por temor a pagar un mayor precio.

-> Es necesario que la administración elimine los obstáculos que inhiben el óptimo desempeño del obrero.

#### A) TRECE ASPECTOS PARA LA DIRECCION, SEGUN DEMING.

1) Crear una constancia en el propósito hacia mejorar los productos y servicios.

2) Adoptar la nueva filosofía. No podemos vivir ya con los niveles comúnmente aceptados de retrasos, errores, materiales defectuosos y mano de obra deficiente.

- 3) Eliminar la dependencia en la inspección masiva, requerir en su lugar evidencia estadística de que la calidad está incorporada.
- 4) Eliminar la práctica de negociar en base al precio.
- 5) Identificar problemas. Es responsabilidad de la dirección trabajar continuamente en mejorar el sistema.
- 6) Instituir metodos modernos de entrenamiento en el trabajo.
- 7) Implantar metodos modernos de supervisión de los obreros. La responsabilidad de los supervisores debe ser cambiada de cantidad a calidad.
- 8) Eliminar el temor para que cada uno pueda trabajar efectivamente para la compañía.
- 9) Eliminar las barreras entre departamentos.
- 10) Eliminar metas cuantitativas, carteles y lemas para los trabajadores demandando altos niveles de productividad sin proveer los métodos necesarios para lograrlo.
- 11) Eliminar estándares de trabajo que impliquen cuotas.
- 12) Instituir un programa de educación y readiestramiento.
- 13) Crear una estructura en la alta dirección, que impulse vigorosamente a los puntos anteriores.

#### "FILOSOFIA DE JOSEPH JURAN"

Los problemas de calidad se identifican en aspectos generales de la administración:

-> Todos los administradores de la empresa deben recibir entrenamiento en calidad para ser capaces de mejorarla, incluyendo la dirección general.



-> Los principales problemas de calidad son entre los departamentos, por ello los planes para mejorar que surgen de un departamento rara vez tienen resultados.

-> Existe un valor optimo para el nivel de calidad.

-> Para la procura de insumos estratégicos deben utilizarse múltiples proveedores para promover la competencia en calidad, costo y servicio.

-> Los gerentes de compras deben aplicar técnicas que les permitan evaluar a proveedores e invertir tiempo en ayudar a mejorar a aquellos problemas.

-> La forma de mejorar la calidad ocurre únicamente trabajando por proyecto y en grupo.

#### "LOS DIEZ PASOS DE JURAN PARA MEJORAR LA CALIDAD"

1) Crear conciencia de la necesidad y la oportunidad para mejorar.

2) Establecer metas específicas para lograrlo.

3) Organizar para alcanzar las metas (establecer un consejo de calidad, identificar problemas, seleccionar proyectos, nombrar equipos, designar coordinadores y facilitadores).

4) Proporcionar entrenamiento.

5) Llevar a cabo proyectos para la resolución de problemas.

6) Reportar avances.

7) Dar reconocimientos.

8) Comunicar los resultados.

9) Mantener estadísticas.

10) Mantener el ímpetu haciendo del proceso de mejora anual parte de los sistemas y procesos regulares de la empresa.

#### "FILOSOFÍA DE PHILIP CROSBY"

-> La calidad es conformidad a los requerimientos y sólo se mide por el costo de desconformidad.

-> El único objetivo de desempeño es CERO DEFECTOS.

-> La administración de la calidad se fundamenta en la PREVENCIÓN y la prevención significa PERFECCIÓN.

-> No existe ninguna razón para aceptar errores o defectos en un producto.

-> La administración general debe preocuparse en igual forma por las utilidades y por la calidad.

-> "CERO DEFECTOS" no es un programa de motivación para trabajadores, es un proceso que mide el desempeño de la administración.

-> El 50% de los problemas de calidad en proveedores son causados por la falta de claridad en las especificaciones del cliente.

-> Las gerencias de compras deben ser evaluadas al igual que los vendedores.

-> Las auditorías de calidad son inútiles, lo que debe hacerse es tratar al proveedor como una extensión de la empresa.

### "LOS CATORCE PASOS DE CROSBY (MEJORAR LA CALIDAD)"

- 1) Poner en claro que la dirección esta comprometida con la calidad.
- 2) Formar equipos de mejora de calidad con representantes de cada departamento.
- 3) Determinar en dónde se sitúan los problemas de calidad actuales y potenciales.
- 4) Evaluar el costo de calidad y explicar su uso como una herramienta directiva.
- 5) Incrementar la conciencia y la inquietud personal de todos los empleados sobre la calidad.
- 6) Tomar medidas para corregir los problemas identificados a través de pasos previos.
- 7) Establecer una comisión para el programa de CERO DEFECTOS.
- 8) Entrenar a los supervisores para que activamente lleven a cabo su parte del programa de mejoramiento de la calidad.
- 9) Tener el día de "CERO DEFECTOS" que les permita a todos los empleados darse cuenta de que ha ocurrido un cambio.
- 10) Alentar a los individuos para que establezcan metas de mejoramiento tanto para ellos mismos como para sus grupos.
- 11) Animar a los empleados para que comuniquen a la dirección los obstáculos a los que ellos se enfrentan para alcanzar sus objetivos de mejorar.
- 12) Mostrar reconocimientos y apreciación a todos aquellos que participan.
- 13) Establecer consejos de calidad que se comuniquen periódicamente.

14) Hacer continuo énfasis de que el proceso de mejora a la calidad nunca termina.

#### "FILOSOFIA DE WILLIAM CONWAY"

-> La administración de la calidad implica eliminar desperdicios de material, de tiempo y de equipo.

#### "LAS SEIS HERRAMIENTAS PARA EL MEJORAMIENTO DE LA CALIDAD"

1) RELACIONES HUMANAS: La responsabilidad de la dirección es crear, a todos los niveles, entre todos los empleados, la motivación y el entrenamiento para hacer las mejoras necesarias en la organización.

2) ESTUDIOS ESTADISTICOS: La recolección de los datos acerca de los clientes (internos y externos), empleados, tecnología y equipo, que serán usados como medida de progreso y para identificar problemas.

3) TECNICAS ESTADISTICAS BASICAS: Cuadros y diagramas sencillos que permitan identificar problemas, dar seguimiento al proceso, medir el progreso e indicar soluciones.

4) CONTROL ESTADISTICO DE PROCESOS: El seguimiento estadístico del proceso sea de manufactura o servicio, ayuda a identificar y reducir la variabilidad.

5) INGENIERIA E IMAGINACION: La clave de la resolución de problemas que involucra la visualización de un proceso, procedimiento u operación con total eliminación de desperdicio.

b) INGENIERIA INDUSTRIAL : Tecnicas de simplificacion de trabajo, distribucion de planta, flujo de materiales, etc., que fortalezcan la productividad.

#### "CONTROL TOTAL DE CALIDAD AL ESTILO JAPONES"

- > Participacion de todas las divisiones.
- > Libertad para que cada persona aplique y promueva el control de calidad.
- > Participacion total : DIRECTORES, GERENTES DE NIVEL MEDIO, ESTADO MAYOR, SUPERVISORES, TRABAJADORES EN LINEA, VENDEDORES, SUBCONTRATISTAS, SISTEMA DE DISTRIBUCION Y FILIALES.

#### "CARACTERISTICAS DEL CONTROL DE CALIDAD JAPONES"

- 1) Control de calidad en toda la empresa.
- 2) Educacion y capacitacion en control de calidad.
- 3) Actividades en circulos de control de calidad.
- 4) Auditoria de control de calidad (Premio de aplicacion DEMING y auditoria presidencial)
- 5) Utilizacion de metodos estadisticos.
- 6) Actividades de promocion del control de calidad a escala nacional.

## 1.2 FACTORES QUE CONTRIBUYEN A MANTENER ESTANDARES DE BAJA CALIDAD EN LAS EMPRESAS.

### 1. ENFASIS EN PRODUCCION Y NO EN LA CALIDAD.

Tradicionalmente la alta gerencia se ha preocupado en producir en grandes cantidades y en resolver problemas de producción. Los problemas de calidad no se enfrentan como de alta prioridad sino como accidentales en la producción. La administración incentiva la alta producción y no la alta calidad.

### 2. PUERTAS CERRADAS EN LA COMPETENCIA EXTERNA.

El énfasis de la mayoría de las empresas ha sido producir para el mercado interno no hay conciencia de las ventajas de abrirse a nuevos mercados. Por tanto ha existido una total negligencia en la adaptación de técnicas nuevas que permitan formar una imagen de calidad de los productos mexicanos.

### 3. FALTA INFRAESTRUCTURA PARA COMPETIR EN LOS MERCADOS EXTERNOS EN PRECIO Y CALIDAD.

Especialmente las empresas medianas y pequeñas que han enfrentado serios problemas de liquidez se han visto imposibilitadas a realizar inversiones en tecnología y equipo moderno. Mantiene sistemas de producción y control de calidad rudimentarios.

**4. DESCONOCIMIENTO DE LAS NECESIDADES DE LOS CONSUMIDORES.**

Son pocas las empresas que mantienen un monitoreo continuo de las especificaciones de calidad de los clientes.

**5. MALA INTRODUCCION DE NUEVOS PRODUCTOS Y SERVICIOS Y Poca PREOCUPACION PARA IMPLANTAR SISTEMA Y MEJORAR EN FORMA CONTINUA.**

Pocas compañías cuentan con sistemas formales que en forma continua corrijan fallas y mejoren los productos y servicios que ofrecen.

**6. NO SE MEJORAN EN FORMA CONSTANTE LOS METODOS DE PRODUCCION.**

Mientras un producto puede ser vendido con un margen de utilidad razonable las empresas no se preocupan por introducir innovaciones que mejoren el producto en calidad y precio, mantienen tecnologías obsoletas.

**7. NO EXISTEN PLAN DE LARGO PLAZO.**

Las pocas empresas que desarrollan planes lo hacen para horizontes muy cortos de tiempo. La falta de objetivos y estrategias de largo plazo impide que se genere la infraestructura tecnológica, material y humana necesaria para enfrentar las necesidades futuras del mercado.

**8. EXISTE UNA GRAN DESVINCULACION ENTRE LA INDUSTRIA Y LOS CENTROS DE INVESTIGACION Y DESARROLLO.**

Un número muy pequeño de empresas utilizan los apoyos que

pueden ofrecerles los centros de investigación y desarrollo para mejorar o diseñar nuevos productos y procesos. Un número aun menor cuenta con departamentos propios que propician innovaciones tecnológicas o que adapten aquellas generadas fuera de la empresa.

**9. NO SE CUENTA CON PLANES O ESTRATEGIAS PARA MEJORAR LA CALIDAD.**

Mientras que en Japón se planea el control de calidad a nivel nacional, pocas empresas mexicanas están organizadas para promover la calidad. Para formar una imagen de calidad de los productos mexicanos en el exterior se requiere un compromiso a nivel nacional.

**10. NO SE CUENTA CON PLANES DE PRODUCCION QUE PERMITAN MANTENER NIVELES BAJOS DE INVENTARIOS DE MATERIAS PRIMAS Y DE PRODUCTO EN TRANSITO Y TERMINADO.**

El mantener inventario excesivo causa grandes problemas en la determinación de defectos, es difícil identificar y corregir las causas de los problemas de calidad.

**11. NO EXISTE UNA INTEGRACION ENTRE CLIENTES Y PROVEEDORES.**

En la mayoría de las organizaciones a los proveedores se les considera ajenos a la empresa a pesar de la importancia que tiene la calidad de las materias primas u otros insumos para mejorar la calidad de los productos. Falta integrar planes conjuntos que permitan al proveedor implantar estrategias de



mejoramiento de calidad acordes con las estrategias del cliente.

**12. NO SE IDENTIFICAN LOS COSTOS DE CALIDAD.**

Las empresas identifican costos de producción y de distribución pero no se preocupan por obtener informes de los costos de calidad.

Existe la actitud generalizada de que mejorar la calidad es muy costosa y presenta altos riesgos financieros sin considerar que esta estrategia garantiza una mayor participación de mercado.

**13. NO SE UTILIZAN METODOS DE CONTROL ESTADISTICO DE CALIDAD.**

Para poder mantener estándares estrictos de calidad es esencial monitorear el comportamiento de los procesos mediante pruebas precisas que permitan determinar desviaciones antes de producir masivamente.

**14. LA ADMINISTRACION CONCEDE POCOA IMPORTANCIA A LA PARTICIPACION DEL TRABAJADOR PARA MEJORAR CONTINUAMENTE LA CALIDAD DE LOS PRODUCTOS.**

Los trabajadores en general no consideran como parte de sus responsabilidades el desarrollar calidad. La administración de arriba hacia abajo no fomenta la participación de grupos de obreros en proyectos que mejoren los productos.

15. EL DEPARTAMENTO DE CONTROL DE CALIDAD TRADICIONALMENTE HA TENIDO UNA MALA IMAGEN .

En lugar de considerarlo como el causante de problemas a otros departamentos, el departamento de control de calidad debiera de ser el vínculo que identifica, analiza y resuelve los problemas causados por errores cometidos en otras áreas a donde son retroalimentados para ser corregidos en forma definitiva.

16. FALTA DE ENTRENAMIENTO CONTINUO EN CONTROL DE CALIDAD PARA EL PERSONAL.

Existe la necesidad de dar importancia al estudio de las técnicas de control de calidad y de implantar programas a nivel de toda la empresa para promover la participación de todo el personal en la responsabilidad de "CREAR CALIDAD".

Estos programas deben ser continuos y resultado de evaluaciones periódicas de las condiciones internas de la empresa y del monitoreo externo de la competencia.

**"LA CALIDAD SE HACE, NO SE INSPECCIONA".**

### 1.3 ¿QUE ES EL CONTROL ESTADISTICO DE PROCESOS?

Hasta hace algunos años, el control de calidad se reducía a una simple labor de inspección con objeto de ver que productos deberán aceptarse y cuáles rechazarse.

En la actualidad, con la industrialización, el panorama ha cambiado. La calidad debe mantenerse a nivel uniformemente aceptable, tanto para el proveedor como para el consumidor, ya que la producción, la demanda y la competencia tan cerrada se ha incrementado, por lo que en estas condiciones, el productor esta obligado a mantener un control constante en los productos y que protegen al cliente de piezas fuera de especificaciones.

Separar lo bueno de lo malo no es suficiente ni conveniente, ya que tiene el mismo costo un artículo aceptado que rechazado.

La meta de cualquier operación de manufactura es encontrar la forma más económica para elaborar productos consistentemente dentro de especificaciones. Esto significa evitar hacer partes que no será posible usar y una inspección innecesaria.

Para lograr esta meta, cualquier persona de la organización, debe ser entrenada para la implementación y uso efectivo de los metodos estadísticos.

El proposito de los metodos estadísticos no es el de remediar cualquier problema de la empresa, pero sí es el único camino racional, lógico y organizado para crear un sistema que pueda asegurar buenos resultados en calidad y productividad simultáneamente.

El concepto básico de la implementación y uso de la estadística es que puede ser aplicado en cualquier área donde un trabajo se este llevando a cabo y que resulte variación, y ahí exista un verdadero deseo y convencimiento de la utilidad, e implementación del control de calidad estadístico. El real entendimiento involucra un profundo contacto con las situaciones del control estadístico y estar dispuestos a adquirir una nueva forma de pensar, esto es una forma diferente de mirar los problemas, ya que el esfuerzo del control es dirigido al proceso, no a las partes producidas, y a través del control estadístico seamos capaces de aprender algunas cosas nuevas acerca de los productos.

Cuando nos referimos al control de calidad por métodos estadísticos nos estamos refiriendo específicamente a esas técnicas de control de calidad que comprenden el uso de métodos estadísticos. Es lamentable que los términos de control de calidad y control de calidad estadístico son confundidos debido al desconocimiento del modificante estadístico.

El vocablo estadístico "ha causado consternación en la industria", y se relaciona generalmente con las altas matemáticas y complejas teorías. Debemos puntualizar que aunque de muchas técnicas estadísticas se pueden derivar problemas muy complicados y matemáticas avanzadas, el uso de esos métodos se ha reducido a la aritmética elemental y puede ser comprendido por una simple deducción lógica.

Si hay alguna técnica que particularmente caracterice el control estadístico de calidad, esta es la inspección de

muestras, los resultados de la inspección son analizados por sonados procedimientos matemáticos.

Estos análisis se basan en patrones de variación que generalmente se acercan a todas las condiciones en las que existe variación.

Podríamos decir que la función de experto estadístico es similar a la de un médico que se dedica a llevar la historia de un determinado número de casos que presentaron tal o cual enfermedad o por algunas conclusiones de ellos, de tal forma que a medida que el fenómeno que se estudia llega a ser más complejo, será necesario hacer uso de conceptos más especializados con objeto de llevar a cabo un verdadero estudio y en esos se utilizan las técnicas estadísticas que nos indican la forma de coleccionar datos, analizarlos e interpretarlos de tal modo que se lleguen a conclusiones satisfactorias.

Dicho en otras palabras, es un sistema de inspección, análisis y acción aplicada a un proceso de manufactura en el cual, mediante un estudio de una parte del producto, nos permita conocer el estado que guarda respecto a las especificaciones de diseño y poder mantenerlas dentro de los límites establecidos de tal forma que trabajando de una manera preventiva minimice el desperdicio y se incremente la producción.

### 1.3.1 LA NECESIDAD DEL CONTROL ESTADISTICO DE PROCESO.

Una de las mejores formas de hacer atractivo un producto es ofreciendo una adecuada calidad, lo cual es cada día mas

difícil de hacer debido al incremento de los volúmenes de producción, reducción de tolerancias y sofisticación de procesos.

De la misma forma, como los procesos se han ido cumpliendo, así también otras técnicas se han desarrollado para facilitar su control. Tal es el caso de la estadística que actualmente es imprescindible en todas las industrias modernas que cuentan con buenos sistemas de control.

Analizando detenidamente la necesidad de la estadística en control de calidad, encontramos las siguientes interrogantes:

#### ¿ PORQUE ?

Porque un medio de técnicas estadísticas es más seguro, económico y práctico predecir la calidad de una población (lote), mediante muestras representativas de este, porque también por medio de la estadística es posible predecir el comportamiento de una máquina, herramienta o un proceso.

#### ¿ COMO ?

Por medio de las técnicas estadísticas aplicables al control de calidad, tales como : gráficas de control, tablas de muestreo, etc.

#### ¿ CUANDO ?

- 1.- En cualquier etapa de un proceso productivo :
  - a. Antes de entregar a producción una máquina nueva.
  - b. Antes de aprobar un equipo nuevo ó reconstruido.

- c. Al inicio de muestras de pre-producción ó producción.
  - d. Para conocer la confiabilidad de una maquina.
  - e. Para puntos criticos ó puntos que requieran control.
  - f. Para cuando ocurran problemas, tales como quejas de clientes, alto indice de desecho, etc.
- 2.- Cuando se requiera la aceptación ó rechazo de lotes suministrados por proveedores externos.

#### ¿ DONDE ?

- 1.- En plantas industriales que requieran control de su proceso.
- 2.- En plantas industriales ó consumidores que requieran certificación de la calidad de productos comprados.

#### ¿ QUE ?

- 1.- Características críticas ó mayores de un proceso.
- 2.- Características requeridas por los clientes.
- 3.- Características requeridas por calidad para asegurar un buen producto.

#### ¿ QUIEN ?

Ingenieros, manufactura, calidad, gerentes, ventas y en general todos los involucrados directa e indirectamente en los procesos de manufactura.

Para que un programa de control de calidad estadístico dé buenos resultados, es imprescindible la participación abierta y decidida de las altas gerencias a fin de que sean estas las

responsables de hacer presión para lograr la implementación total y adecuada del programa.

Mención especial para el logro de buenos resultados en un programa de control estadístico de calidad lo merece el departamento de producción, ya que será el responsable directo de llevar los controles en proceso, contando desde luego, con la asesoría de departamentos de servicio, tales como control de calidad, procesos y capacitación.

### **I.3.2 BENEFICIOS DEL CONTROL DE CALIDAD ESTADISTICO.**

#### **1.- INSPECCION PREVENTIVA.**

Uno de los grandes beneficios obtenidos con la implantación de un programa de control de calidad estadístico, es que da mayor importancia en la inspección de prevención que en la detección, las inspecciones se realizan por medio de muestreos adecuados en las operaciones de tal modo que se localice y corrija un proceso defectuoso antes de producir demasiadas piezas fuera de especificaciones, o sea la inspección debe mantenerse conforme se están produciendo las piezas. Algunas comprobaciones pueden todavía necesitarse, pero puede ser reducida al mínimo y comprender solamente el material producido entre inspecciones sobre la operación.



## 2.- HECHOS CONTRA MEMORIA.

El control de calidad estadístico proporciona un método eficiente y sistemático de obtener información de las características de calidad de los productos. Ello permite tomar decisiones basadas en hechos y no por la intuición o la memoria. ¿ De que es capaz un proceso ? ¿ Qué tan buenos son nuestros proveedores ? ¿ Que porcentaje de artículos defectuosos se han producido en el mes pasado ? .

Todas estas preguntas buscan respuestas, y las respuestas precisas se pueden dar en un mínimo de tiempo. Los registros requeridos de un programa de control estadístico eficiente permiten respuestas rápidas exentas de opinión personal. Las decisiones tomadas de estas fuentes de información tienen que ser necesariamente más precisas.

## 3.- METODOS DE INSPECCION MEJORADOS

Cuando se inicia un programa de control de calidad estadístico, un repaso de los métodos de inspección y de los calibradores es necesario para estar seguro que los datos de inspección serán satisfactorios en uso. Esto requiere un cuidadoso análisis de los calibradores existentes y del equipo de pruebas. A menudo se encuentra que ciertas técnicas de inspección han sido ineficaces e inadecuadas. Siempre que suceda esto se deben buscar nuevas técnicas que proporcionen una información correcta.

#### 4.- FLUJO DE MATERIAL MEJORADO

Después de que el proceso de inspección se ha iniciado y se corrigen los procesos defectuosos, muchas plantas han experimentado un flujo más constante de material. Así se ayuda a encontrar problemas y se empieza a evitar la acumulación de grandes cantidades de material defectuoso.

Las correcciones permiten al material ir rápidamente por los departamentos y así evitar dificultades en la programación de tiempo y posibles obstrucciones en las líneas de ensamble.

El material llega a las líneas de ensamble y en buenas condiciones.

#### 5.- CONCIENCIA DE CALIDAD.

Un uso apropiado para las técnicas de control de calidad estadístico provee al personal en producción, desde el operador al gerente de planta, con verdadera información. Cada uno en su turno está en competencia para mejorar cualquier reporte que se refleje sobre su trabajo. El operador observa la gráfica de control de su estación de trabajo, una constante señal de un producto proveniente de su máquina o proceso. El efecto psicológico es picar su amor propio para mejorar su propia gráfica, particularmente porque el operador tiene orgullo de su habilidad en el trabajo. El saber que su destreza está siendo observada y registrada, puede ser altamente beneficioso para impulsarlo a rendir al máximo que pueda dar.

Debe notarse sin embargo, que de no encaminar y explicar cuidadosamente el programa, este puede ser contraproducente en

el rendimiento del operador. Si el operador o su jefe malinterpretan las gráficas, o se sienten que las técnicas son inútiles, puede malograrse todas sus ventajas. Las gráficas deben ser una herramienta de control y deben proporcionar información que sea beneficiosa y útil, de lo contrario, serán inactivas y sin aplicación real.

#### 6.- CALIDAD DEL PRODUCTO MEJORADA.

Como las correcciones mejoran las piezas, la calidad de ensamble también se mejora. El mejor flujo de los materiales elimina la necesidad de aceptar piezas de bajo beneficio en el producto final, esto puede reflejarse en un aumento de las ventajas y mejores relaciones con el consumidor.

Un resultado común es la gradual disminución de las quejas sobre defectos de productos críticos y un mayor cuidado con los defectos menores que anteriormente se habían pasado por alto.

#### 7.- CONOCIMIENTO DE LAS POSIBILIDADES DE UN PROCESO.

La información obtenida y mantenida en varias máquinas y procesos, permiten hacer un cuidadoso análisis de los procesos y/o máquinas. Esto puede indicarnos que el equipo actual es incapaz de llenar los requisitos que se habían impuesto, ó si se es posible, que realice trabajos para los que se la había considerado inadecuada.

También se obtiene información que puede indicar equipo para reparar o sustituir. Otro uso, puede ser, cambiar el recorrido de las operaciones actuales ó fijar la ruta de nuevos

trabajos cuando se presenten. Esto puede evitar mucho tiempo perdido al tratar de exigir de una máquina mayor precisión de la es capaz.

El conocimiento de las posibilidades de un proceso también puede ser usado para revisar tolerancias existentes y pueden alguna vez causar alguna amplitud de las tolerancias que fueran innecesariamente estrechas.

#### B.- REDUCCION.

Uno de los mas significativos beneficios, es la reducción del material de desecho. La corrección de los procesos defectuosos lo más pronto posible, evita la producción de muchas piezas defectuosas.

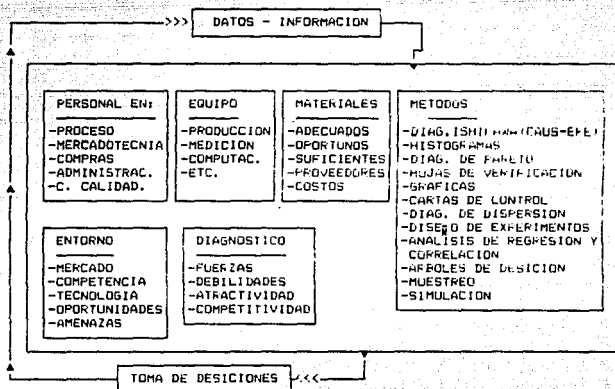
Estos ahorros pueden traducirse en dinero, probablemente ninguna otra razón haya ayudado tan poderosamente al crecimiento del movimiento de control estadístico. Hay menos trabajo de recuperación y menos desperdicio de material. lo que redunda en un ahorro de material y mano de obra. Debe asentarse que la reducción del desecho no es siempre un resultado inmediato, a menudo la mejora del equipo, calibración y un aumento en el énfasis a la calidad, dan como resultado la detección de material defectuoso que anteriormente se había perdido. Muchas compañías han registrado un aumento en su desecho durante el período siguiente a la implementación de su programa de control de calidad estadístico, después, ese nivel baja y se comienza un descenso real.

### I.3 GENERALIDADES ESTADISTICAS EN LAS QUE SE BASA EL C.E.P.

El CEP toma como base los principios de probabilidad y estadística, esto es, la recolección y organización de datos para su posterior análisis y decisiones.

A continuación propongo un diagrama para analizar algunas áreas importantes de donde obtener esa información :

#### INGREDIENTES PARA INCREMENTAR LA CALIDAD



Los datos relacionados a cualquier proceso son la base de acción y decisión :

- Los datos representan hechos.
- El control requiere datos.
- El análisis de los datos genera acciones.

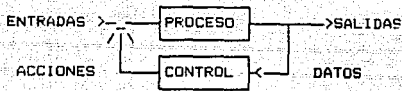


Fig. 3

### UTILIZACION DE DATOS

- 1.- Para entender el estado actual del proceso (dispersión).
- 2.- Para efectuar análisis (Causa-efecto).
- 3.- Para controlar el proceso (¿Estable?).
- 4.- Para aceptar o rechazar productos.

### CLASIFICACION DE DATOS

- A. Datos cuantificables (continuos): longitud, peso, etc.
- B. Datos cuantificables (discretos): num. de defectuosos.
- C. Datos cualitativos de atributos (pasa-no pasa, bien-mal, etc).
- D. Datos de secuencia (secuencia de operación de proceso).
- E. Datos de variaciones (correlaciones).

### IMPORTANTE

1.- Defina claramente el objetivo para el cual se obtienen datos.

2.- Discuta, proponga y decida acciones en base a realidades (datos).

3.- La obtención de datos, es la materia prima para tomar decisiones, por tanto :

- CAPACITE AL PERSONAL.
- CALIBRE INSTRUMENTOS.
- ESTABLEZCA METODOLOGIAS.
- DOCUMENTE LA INFORMACION.

Ahora daré una breve explicación de algunos (Ya que sería muy extenso explicar todos al detalle) de los métodos (fig.2) para la obtención de datos y documentar así la información.

#### 1.5.1 HERRAMIENTAS BASICAS DEL C.E.P.

##### HISTOGRAMAS.

Elaboración de histogramas:

- 1.- Cuente el número de los datos.
- 2.- Divida los datos en K grupos (clases).

# datos	!	#	clases
15-50	!	5-7	
50-100	!	6-10	
100-250		7-12	
250-->	!	10-20	

- 3.- Obtenga el rango de datos (R).  $R = \text{valor máx.} - \text{valor min.}$
- 4.- Obtenga el intervalo de clase (H).  $H = R/K$  (múltiplos de H).
- 5.- Genere las fronteras de clase. Evite que el valor máximo y mínimo sean fronteras de clase.
- 6.- Identifique y contabilice los datos que caen en cada intervalo.
- 7.- Grafique una barra para cada clase y analícela.

#### INTERPRETACION DE HISTOGRAMAS.

- 1.- Ayudan a identificar las características de producción :
  - a. Magnitud de la dispersión.
  - b. ¿Se tiene una distribución simétrica?.
  - c. ¿La distribución tiene forma de muro?
    - Sólo cumple especificaciones y no rangos naturales de dispersión.
    - ¿Dispersión alta?, puede deberse a que se están usando dos instrumentos de medición.
  - d. ¿La distribución tiene forma de peine?
    - Errores de medición.
    - Los intervalos de clase no son múltiplos de H.
- 2.- Relación con las especificaciones.
  - a. Porcentaje de productos fuera de especificación.
  - b. ¿El promedio coincide con el valor medio de espec.?
    - Acciones: reducir la dispersión y/o espec.



### 3.- Cambiar de histograma.

- a. Se elabora un histograma para cada estrato de los datos:
  - Turnos, meses, etc.
- b. Cuando la información de dos o más estratos se vacían en un sólo histograma, posiblemente se tendrán dos o más modos.

### PRINCIPALES USOS DE LOS HISTOGRAMAS.

- A. Identificar los artículos defectuosos, mejorar la producción y la calidad.
- B. Como ayuda para la identificación de causas de cambios del proceso productivo (estratificación).
- C. Estudiar datos anormales, para mostrar mejoras en calidad.
- D. Una mejor presentación de la información obtenida ya que una lista de números no es tan fácil de interpretar como un método gráfico (histograma).

### DIAGRAMAS ISHIKAWA

Los diagramas ISHIKAWA (CAUSA-EFECTO), son útiles para identificar las causas de dispersión y para organizar las acciones correctivas que se tomarán.

En el siguiente esquema observamos un ejemplo, en forma general, de un diagrama donde, usualmente, del lado izquierdo van las causas (5 "emes"), y del derecho la variable a mejorar.

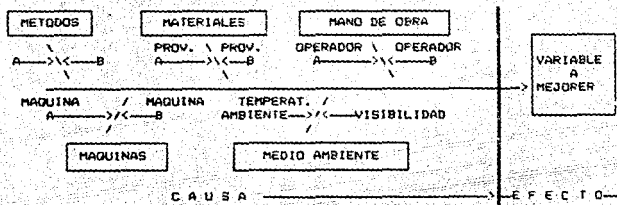


Fig.4

1.- Los análisis de dispersión tratan de contestar, ¿porqué ocurre la dispersión?. El efecto del diagrama depende del conocimiento que las personas tengan del problema a resolver.

2.- Otra utilización, es en las representaciones de procesos productivos (líneas de ensamble) :

- La línea central representa la secuencia del proceso productivo y se agregan todos los factores que afectan la calidad.
- Para seguir la secuencia productiva, son fáciles de comprender.

3.- Elaborados en base a tormenta de ideas :

- Se consideran casi todas las posibles causas.
- En forma gráfica se puede presentar todas las opiniones y sugerencias.

### VENTAJAS DE LOS DIAGRAMAS ISHIKAWA.

- 1.- Facilitan el entendimiento del problema.
- 2.- Sirven de base para la discusión del problema.
- 3.- Promueven la participación activa de las personas involucradas (tormenta de ideas).
- 4.- Permiten vaciar datos numericos en el diagrama que faciliten detectar causas y efectos.
- 5.- Muestran el nivel tecnologico de las personas:
  - Cuando existe relación, aunque difícil de medir, se subraya.
  - Cuando no se tienen pruebas de las causas, no se marca.
- 6.- Se aplican a cualquier tipo de problema.

### HOJAS DE VERIFICACION.

Las hojas de verificación sirven para :

- Obtener y agrupar datos.
- Usar fácilmente la información.
- Analizar automáticamente los datos.

**RECOMENDACION:** Diseñe sus hojas de verificación en relación al objetivo de sus datos y lo más sencillo posible. por ejemplo :

- a) ¿Que se desea saber y se tiene que investigar?
- b) En base a los resultados ¿Que medidas se tomarán?
- c) Debe contener información detallada y estratificada (trabajadores, maquinas, materiales, turnos, fechas, productos).
- d) Deben ser simples y fáciles para obtener e interpretar la información.

• Deben seguir la secuencia del proceso.

### CLASIFICACION DE LAS HOJAS DE VERIFICACION

(SEGUN SU USO)

1.- Para obtener la distribución de frecuencias del proceso productivo (promedios y dispersión).

- Para variables continuas.

- Distinguir los datos entre diferentes estratos.

2.- Para agrupar artículos defectuosos.

- Identificar las fuentes de error. (Fig.5)

HOJA DE VERIFICACION		NUM. _____
PRODUCTO _____	FECHA _____	FABRICA _____
SECCION _____	INSPECTOR _____	TURNO _____
TIPO DE DEF.	VERIFICACION	SUBTOTAL
AGRIETADO		18
INCOMPLETO		13
DEFORME		16
OTROS		3
TOTAL RECHAZADO		50

3.- Para registrar la posición de los defectos cuando el defecto afecta la apariencia externa.

4.- Para identificar las causas de los defectuosos, equivalente al diagrama ISHIKAWA, separa la información por categorías (fechas, trabajadores, tipos de defecto, etc.).

INSPECTOR _____		FECHA _____	
OBJETIVO _____			
METODO _____			
ACTIVIDADES	VERIFICACIONES	SUBTOTAL	%
EN PROCESO		22	31
EN PLANEACION		9	12
EN TRANSPORTE		12	17
EN PROD. TERM.		21	30
EN MAT. PRIM.		7	10
TOTAL		71	100

Fig.6

5.- Para verificar la realizacion de ciertas actividades o pruebas que nos interesan en especial.

- Cuando las actividades son muchas y variadas.
- Es una lista completa del proceso.
- Puede servir de listado para chequeo de mantenimiento o punto a prueba (OK).

6.- Para muestrear la distribucion de los recursos en el proceso productivo. Fig.7.

EQUIPO	TRABAJADOR	LUNES		MARTES		MIE-COLES		JUEVES		VIERNES		FECHA: 07.01.91 AL 11.01.91
		AM	PM	AM	PM	AM	PM	AM	PM	AM	PM	
MAQUINA 1	A	++	++	++	+	++	++	-	++	-	++	* SUPERFICIE DEFECTUOSA
	B	-	++	-	++	++	++	++	-	-	-	
MAQUINA 2	C	+	++	-	++	-	++	+	++	++	-	- ACABADO ASPERO
	D	-	+	++	++	++	++	-	++	-	++	

\* SUPERFICIE  
DEFECTUOSA  
- ACABADO  
ASPERO  
+ OTROS

### DIAGRAMA DE PARETO.

El diagrama de PARETO se utiliza principalmente, como una jerarquización de problemas que nos sirve para identificar ¿Que problema hay que resolver primero?, siendo una forma primaria de obtener y analizar datos, basado en el principio de PARETO:

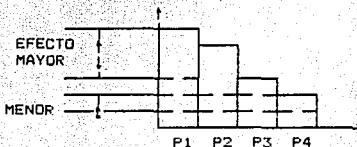
"ALREDEDOR DEL 20% DE LAS FUENTES DE LOS PROBLEMAS OCASIONAN EL 80% DE LAS PERDIDAS POR ARTICULOS DEFECTUOSOS".

#### CONSTRUCCION DEL DIAGRAMA DE PARETO.

- 1.- Defina el problema y clasifique las fuentes (defectuosos, turnos, trabajadores, máquinas, etc.).
- 2.- Defina el periodo que cubrirá el diagrama (hora, día, mes).
- 3.- Cuantifique el problema que causa cada fuente y obtenga porcentajes ó convierta a unidades monetarias.
- 4.- Defina las escalas X,Y.
- 5.- En el eje horizontal, escriba la fuente del problema con mayor porcentaje y dibuje la barra con la altura según su porcentaje. Repita esta operación por todas las fuentes de los problemas a analizar.
- 6.- Titule y documente el diagrama (fecha, máquina, número de artículos, etc.).

fig.8

#### DIAGRAMA DE PARETO



Pi=Problema i

"Es más fácil reducir a la mitad la barra más alta, que reducir a la mitad ó cero la barra más chica."

## UTILIDADES DE LOS DIAGRAMAS DE PARETO.

- 1.- Identifican las principales causas del problema:
  - Ayudan a fijar metas concretas.
  - Son fáciles de interpretar.
  - IMPACTAN.
  - Generan cooperación de las personas.
- 2.- Se aplican a cualquier tipo de situación para jerarquizar:
  - Distribución de horas- nombre por tarea.
  - Causas de paro de máquina.
  - Accidentes.
  - Problemas de ausentismo, etc.
- 3.- Muestran claramente los resultados de acciones para mejorar la calidad.
  - Compare los diagramas antes y después de implantar acciones correctivas.
- 4.- El eje vertical puede representar :
  - Porcentajes de defectuosos.
  - Unidades monetarias (causan mayor impacto), se usan cuando la distribución de las pérdidas no es directamente proporcional al porcentaje de defectuosos.

## CARTAS DE CONTROL

Las cartas de control son una ayuda gráfica para la detección de las variaciones de la calidad en la producción, tienen tres aplicaciones principales :

- 1.- Determinar la capacidad real de un proceso de producción.

- 2.- Guiar las modificaciones, según la capacidad que muestre el proceso, para mejorar la calidad.
- 3.- Proporcionar anticipadamente la información de las desviaciones del proceso con respecto a las metas de calidad.

Las cartas de control son sumamente útiles para llevar una estrategia de prevención en la empresa. Veamos un poco al respecto de esta estrategia.

#### PREVENCION VS. DETECCION.

Una situación normal que se emplea al manufacturar productos, es depender del resultado de la inspección final, la que consiste en separar productos buenos y malos. A esta actividad se le llama **ESTRATEGIA DE DETECCION**, lo que puede significar un gran desperdicio porque se pierde mano de obra y materiales, además de que se fabrican productos que no van a ser utilizados por contar con un control deficiente en el proceso.

Es la que considera que es más conveniente evitar desperdicio no produciendo productos fuera de especificación, una **ESTRATEGIA DE PREVENCION**. Una estrategia de prevención suena lógica y obvia, por lo que es común referiría en lemas tales como : "Lo primero es hacerlo bien". Sin embargo, este tipo de publicidad no da resultado por sí sólo, lo que se necesita, es un entendimiento de los elementos del **SISTEMA DE CONTROL ESTADISTICO DEL PROCESO**.



## PRINCIPALES CLASES DE CARTAS DE CONTROL.

El Dr. Walter Shewart se le considera el pionero en el estudio de procesos de manufactura, encontrando por los años veintes, la distinción entre la variación controlada e incontrolada (conocidas como causas comunes y especiales). El desarrollo una simple pero poderosa herramienta conocida como GRAFICA DE CONTROL, la cual en forma dinamica separa (identifica) los dos tipos de variaciones. Desde aquel tiempo las graficas de control han sido usadas satisfactoriamente en una amplia variedad de situaciones para control de procesos.

Diferentes tipos de graficas de control han sido desarrolladas, sin embargo, todas tienen las mismas dos funciones primarias y son separadas y analizadas de acuerdo a la misma estructura básica. Las dos funciones son :

- Señalar la presencia de causas especiales de variación, así como las acciones correctivas que pueden ser tomadas para llevar el proceso a un estado de control estadístico.
- Dar la evidencia si un proceso ha sido operado en un estado de control estadístico, así como una significativa valoración de su capacidad para cumplir con las especificaciones de ingeniería.

La configuración básica para preparar y analizar una grafica de control es la siguiente :

1.- RECOPIACION DE DATOS: El proceso inicia y los datos de la característica estudiada son recopilados y tabulados a una forma que puede ser puntos sobre una grafica.

2.- CALCULO DE LOS LIMITES DE CONTROL : Los límites de control son calculados en base a los datos recopilados, ellos reflejan la cantidad de variación de periodo en periodo que pueden ser esperados si unicamente variación de causas comunes estuvieran presentes. Los límites de control no son límites de especificación u objetivos, pero son el reflejo de la variabilidad natural del proceso.

3.- INTERPRETACION PARA EL CONTROL DEL PROCESO: Los datos son comparados contra los límites de control para ver si la variación es estable y aparentan venir solo de causas comunes.

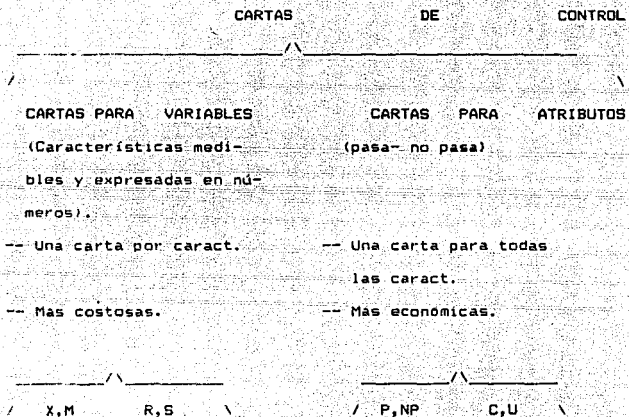
Si causas especiales de variación son evidentes, la operación del proceso es estudiada para determinar lo que está afectando al proceso.

4.- INTERPRETACION DE LA CAPACIDAD DEL PROCESO: Despues de que todas las causas especiales han sido corregidas y el proceso es corrido en un control estadístico estable, la capacidad del proceso puede ser valorada. Esto es, verificar si el proceso es capaz de cumplir con los rangos de tolerancia que requiere el producto a fabricar y sobre todo, con qué porcentaje de confianza lo podrá hacer. Si un cambio del sistema no es económicamente posible la especificación debe ser revalorizada.

5.- INTERPRETACION DE LA ACEPTABILIDAD DE PARTES: Cuando la gráfica de control es primariamente usada para evaluar y mejorar el control y la capacidad del proceso, la misma

información puede ser frecuentemente usada para determinar si alguna acción es necesaria para mejorar los resultados producidos. Las gráficas de control pueden dar evidencia de si las partes producidas pueden ser usadas tal como están ó si deben ser clasificadas para segregar las partes fuera de especificación que deban ser retrabajadas y/o desechadas.

Existen dos tipos de gráficas de control:



**POR VARIABLES.**- Muestran las características de calidad que son medidas y expresadas en unidades mediante números. Se utilizarán fundamentalmente para el control de procesos de manufactura, típicamente usadas para las más importantes características de un producto, y para características bajo

estudio de mejoramiento de calidad. El ejemplo más

representativo de esta, es la grafica X-R, X-R ind., M-R,  $\lambda$ -S.

**POR ATRIBUTOS.**— Tratan con las características de calidad que son observadas sólo porque se ajusten ó no a requerimientos especificados y se expresan como bueno o malo, pasa-nopasa, defectuoso- no defectuoso. Se utilizan fundamentalmente en inspección final y en departamentos de recibo de materiales.

Ejemplos representativos son : Gráficas P (fracción defectiva en una muestra). Gráficas NP (núm. de defectuosos por muestra constante). Gráficas C (núm. de defectos por pieza) y Gráficas U (núm. promedio de defectos por pieza).

### UN EJEMPLO DE CARTAS POR VARIABLES:

#### CARTA DE CONTROL X-R.

##### SECUENCIA DE ELABORACION:

- 1.-Obtenga los datos .
- 2.- Clasifique en  $k$  subgrupos ( $n=2$  a  $5$  c/u). Se tomarán con datos que reúnan las mismas condiciones técnicas y no deben incluirse datos de otros diferentes lotes (1º producido, 1er. subgrupo graficado).

- 3.- Registre los datos en una hoja de trabajo.
- 4.- Obtenga el valor medio y el rango de c/subgrupo.
- 5.- Calcule el promedio y rango general:

$$\bar{x} = \frac{(1+x_2+\dots+\dots+x_n)}{K} \quad \bar{R} = \frac{R_1+R_2+\dots+\dots+R_n}{K}$$

- 6.- Calcule los límites de las líneas de control :

	CARTAS X	CARTAS R
LINEA CENTRAL=	$\bar{x}$	$\bar{R}$
LIMITE SUP.=LSC=	$\bar{x}+A_2\bar{R}$	$D_4\bar{R}$
LIMITE INF.=LIC=	$\bar{x}-A_2\bar{R}$	$D_3\bar{R}$

- 7.- Construya la carta y grafique cada uno de los puntos.
- 8.- Documente la carta.

VALORES DE LOS COEFICIENTES A<sub>2</sub>, D<sub>3</sub> Y D<sub>4</sub> PARA CALCULAR LOS LÍMITES DE CONTROL. (FIG.9)

COEFICIENTES PARA CALCULAR LOS LÍMITES DE CONTROL

N	A <sub>2</sub>	D <sub>4</sub>	D <sub>3</sub>
2	1.889	3.267	0
3	1.023	2.575	0
4	0.724	2.282	0
5	0.557	2.115	0
6	0.483	2.004	0
7	0.419	1.924	0.076

## INTERPRETACION DE LAS CARTAS DE CONTROL.

Un proceso está controlado si :

- 1.- Todos los puntos caen dentro de los límites de control.
- 2.- La gráfica no presenta forma específica de comportamiento anormal (ver Fig. 10).

Un proceso es anormal si :

- a) Algunos puntos caen fuera de los límites de control.
- b) Los puntos en la gráfica tienen alguna de las formas específicas de la fig.10, ejemplos :
  - Corridas.
  - Tendencias.
  - Periodicidad.
  - Agrupamiento en las líneas de control.

## EJEMPLOS DE CARTAS DE CONTROL POR ATRIBUTOS.

### CARTAS DE CONTROL PARA FRACCION DEFECTUOSA.

Como una alternativa a las cartas X-R, y como sustituto cuando las características son medibles únicamente por atributos, se puede utilizar una carta de control de fracción defectuosa P.

Las cartas P son de menor costo que las de variables, debido a que se requieren de menos datos para su elaboración y tienen un campo de aplicación amplio, pero no brindan la

exactitud en cuanto a un estudio de habilidad se requiera si las comparamos con las de variables.

#### ELABORACION DE CARTAS P Y NP.

- 1.- Obtenga los datos (al menos 20 datos).
- 2.- Divida los datos por subgrupos (fechas, lotes, etc.), el tamaño del subgrupo debe ser mayor ó igual a 50 (n).
- 3.- Calcule la fracción defectuosa para cada subgrupo :

$$P_n = \frac{P_n}{N} \quad P_n = \text{núm. defectuosos.}$$

- 4.- Obtenga el promedio de la fracción defectuosa :

$$\bar{P} = \frac{\sum P_n}{\sum N}$$

- 5.- Calcule los límites de control :

$$\text{Línea central} = \bar{P}$$

$$LSC = \bar{P} + 3 \left[ \bar{p} (1-\bar{p}) / N \right]^{1/2}$$

$$LIC = \bar{P} - 3 \left[ \bar{p} (1-\bar{p}) / N \right]^{1/2}$$

Observe que los límites dependen de N, es importante también hacer notar que la probabilidad de que los puntos caigan entre los límites anteriores depende del valor de P, aún cuando el proceso este bajo control.

Cuando P no se conoce :

Dt

P= ----- Dt: es el núm. total de defectuosos

Nt encontrados en datos pasados.

- Cuando el tamaño N de los subgrupos es constante se

utiliza la carta NP. (Línea central NP).

- Cuando N es variable se usa la carta P.

### CARTAS DE CONTROL PARA DEFECTOS, CARTAS C. (DEFECTOS POR UNIDAD)

Un artículo se considera defectuoso si no cumple las especificaciones de cualquiera de sus características. Cada característica que no cumple la especificación es un defecto.

Un artículo es defectuoso si tiene uno o más defectos.

La carta C está basada en una distribución de POISSON.

Algunas aplicaciones de la carta C son :

A) Contabilizar el número de remaches defectuosos en las alas de un avión.

B) El número de imperfecciones en un rollo de tela.

Sea C el número de defectos que aparecen en una unidad, C el número promedio de defectos por unidad con desviación

estándar de  $[C]^{1/2}$ . Los límites de control recomendados son:

$$LSL = C + 3 [C]^{1/2}$$



$$LIC = C - 3 (C/n)^{1/2}$$

Si C no se conoce, se estima mediante :

$$C = \frac{C_t}{N_t}$$

Donde  $C_t$  es el num. de defectos encontrados en  $N_t$  unidades.

### ELABORACION DE CARTAS U.

(PARA NUMERO DE DEFECTOS POR UNIDAD, N-VARIABLE)

- 1.- Obtenga los datos.
- 2.- Agrupe los datos (lotes, productos ó muestras). Ajuste el tamaño del grupo para que sea mayor que 1.
- 3.- Encuentre el número de defectos por unidad en cada subgrupo y calcule U :

$$U = \frac{\text{Número de defectos por subgrupo } C}{\text{Número de unidades por subgrupo } n}$$

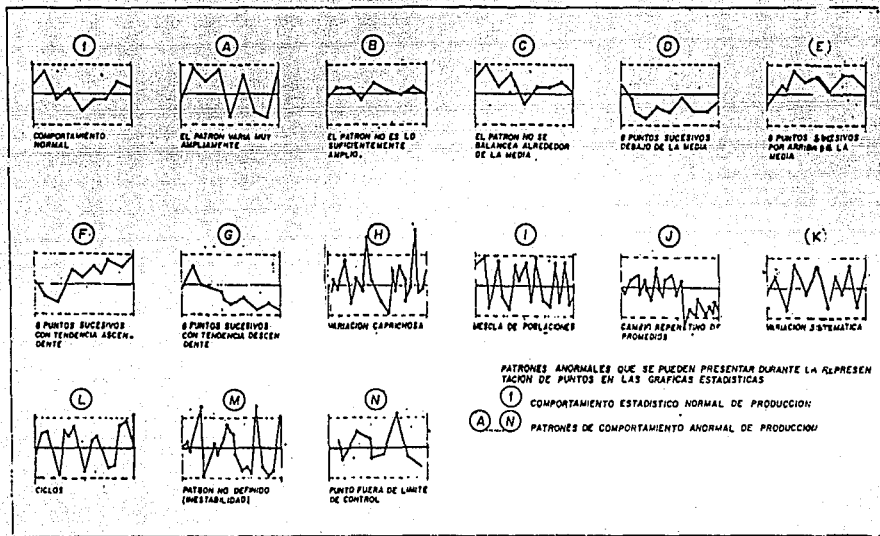
Línea central = U

$$LSC = U + 3 (U/n)^{1/2}$$

$$LIC = U - 3 (U/n)^{1/2}$$

- 4.- Dibuje la carta y grafique los puntos.

FIG. 10



### RESUMEN DE CARTAS DE CONTROL.

- 1.- Seleccione el producto que desee controlar. (Decida que problema quiere enfrentar).
- 2.- Escoja la carta de control apropiada.
- 3.- Elabore la carta de control para análisis de proceso. investigue si hay puntos anormales y emprenda acciones con el proceso controlado (reacomode los subgrupos).
- 4.-Elabore la carta para observar el comportamiento del proceso y demostrar estabilidad, estandarice los metodos de trabajo.
- 5.- Controle el proceso productivo, si aparecen anomalías, investigue las causas (apoyado con una bitácora Adjunta a la carta de control indicando cualquier cambio en el proceso, ya sea por materia prima, operador, lote, etc.) y tome decisiones.
- 6.- Recalcule los límites de control si hay cambios de equipo, metodo de trabajo, etc.:

- Los datos anormales corregidos, no deben incluirse en el recálculo.
  - Los datos anormales que no han determinado sus causas o que no se han corregido, deben incluirse en el recálculo.
- (Ver fig.11)

FIG. 11

## RESUMEN DE CARTAS DE CONTROL

TIPO DE CARTA	UTILIZADA PARA CONTROLAR	COMENTARIOS
$\bar{x}$	TENDENCIA CENTRAL	MUESTRA LOS CAMBIOS DEL VALOR MEDIO DEL PROCESO.
$R$ o $s$	DISPERSION (RANGO)	MUESTRA LOS CAMBIOS DE DISPERSION DEL PROCESO.
P	FRACCION DEFECTUOSA	N -VARIABLE- (PASA-NO PASA)
NP	NUM. DE DEFECTUOSOS	N -CONSTANTE-
C	NUM. PROM. DE DEFECTOS POR UNIDAD.	N -CONSTANTE-
U	NUM. PROM. DE DEFECTOS POR UNIDAD.	N -VARIABLE-

## II.- ESTRUCTURA DEL DEPARTAMENTO DE CALIDAD PARA LA IMPLANTACION, ANALISIS Y SEGUIMIENTO DEL C.E.P.

El diseño de un plan de organización se hace siempre a medida de cada empresa, puesto que los objetivos, producto, procesos, conocimientos, tradiciones y otros factores difieren de una empresa a otra. Pero mientras el plan de organización puede diferir mucho entre empresas, la responsabilidad del ejecutivo es invariable.

Debe hacer que se diseñe un plan y se lleve a efecto, si falla en esto, el plan de organización quedaría en manos de sus auxiliares (ó los auxiliares de estos), para que lo desarrollen como mejor puedan. En algunas empresas estos niveles más bajos engendran el líder informal necesario para realizar lo que el alto ejecutivo ha dejado de hacer. Pero en otras empresas, este líder no surge, y la ausencia de un plan se convierte en foco de discusión y disputas.

Para que todo se sucediera correctamente seguimos en esta empresa los siguientes pasos, que a continuación explicaré en forma general :

1.-Establecimiento de amplios principios que sirven para guiar la acción, por ejemplo: "Mejoraremos nuestra organización con personal propio": "No venderemos a bajo precio". A estos principios se alude como "POLITICAS".

2.-Fijación de metas cuantitativas de la actuación, como es:

"Rebajar en un 30% los fallos de productos". A estas metas se alude como "OBJETIVOS".

3.-Determinacion de la lista y fechas de lo que se necesita hacer para conseguir los objetivos. A la realizacion de la lista de lo que ha de hacerse se alude como "PLANIFICACION".

4.-Definición del organigrama, es decir, de los puestos de trabajo que han de crearse para que se ejecute lo planeado. Estos puestos de trabajo se conocen colectivamente como "ESTRUCTURA DE LA ORGANIZACION". El proceso de establecerlos se conoce como "ORGANIZACION".

5.-Selección y adiestramiento de las personas que han de ocupar estos puestos.

6.-Estimular al personal para lograr y hacer suyos los objetivos planteados. Esto se conoce como "MOTIVACION".

7.-Examinar los resultados comparándolos con los objetivos, y actuar para corregir las diferencias. Esto se conoce como "CONTROL".

## II.1 FILOSOFIA Y POLITICA DE CALIDAD EN LA EMPRESA.

Su objetivo es el de establecer el compromiso de toda la empresa con la calidad. Es importante aclarar que las primeras personas que deben estar convencidas del acatamiento y seguimiento de estos, son los dueños y altos directivos de la empresa, ya que la convicción de llevarlo a cabo, no faltará la ocasión para desviarse del objetivo y filosofía.

### FILOSOFIA DE LA EMPRESA E.A.S.A

"ESTAMPADOS AUTOMOTRICES S.A. DE C.V. TIENE COMO OBJETIVO SER UN PROVEEDOR EXCELENTE, TOMANDO COMO PRACTICA LA MEJORA CONTINUA DE SUS PRODUCTOS, PROCESOS Y SERVICIOS, ASI COMO, LA DE SUS FUENTES DE ABASTECIMIENTO, UTILIZANDO AL CONTROL ESTADISTICO DEL PROCESO COMO HERRAMIENTA PARA MEDIR SUS LOGROS, ASEGURANDO ASI, UN PRODUCTO DE CALIDAD, SATISFACIENDO LAS NECESIDADES DE SUS CLIENTES."

### POLITICAS

- Nuestro compromiso con la calidad, es el de proveer a nuestros clientes con productos que siempre satisfagan sus expectativas, a un costo lo más bajo posible y en el tiempo requerido.
- Prevención de defectos en lugar de detección de los mismos.
- Constancia en el proposito de la mejora continua de la calidad. (Siempre hay una mejor forma de hacer las cosas).
- hacerlo bien desde la 1a. vez.

- Control estadístico del proceso (CEP).

El uso del CEP como herramienta para demostrar evidencia de la calidad y camino efectivo en la mejora continua.

- La calidad empieza conmigo, es la base que significa nuestro compromiso de participación particular y colectiva independiente de cual sea nuestro trabajo.

## II.2 ORGANIZACION DE LA CALIDAD

El proceso de organización tal como se aplica para la ejecución del trabajo por seres humanos, implica :

- 1.-División del trabajo total que ha de hacerse, en subdivisiones lógicas, que llamamos puestos de trabajo.
- 2.-Definición de las responsabilidades y autoridad asociados con cada puesto de trabajo.
- 3.-Definición de la relación de cada puesto de trabajo con los otros.

Quienes planean la organización disponen actualmente de útiles instrumentos de trabajo, los principales son :

- A) El organigrama, que muestra las líneas de autoridad y responsabilidad que fluyen de un puesto de trabajo a otro.
- B) Las descripciones de puestos que detallan las responsabilidades y autoridad de los puestos de trabajo y su relación con los otros.





Estos instrumentos básicos son extremadamente útiles para definir responsabilidades dentro de cada departamento.

(Ver Fig. 12 UMBANIGRAMA CALIDAD E.M.S.A.)

Un organigrama con enfoque a la prevención de defectos tiene tres formas principales:

1. Minimización de nuevos productos y procesos de modo que se eviten ante todo defectos.
2. Eliminación de defectos esporádicos cuando surjan. La fig.13 muestra las actividades necesarias y la asignación habitual de responsabilidades.

Fig. 13

responsabilidades en la diagnosis y remedio de defectos esporádicos.

ACTIVIDAD	PFID, EN LINEA DIRECTAMENTE INTERESADOS.	STAFF DEL CONTROL DE CALIDAD	INSPECCION
Establecer los niveles de operación de calidad.	X	XX	X
Establecer medidas de los niveles.	X	XX	X
Reconocer datos de los niveles actuales.	XX		XX
Comparar la actuación presente con la esperada.	XX	X	X
Actuar sobre la diferencia.	XX		X

3.-Eliminación de defectos crónicos. La fig.14 muestra las principales actividades y asignación de responsabilidades.

FIG. 14

Responsabilidades en la diagnosis y remedio de defectos crónicos.

ACTIVIDAD	DIRECCION DE LA CALIDAD	STAFF DEL CONTROL DE CALIDAD	DPTO. EN LINEA DIRECTAMENTE INTERESADOS.
Decisión sobre prioridades de los problemas a estudiar.	XX		
Trazado de un plan de diagnóstico para descubrir causas de defectos.		XX	X
Aprobación del plan.	XX		
Diagnóstico para descubrir causas (recoger y analizar).		XX	X
Diagnóstico para proveer remedio.		X	XX
Aprobación del remedio.	XX		
Aplicación del remedio.		X	XX
Conservar las mejoras.		X	XX

XX= Responsabilidad principal  
X= Responsabilidad colateral

Estas figuras muestran la importancia del papel de la dirección y del diagnóstico de la calidad. La dirección de la calidad :

- 1.-Ayuda a lograr unidad de propósito consiguiendo acuerdo sobre cuáles son los problemas vitales de calidad.
- 2.-Aporta teoría sobre causas posibles de los problemas de la calidad.

3.-Aporta la necesaria autoridad para experimentar, es decir, asegura que las investigaciones reciban cooperación completa del personal de línea.

4.-Aporta conocimientos y consejos acerca del ambiente existente y las fuentes de resistencia al cambio que pueden esperarse.

5.-Aporta la autoridad necesaria para llevar a efecto los remedios propuestos.

### 11.3 PRINCIPALES ACTIVIDADES DEL AREA DE INGENIERIA DE LA CALIDAD.

Su principal objetivo dentro del departamento de calidad, es el manejo de toda la información técnica del producto, el servicio al cliente desde el punto de vista de calidad y el control de los costos de calidad en toda la empresa.

- Recibe información técnica del producto proveniente del departamento de ingeniería de manufactura, así como del cliente.

- Coordina el manejo de la información obtenida del área productiva para la obtención de los índices de calidad (scrap, retrabajos, rechazos, etc.).

- Realiza el servicio al cliente atendiendo reclamaciones, visitándolo periódicamente para comprobar la calidad del producto, así como para estar al día en cuanto a la opinión del cliente hacia el producto.

- Realiza el plan de calidad de cada parte, mediante el cual se realizará la inspección, seguimiento, etc., en todo el proceso

productivo.

- Establece los puntos de control en los que se amerite llevar el C.E.P., así como coordinar el manejo y análisis de esa información generada para la toma de acciones correctivas cuando así se requiera.
- Coordina con el cliente la revisión del plan de calidad (plan de control, AMEF, hojas de instrucción de inspección, especificaciones) para su aprobación y puesta en marcha.
- Coordina la evaluación de costos de calidad y presenta un informe a la gerencia para la toma de acciones.
- Se coordina con el departamento de ingeniería de manufactura para solicitar al cliente alguna desviación de lo planeado cuando se requiera.

Su rango de autoridad en esta empresa comprende a 5 personas aparte del jefe de área, para el desarrollo de las actividades necesarias. (Ver organigrama fig. 12)

#### II.4 PRINCIPALES ACTIVIDADES DE ASEGURAMIENTO DE CALIDAD PROCESO.

En teoría, si todos los departamentos de la empresa realizan bien su trabajo, el producto puede expedirse al cliente y satisfacer los criterios de aptitud correspondientes a su uso. Sin embargo, la realidad no apoya a la teoría. En consecuencia, las empresas tienen que realizar continuamente ensayos de uso simulado, acompañados de las correspondientes mediciones e inspecciones. Este es el objetivo principal del área, asegurar la calidad del producto durante el proceso

productivo siguiendo el "plan de calidad" trazado por el área de ingeniería de la calidad.

Las principales actividades que realiza son:

- Auditorias al proceso y producto terminado.
- Dar disposición del producto en sus diferentes etapas.
- Asegurarse que las materias primas que se utilicen fueron aprobadas por el área de recibo de materiales.
- Coordinarse con el departamento de producción para el control estadístico del proceso.
- Control del área de cuarentena para productos en proceso.
- Detección de anomalías y aviso oportuno para la toma de acciones correctivas según se requiera.
- Responsable del control, mantenimiento y uso correcto de todos los instrumentos de medición en la empresa.
- Recibe toda la información técnica necesaria del área de ingeniería de la calidad y se mantiene actualizado.
- Mediante el área de metrología, realiza estudios especiales solicitados.

Su rango de autoridad en esta empresa comprende a 23 personas además del jefe de área, para realizar las actividades en los 3 turnos y 2 plantas con las que cuenta la empresa. Cabe aclarar que la intención de la empresa es pasar de la inspección a la prevención, con lo que los inspectores sólo harán la labor de auditoría. (Ver organigrama fig. 12)

## II.5 PRINCIPALES ACTIVIDADES DE ASEGURAMIENTO DE CALIDAD RECIBO Y PRUEBAS.

El problema de la calidad del proveedor puede ser inmenso. Las compras de los proveedores son una parte considerable del presupuesto de la empresa. Estas mercancías compradas no sólo contribuyen a los costos de la empresa, sino también a la calidad. Para los productos modernos, esta contribución puede ser decisiva en cuanto a la calidad del producto final, mejorandola o empeorandola.

Si siguiendo con la política de asegurar la calidad del producto, se puede afirmar ; si aseguramos que la materia prima cumpla con las normas y especificaciones acordadas, y se asegura la habilidad del proceso (conocida en el CEP como CPK), tendremos productos que satisfagan al cliente.

Siendo este el principal objetivo del área de recibo y pruebas, a continuación menciono las principales actividades que realiza :

- CONTROL DE LOS PROVEEDORES; Mediante las auditorías a las materias primas recibidas y estableciendo una relación estrecha para comunicar oportunamente la existencia de alguna anomalía en el producto. También realiza auditorías de calidad a los proveedores para verificar que los procesos de éstos aseguran la calidad del producto. De la buena relación depende, muchas veces, el buen servicio.

- ASESORIA A PROVEEDORES ; El objetivo es asegurarse que el proveedor cuenta con toda la información técnica del producto que nos ha de surtir, así como asesorarlo en cualquier duda que tenga en el aspecto técnico.

- Coordinarse con el departamento de compras para la elección de proveedores según su comportamiento en calidad, así como para la aprobación de nuevos proveedores realizando todas las pruebas que hagan falta.

- CONTROL DEL EQUIPO DE PRUEBAS : En algunas ocasiones realizará pruebas de vida a la materia prima para asegurar el cumplimiento de las normas y especificaciones que marca el "plan de calidad". Estas las podrá realizar antes, durante o después del proceso productivo en la empresa.

Su rango de autoridad en esta empresa, comprende a 4 personas además del jefe de área, para el desarrollo de las actividades necesarias. (Ver organigrama fig.12)



## CAPITULO III.- APLICACION A UNA SITUACION REAL.

### III.1 ELECCION DEL AREA DE OPORTUNIDAD.

Como ya se comento en el capitulo 1.3. el control estadístico genera informacion valiosa con la cual podemos iniciar un analisis de los puntos criticos del proceso. en los cuales está latente ( o ya se generó), un problema mayor para la calidad.

Una buena eleccion, será aquella en la cual se haga participe a todas las areas afectadas y que genera altos costos por rechazos, retrabajos, reclamaciones del cliente y que a fin de cuentas, si se obtiene un buen resultado de las acciones emprendidas, se autofinancie la inversion efectuada, acompañada de todos los factores no cuantificables (economicamente) que ponen en juego el prestigio de la empresa.

Tomando esto en cuenta, se eligió un proceso productivo que (como lo mostraron las cartas de control), generó altos indices de rechazos en producto terminado, así como cantidades excesivas de retrabajo para recuperar las piezas producidas ; el proceso de fosfatizado de piezas troqueladas.

Este proceso en particular se utiliza como una capa protectora contra la corrosion del metal y ademas como base para la buena adherencia de la pintura que se utilice sobre ella, logrando así mayor resistencia a la corrosión.

El problema particular lo podríamos definir como :

"FALTA DE ADHERENCIA ENTRE EL FOSFATO Y LA PINTURA PROVOCANDO OXIDACION PREMATURA Y MALA APARIENCIA EN EL PRODUCTO FINAL."

### III.2 RECOMILACION DE INFORMACION DEL PROBLEMA.

Se obtuvo un promedio mensual de producción en los últimos tres meses de 300,000 piezas, las cuales se catalogaron como:

A) 60,000 piezas que no requirieron tratamiento final de fosfato o pintura.

B) 20,000 piezas que solo requirieron tratamiento de fosfato final.

C) 210,000 piezas que se les dio tratamiento de fosfato y pintura.

El promedio mensual de piezas que se tuvieron que re TRABAJAR para recuperarlas a venta fue: 210,000 piezas re TRABAJADAS:

Piezas tipo B.- 10,000 piezas

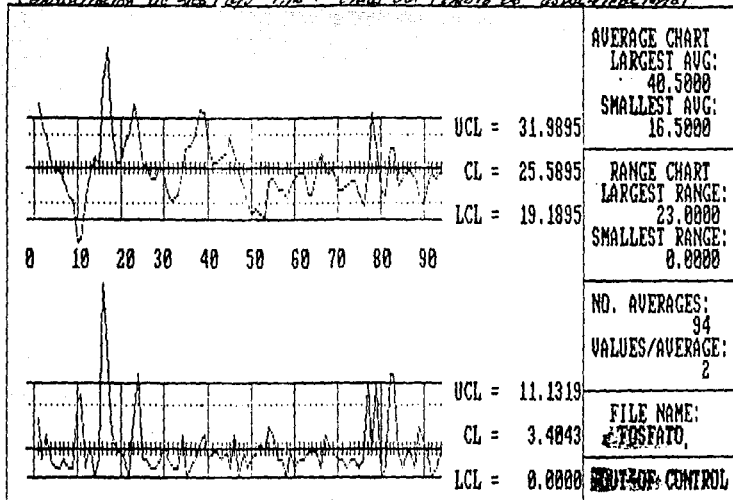
Piezas tipo C.- 1) 150,000 piezas se re TRABAJARON el recubrimiento de fosfato para que se pudieran pintar.

2) 50,000 piezas se re TRABAJARON fosfato y pintura, ya que fueron rechazos en línea final cuando las piezas ya se habían pintado y se tuvieron que despintar y desfosfatizar.

Se obtuvo también información de las cartas de control X-R individual, que se utilizaron para conocer el comportamiento de la concentración de acidez total de la solución de fosfato, punto medular para que funcione correctamente el proceso (información proporcionada por el fabricante del producto), como lo muestra la carta no. 1 (Fig. 15).

FIG. 15

*Concentración de Fosfato Tipo 7 antes del cambio de especificaciones*



Se recibieron de los clientes 3 reclamaciones importantes de piezas que se les desprendía la pintura y presentaban oxidación prematura, y tomando en cuenta que le costó a la empresa tiempo, dinero y pérdida de una buena calificación como proveedor, se convierte este problema en prioritario eliminar la causa fundamental.

### III.3 UTILIZACION DE LAS HERRAMIENTAS BASICAS PARA LA ORGANIZACION Y ANALISIS DE LA INFORMACION.

1.-Se realizó una reunión para el análisis del problema con personas relacionadas con el problema, y fue concurrida por:

- GERENTE DE PRODUCCION
- GERENTE DEL SISTEMA DE CALIDAD
- JEFE DE INGENIA. DE LA CALIDAD
- SUPERVISOR DE PRODUCCION
- COORDINADOR DEL C.E.P.
- JEFE DE INGENIA. DE PROCESOS
- 4 OBREROS DEL PROCESO DE FOSFATO
- 3 OBREROS DEL PROCESO DE PINTURA
- 2 INSPECTORES DE CALIDAD DE FOSFATO Y PINTURA.

2.-En la reunión, y después de plantear el problema con los datos existentes, se propuso una "tormenta de ideas" para que todos expresaran su opinión respecto a las causas del problema.

El resumen de las ideas planteadas es el siguiente :

- Falta de capacitacion al personal operario.
- En horario de comida. dejan piezas dentro de las tinas.
- Desengrase no adecuado para aceites minerales.
- Alta temperatura (ambiente) por disipación del calor.
- Exceso de gases nocivos, producidos por la combustión en los quemadores.
- Contaminacion del Area por diesel en el suelo.
- Fugas de calor por falta de aislamiento en quemadores.
- Los "timers" son insuficientes para controlar el tiempo de inmersión.
- No existe control en la temperatura de las tinas.
- Falta de contenedores adecuados para piezas chicas y medianas.
- No se controla la cantidad de fosfato que se agrega a la solución.

3.-Se organizó esta información utilizando el diagrama ISHIKAWA (DIAGRAMA CAUSA-EFECTO).

La intención de utilizar este diagrama fue el reunir por conceptos básicos la información y saber cuál de las 5M's contribuye al problema en forma considerable. (Ver fig.16)

4.-En un diagrama de "PARETO" se mostró la información en piezas de los rechazos más importantes. (Ver fig.17)

# ANALISIS DE PROBLEMAS DEL AREA DE FOSFATIZADO

FIG.16

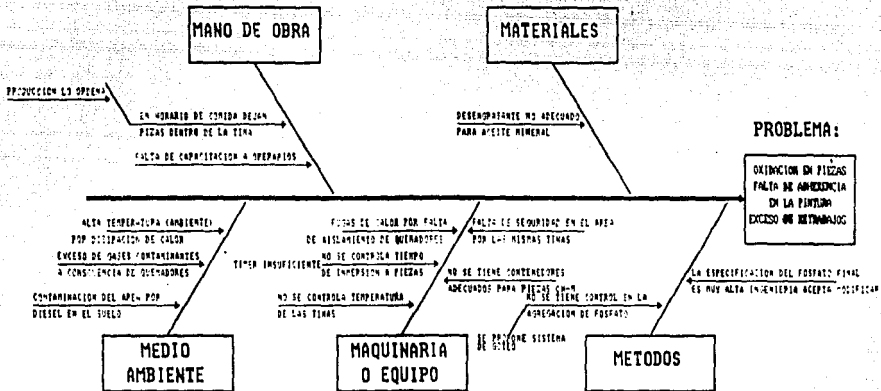
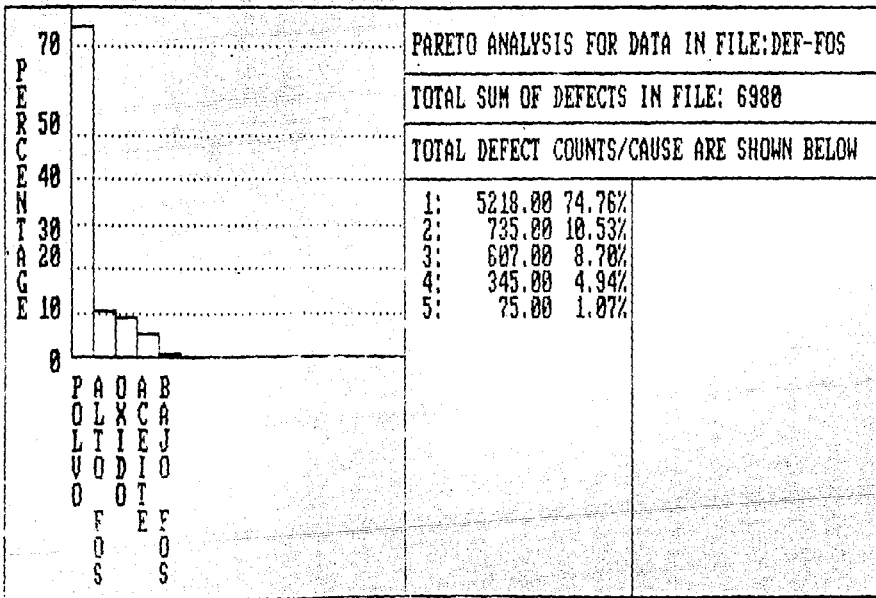


FIG.17



5.- Se analizaron las cartas  $\bar{x}$ -R ind. que se llevaron en la concentración de la acidez total de fosfato y se determinó que:

A) No hay estabilidad, ya que existen puntos fuera de los límites de control y tendencias hacia arriba y abajo, al igual que corridas de más de 7 puntos consecutivos arriba y abajo de la media del proceso.

B) Aunque no es válido calcular la habilidad del proceso cuando existe inestabilidad, el cálculo reflejó la inhabilidad con respecto a las especificaciones originales dadas por el área de Ingeniería de procesos.

C) La mayor parte de las causas de inestabilidad son causas atribuidas a los operarios (causas especiales), pero también existen causas inherentes al proceso (causas comunes), como es el equipo y las especificaciones para lo cual se explicará más adelante las acciones que se tomaron.

#### III.4 ACCIONES CORRECTIVAS QUE SE TOMARON EN BASE AL ANALISIS.

1.- Se adaptó un sistema por goteo para agregar fosfato en las tinas para mantener la concentración homogénea durante el proceso productivo y evitar los cambios bruscos de concentración.

2.- El área de Ingeniería de procesos analizó, junto con el proveedor de fosfato, el desengrase más adecuado para el tipo de proceso. Se cambió a un desengrase mineral, así como determinaron las concentraciones adecuadas de fosfato en las tinas y se especificó la limpieza de todas las tinas mínimo una vez por semana para evitar los lodos e impurezas que producía



el polvo en las piezas fosfatizadas que provocan el desorencimiento de la pintura.

3.- Se fabricaron 4 tinas nuevas con desagüe al fondo para facilitar la limpieza periódica de tinas.

4.- Se adaptaron los contenedores actuales, para piezas con la posibilidad de utilizar un barril giratorio para piezas chicas y medianas. Se proporcionó un barril giratorio con capacidad para 50 Kg.

5.- Se cambió el depósito de diesel en los quemadores para evitar derrame en el piso, así como capas aislantes para disminuir la emisión de calor a los operarios.

6.- Se proporcionaron mascarillas a los operarios y se colocaron 2 campanas de extracción para gases tóxicos.

7.- Se colocaron 2 "timers" más para que cada tina tuviera su propio control de tiempo.

8.- Se cuenta ya con la asesoría externa del proveedor de fosfato para dar seguimiento a toda clase de mejoras al proceso, así como para la capacitación de los operarios.

9.- Se dieron 2 cursos de capacitación tanto a operarios como supervisores, inspectores, jefaturas intermedias y gerencias, sobre las condiciones en las que debe trabajar el proceso de fosfatizado.

10.- Se mejoró la limpieza del área sustancialmente y se proporcionó guantes a los operarios para el manejo de piezas ya fosfatizadas.

11.- Se revisó minuciosamente el proceso de pintura encontrando que todos los puntos críticos están trabajando adecuadamente.

### III.5 RESULTADOS OBTENIDOS DESPUES DE LAS ACCIONES CORRECTIVAS.

1.- El reporte de ingeniería de la calidad, al respecto de las rechazos en los 3 meses siguientes a la toma de acciones correctivas al proceso, refleja lo siguiente :

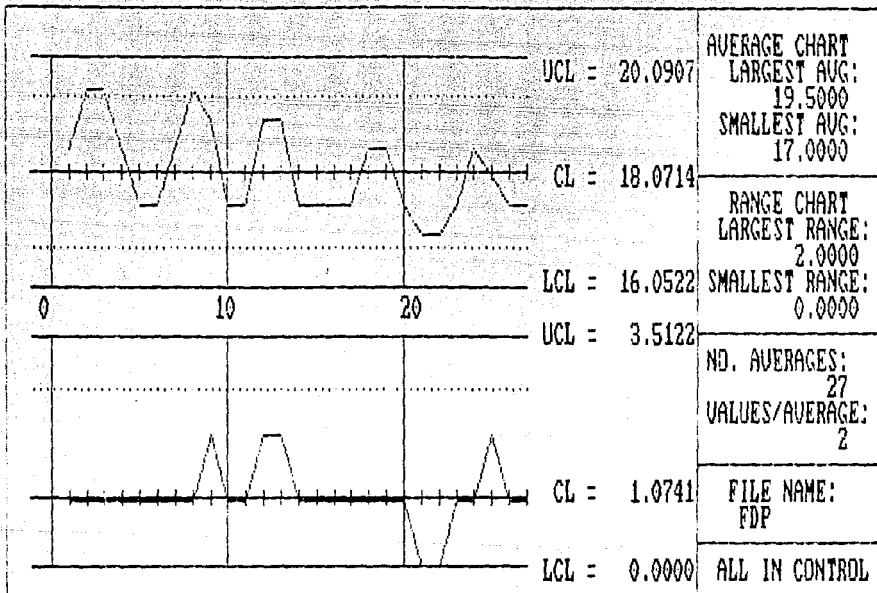
A) De un promedio mensual de 298,000 piezas producidas :

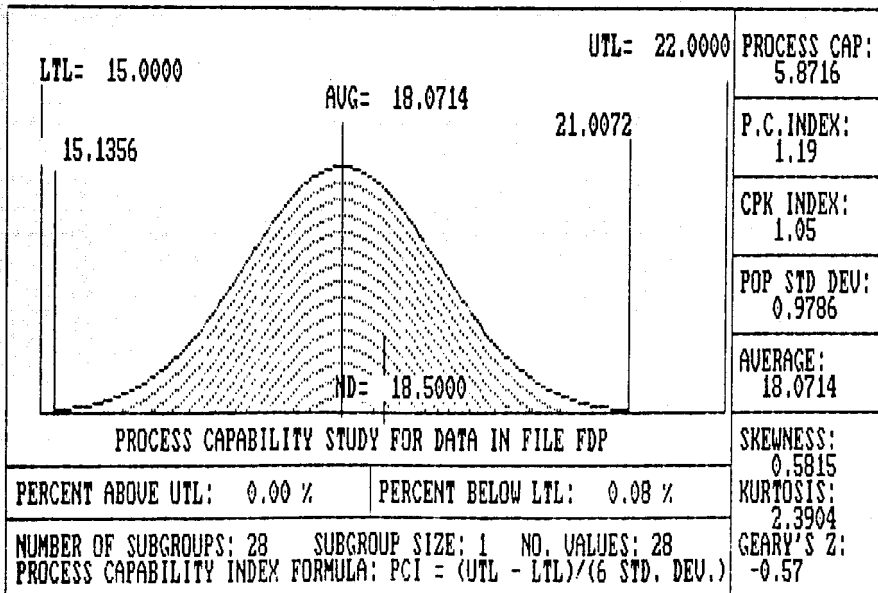
- 50,000 pzas. no requirieron trat. final de fosfato o pintura.
- 40,000 pzas. que sólo requirieron de fosfato.
- 208,000 pzas. se les dio trat. de fosfato y pintura.

B) El promedio mensual de piezas que se tuvieron que retrabajar para recuperarlas a ventas fue : 32,000 pzas.

- Pzas. tipo B.- 1000
- Pzas. tipo C.- 1) 29,000  
2) 2,000

2.- La carta de control X-R ind. que se utilizó para obtener el comportamiento de la concentración de Fosfato, mostró estabilidad y habilidad. En la bitácora que se adiciono a la grafica para anotar cualquier cambio anormal en el proceso o causas de variación, mostró que los operarios están siguiendo las indicaciones que se les dieron en la capacitación, pero se encontró que en algunos casos de variación fue provocada por personal nuevo en la línea de producción de fosfatizado (debido a la alta rotación de personal en esa área), lo cual se debiera analizar y solucionar si queremos reducir aún mas las causas de variación.





3.- En cuanto a las reclamaciones, es el 3er. mes consecutivo en el que no se ha tenido reclamacion alguna de los clientes a este respecto.

#### 11.6 RESULTADOS DE REDUCCION EN COSTOS POR ESTE CONCEPTO.

A) ANTES DE APLICAR LAS ACCIONES CORRECTIVAS: \_

-Produccion promedio mensual = 300,000 pzas.

60,000 pzas. no llevan trat. de fosfato y pintura.

50,000 pzas. solo trat. de fosfato.

210,000 pzas. trat. de fosfato y pintura.

- Retrabajo :

10,000 pzas. que solo llevan trat. de fosfato.

150,000 pzas. que se retrabajo fosfato antes de pintura.

50,000 pzas. que se retrabajo fosfato y pintura. se despintaron y desfosfatizaron.

- se ocupó para este retrabajo el tiempo completo en dos turnos de :

1er. turno=12 obreros. sueldo gral. 13,000 \$/turno=156,000 \$/día

2o. turno=5 obreros. sueldo gral. 13,000 \$/turno= 65,000 \$/día

TOTAL = 221,000 \$/día

o 6,630,000 \$/mes

- Esto implica que la 1a. vez que se fosfatizó y/o pintó, no sirvió y representa un costo de :

refosfatizado total=70,000 pzas./mes (equiv. a 7 días de trab.)

repintado total = 50,000 pzas./mes (equiv. a 5 días de trabajo)

Si se toma en cuenta que las áreas de fosfato y pintura cuentan con :

4 obreros 1er. turno en fosfato

3 obreros 2o. turno en fosfato

3 obreros 1er. turno en pintura

3 obreros 2o. turno en pintura

$(7 \text{ días completos de fosfato/mes}) * (7 \text{ obreros}) * (13,000 \text{ \$/día-obr.})$   
 $= 627,000 \text{ \$/mes.}$

$(5 \text{ días completos pintura/mes}) * (6 \text{ obreros}) * (13,000 \text{ \$/día-obr.})$   
 $= 390,000 \text{ \$/mes.}$

TOTAL = 1,027,000 \\$/MES

El gasto de materiales para este retrabajo es:

pintura (300 litros/mes)\* (7,000 \\$/lt.) = 2,100,000 \\$/mes

fosfato (100 litros/mes)\* (2,000 \\$/lt.) = 200,000 \\$/mes

TOTAL 2,300,000 \\$/mes.

GRAN TOTAL = 6,630,000 + 1,027,000 + 2,300,000 = 9,957,000 \\$/MES

#### B) COSTOS DE LAS ACCIONES CORRECTIVAS:

El concepto general de compra de equipo, asesoría externa, capacitación, tiempo del personal en esta capacitación, modificación del equipo ya existente, etc., fue de \\$35,000,000.

C) DESPUES DE LAS ACCIONES CORRECTIVAS:

- Al reducirse el numero de piezas a retrabajo a 32,000 en total se redujo tambien el personal en esta area a:

1er. turno= 4 obreros sueldo gral. 13,000 \$/turno=52,000 \$/dia

2o. turno= 2 obreros sueldo gral. 13,000 \$/turno= 26,000 \$/dia

TOTAL = 78,000 \$/dia o 2,340,000 \$/mes.

- El costo del personal y material utilizado fue :

refosfatizado total=19,000 pzas./mes (equiv. a 2 dias de trab.)

repintado total = 2,000 pzas./mes (equiv. a 0.2 dias de trab.)

(2 dias de fosfato/mes)\*(7 obreros)\*(13,000 \$/dia-obr.)=

= 117,000 \$/mes

(0.2 dias de pintura/mes)\*(6 obreros)\*(13,000 \$/dia obr.)=

= 15,600 \$/mes

TOTAL = 132,600 \$/MES

Pintura 20 litros/mes \*(7,000 \$/lt.)= 140,000 \$/mes

fosfato 22 litros/mes \*(2,000 \$/lt.)= 44,000 \$/mes

TOTAL = 184,000 \$/mes

GRAN TOTAL = 2,340,000 + 132,600 + 184,000 = 2,656,600 \$/MES

ESTA TESIS NO DEBE  
SALIR DE LA BIBLIOTECA

- Comparando la reducción en costos contra la inversión de capital en las acciones correctivas :

ANTES	9,957,000 \$/MES
DESPUES	2,656,600 \$/MES
AHORRO	7,290,400 \$/MES

COSTO DE LAS ACCIONES CORRECTIVAS = \$ 35,000,000

Esto quiere decir que la inversión se recuperara en :

$$\frac{35,000,000}{7,290,400} = 4.8 \text{ meses}$$

Me gustaría hacer énfasis que los costos no cuantificables en cuanto a la imagen de la empresa ante sus clientes, la motivación de los obreros al saber que su trabajo no se desperdicia, son los factores y logros más importantes del proyecto.



#### CAPITULO IV.- CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.

Como se mostró en este trabajo el "CONTROL ESTADISTICO DEL PROCESO", es una herramienta que nos avuda al analisis y toma de acciones al proceso para lograr la estabilidad y habilidad tal que se pueda conseguir procesos "CONFIABLES", esto quiere decir, que todo el producto que se trabaje en la empresa satisfaga las necesidades del cliente, y esto, creanlo o no, sera un punto de negociaciones medular a nivel mundial.

El apoyo, convencimiento y decision de la alta dirección de la empresa respecto a la calidad, es un factor que si no se da, todo esfuerzo sera inútil, ya que siempre habrá otra prioridad que afecte a la calidad, pero, comprender que la calidad y la productividad no están en desacuerdo sera la razón fundamental para el trabajo en equipo que requiere toda la empresa que se digne de serlo.

El Control Estadístico del Proceso no es una "varita mágica" que por si sola soluciones todos los problemas, requiere de las personas, de su imaginación creativa, decisiones oportunas, cooperacion entre todas las áreas y personas, ya que esta fomenta la participación desde el obrero hasta el mas alto ejecutivo de la empresa.

Desde su aplicación, desarrollo, análisis, toma de acciones correctivas, el C.E.P. puede dar resultados positivos en productividad, ventas, imagen de la empresa y así competir mundialmente.

Realmente quisiera recomendar a todo aquel colega.

estudiante o maestro que haya leído este trabajo, que continúe adentrándose en los aspectos de la calidad, ya que sólo he tocado una pequeña parte que la conforma, México necesita de nosotros para competir en el mercado mundial y temas como: CALIDAD TOTAL, ADMON. POR CALIDAD, INGENIERIA DE LA CALIDAD, DISEÑO DE EXPERIMENTOS, ETC.

Es nuestra actualidad, la actualidad de todo futuro y actual profesionalista que le tenga amor a la camiseta.

## BIBLIOGRAFIA

- GRANT, EUGENE L., et. al.

"CONTROL ESTADISTICO DE CALIDAD"

EDITORIAL CONTINENTAL S.A.

MEXICO, 1988.

- ISHIKAWA, KAORO.

"¿QUE ES EL CONTROL TOTAL DE CALIDAD?"

EDITORIAL NORMA.

COLUMBIA, 1986.

- JURAN, J.M., et. al.

"PLANIFICACION Y ANALISIS DE LA CALIDAD"

EDITORIAL REVERTE S.A.

ESPAÑA, 1977.

- PROGRAMA FORD-ITESM.

"CONTROL ESTADISTICO DEL PROCESO"

MODULOS DEL 1-10

EDITADO POR EL INST. TEC. DE EST. SUP. DE MONTERREY.

CENTRO DE CALIDAD.

MEXICO, 1986.

- COSSIO, P.R., et. al.

"CURSO INTERNACIONAL DE CONTROL DE CALIDAD"

INSTITUTO MEXICANO DEL PETROLEO.

MEXICO, 1987.

- FEIGENBAUM, A.V.

"TOTAL QUALITY CONTROL - ENGINEERING AND MANAGEMENT".

Mc. GRAW HILL BOOK CO.

NEW YORK, 1981.

- MANUAL DE CALIDAD PARA PROVEEDORES DE GENERAL MOTORS.

PUBLICACION DE LA OFICINA CENTRAL DE CALIDAD Y CONFIABILIDAD.

MEXICO, 1985.

- MENDEN HALL, W., et. al.

"ESTADISTICA PARA ADMINISTRACION Y ECONOMIA".

GRUPO EDITORIAL IBEROAMERICA.

MEXICO, 1981.

- PROGRAMA CHRYSLER-UPIICSA.

"CALIDAD A PROVEEDORES".

DEPTO. DE PLANEACION AVANZADA DE CALIDAD Y METODOS.

MEXICO, 1988.

### APENDICE.

Aquí encontrarán los formatos, hojas de verificación, informes de pruebas, análisis de modo y efecto de la falla (AMEF). etc., que considero pueden ser útiles para aquellas personas interesadas en el tema.

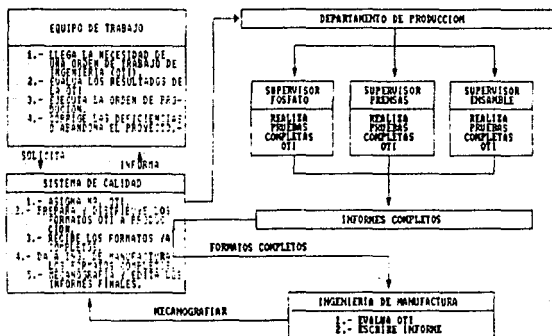


# ESTAMPADOS AUTOMOTRICES, S.A. DE C.U.

## SISTEMA DE CALIDAD

### ANALISIS DE PROBLEMA DE FOSFATO

#### DIAGRAMA DE FLUJO DE ORDEN DE TRABAJO DE INGENIERIA



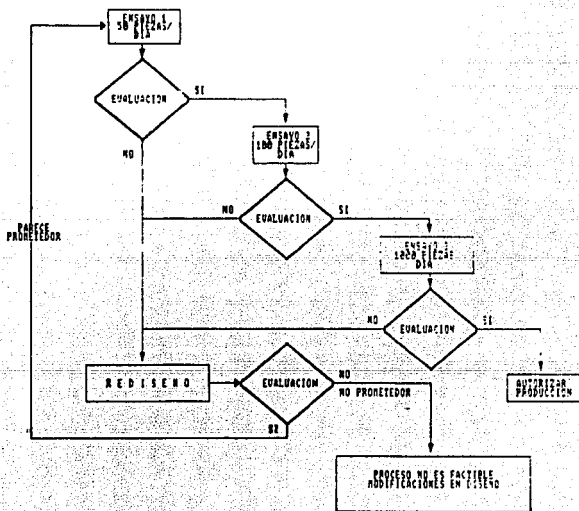


# ESTAMPADOS AUTOMOTRICES, S.A. DE C.U.

## SISTEMA DE CALIDAD

### ANALISIS DE PROBLEMA DE FOMATO

#### DIAGRAMA DE FLUJO DE ORDEN DE TRABAJO DE PRODUCCION



ESTAMPADOS AUTOMOTRICES S.A. DE C.V.

SISTEMA DE CALIDAD

INFORME DEL EXPERIMENTO

INFORME N° 1      INICIO : 4 MARZO 1991      TERMINACION: ABRIL '91

ANALISIS POR : ING. H. DEL VALLE, ING. A. CEJA.

EQUIPO: INSTALACIONES DEL AREA DE FOSFATIZADO, DOS TINAS DE DESENGRASE, UNA DE EJUNQUE, DOS DC FOSFATIZADO, MATERIAL Y EQUIPO PARA TITULACIONES, MEDIDOR DE ESPESORES, ACIDO FOSFORICO Y AGUA.

OBJETIVO : ABAJAR COSTOS DE OPERACION, CONSUMO DE ACIDO FOSFORICO, MEJORAR EL PROCESO Y HACER COMPARACIONES ENTRE DIFERENTES FUENTES DE ABASTECIMIENTO.

PROCEDIMIENTO : SE OBTUVIERON LOS SIGUIENTES DATOS PARA DESCUBRIR SI EXISTE DIFERENCIA SIGNIFICATIVA EN EL ESPESOR DE CAPA FOSFATIZADA MEDIDA EN MICRAS, EN UNA PIEZA TROQUELADA.

ESPESOR DE FOSFATO EN CONDICIONES NORMALES DE OPERACION  
( 20 PUNTOS DE ACIDEZ )

PROVEEDORES	(TRATAMIENTOS)	
	PW	PN
	7.6	7.7
	7.5	8.0
	7.8	7.5
	7.6	7.4
	7.9	7.5
	7.4	7.7
	7.4	7.3
	7.5	7.6
	7.5	7.4
	7.3	7.5
MEDIA DE TRATAM.	7.6	7.56

MEDIA GENERAL = 7.58



ESTAMPADOS AUTOMOTRICES S.A. DE C.V.

SISTEMA DE CALIDAD

INFORME DEL EXPERIMENTO

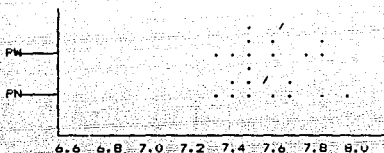
INFORME Nº 1

INICIO : 4 MARZO 1991

TERMINACION: ABRIL 1991

ANALISIS POR : ING. H. DEL VALLE, ING. A. CEJA.

GRAFICOS DE DATOS, ESPESOR DE FUSILATO.



VARIACION ENTRE TRATAMIENTOS :

$$S^2 = \frac{(7.6-7.6)^2 + (7.5-7.6)^2 + (7.8-7.6)^2 + (7.6-7.6)^2 + (7.9-7.6)^2 + (7.9-7.6)^2 + (7.4-7.6)^2 + (7.5-7.6)^2 + (7.5-7.6)^2 + (7.3-7.6)^2}{10}$$

$S = 0.38$  HACIENDO LO MISMO PARA S<sub>2</sub> TENEMOS:

$S = 0.36$

VARIANZA MUESTRAL  $S^2 = 0.38^2/9 = 0.042$   $S^2 = 0.36^2/9 = 0.04$

SUMA DE CUADRADOS ENTRE TRAT.  $S^2 = 0.38 + 0.36 = 0.74$

GRADOS DE LIBERTAD DENTRO DE TRAT.  $V = 9+9 = 18$

VARIACION ENTRE TRAT. (CUADRADO MEDIO ENTRE TRAT.)

	PM	FN
$\bar{y}_t$	7.6	7.56
$\bar{y} - \bar{y}_t$	0.02	-0.02
n <sub>t</sub>	10	10

$$S^2 = \frac{10(0.02)^2 + 10(-0.02)^2}{18} = 0.08$$

$$V = 18$$

$$S = S^2 / V = 0.08 / 18 = 0.004$$

ESTAMPADOS AUTOMOTRICES S.A. DE C.V.

SISTEMA DE CALIDAD

INFORME DEL EXPERIMENTO

EXPERIMENTO N° 1      INICIO : 4 MARZO 1991      TERMINACION: ABRIL '91

ANALISIS POR : ING. H. DEL VALLE, ING. H. LEJA.

VALORADO MEDIO DENTRO DE LOS TRATAMIENTOS

$$S^2 = \frac{1}{N} \sum V^2 - \frac{1}{N} (\sum V)^2 = 0.74 \quad 18 = 0.0411$$

TABLEA DE ANALISIS DE VARIANZA

FUENTE DE VARIACION	SUMA DE LOS CUADRADOS	GRADOS DE LIBERTAD	CUADRADO MEDIO
ENTRE TRAT.	S = 0.08 T	1	2 S = 0.08 T
DENTRO DE TRATAM.	S = 0.74 R	18	2 S = 0.0411 R
TOTAL	S = 0.82 D	19	

$$F_{SELECCION} = \frac{S}{R} = \frac{0.08}{0.0411} = 1.95$$

F DE TABLAS CON 1, 18 GRADOS DE LIBERTAD = 4.41

CONCLUSION: COMO SE PUEDE OBSERVAR, NO HAY DIFERENCIA SIGNIFICATIVA ENTRE PROVEEDORES, SE PUEDE USAR INDISTINTAMENTE UNO U OTRO EN EL PROCESO.



# ESTAMPADOS AUTOMETRICES, S.A. DE C.V.

SISTEMA DE CALIDAD  
ANÁLISIS DEL MODO Y EFECTO DE LA FALLA POTENCIAL  
(AMEF DE PROCESO)

PÁG. 1 DE 1

PROCESO: PINTURA  
 AREA RESPONSABLE: DEPARTAMENTO DE PINTURA  
 NOMBRE DE LA PARTE: PIEZAS FORD  
 NUMERO DE PARTE: XXXX-XXXX-XY

ELABORADO: GENEAL GARCIA GARCIA  
 FECHA DE AMEF ORIGINAL: 1-FEB-1998  
 FECHA DE ELABORACION: 24-JUN-98

FUNCION DE PROCESO	MODO DE LA FALLA POTENCIAL	EFECTOS DE LA FALLA POTENCIAL	CAUSA DE LA FALLA POTENCIAL	CONDICIONES EXISTENTES			ACCION (ES)	RESULTADOS			ACTIVIDAD RESPON-SABLE	
				COMPLETES	O	S		D	ACCIONES (COMPLETES)	O		S
PINTURA	DESARREGLO DE AIRE TEMPERATURA DE O FUEGO EN EL RE-IMPRESA ARIANEM CUMPLIMIENTO, TO	CORRIENTE DE LA PINTURA	LAS PIEZAS TENDRAN UN PUNTO DE CONTACTO CON LA PINTURA.	LIMPIEZA	2	12	12	REACCION EN EL MATERIAL				INSPECCION
			PINTURA COMPLETA CON UNO O CON DOS PUNTO DE CONTACTO CON LA PINTURA.	IMPUREZAS CON PUNTO DE CONTACTO	2	2	8	PREPARACION DE PIEZAS REACTIVAS.				
RECURSO	MANEJO DE LA PINTURA	MANEJO DE LA PINTURA	MANEJO DE LA PINTURA	IMPUREZAS	2	12	4	ANALISIS DE LA PINTURA				INSPECCION
MANEJO DE LA PINTURA	MANEJO DE LA PINTURA	MANEJO DE LA PINTURA	MANEJO DE LA PINTURA	IMPUREZAS	2	12	4	ANALISIS DE LA PINTURA				INSPECCION
RECURSO	MANEJO DE LA PINTURA	MANEJO DE LA PINTURA	MANEJO DE LA PINTURA	IMPUREZAS	2	12	12	ANALISIS DE LA PINTURA				INSPECCION
RECURSO	MANEJO DE LA PINTURA	MANEJO DE LA PINTURA	MANEJO DE LA PINTURA	IMPUREZAS	2	12	12	ANALISIS DE LA PINTURA				INSPECCION

NOTA: O = OCURENCIA S = SEVERIDAD D = DETECCION

# ESTAMPADOS AUTOMOTRICES, S.A.

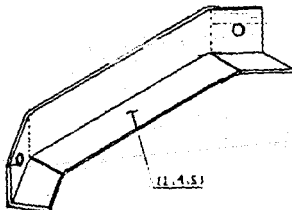
SISTEMA DE CALIDAD

HOJA DE INTRODUCCION DE INSPECCION

PREPARADO POR: AUTORIZADO POR: FECHA DE ELABORACION:  
 REVISADO POR D. SR. FERNANDO CASTRO

REVISION: 001 ELABORADO POR: 14.01. 112490  
 INGENIERO ENCARGADO: FORT - 56167 - M  
 CLIENTE: FORD MOTOR CO. S.A. SOPORTE PISO  
 N.º 458  
 PROCESO: FOSFATO (FINISADO A PINTURA)

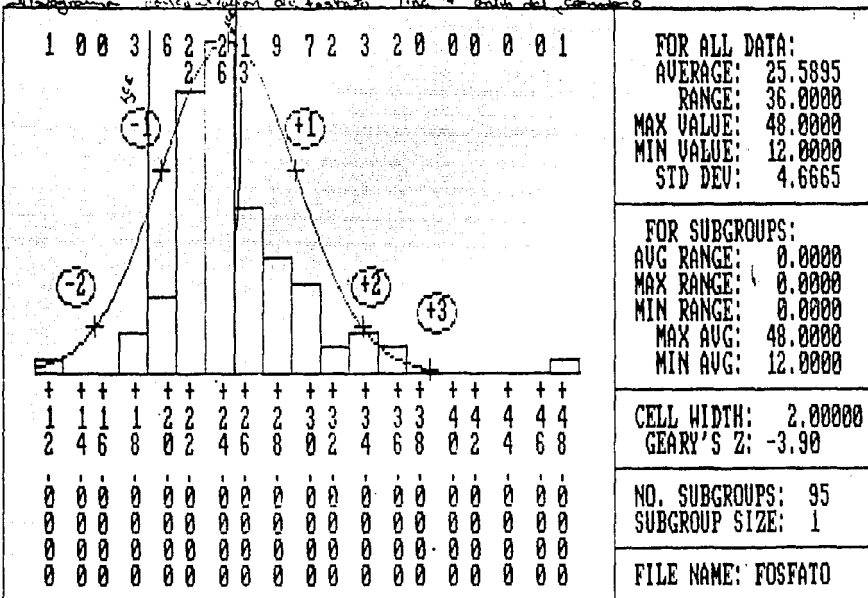
NO.	T. N.º	FREC.	ITEM A VERIFICAR	REV. NO.	CALIFICADOR A REALIZAR	REGISTRO
1	1	C/ PZA CARGA	REVISAR QUE LAS PIEZAS SE ENCUENTREN LIBRES DE GRASA Y OXIDO ANTES DE SER SUMERGIDAS EN LA SOLUCION DE FOSFATO DE LA TINA NO. 6	...	VISUAL	P/PROCESO
2	2	C/ TIEMPO	VERIFICAR LA CONCENTRACION DEL FOSFATO: 20 - 25 PPM	...	EQUIPO DE LABORATORIO	CARTA 1 y 2 INC.
3	1	C/ CARGA	SUPERVISAR QUE LAS PIEZAS PERMANEZCAN SUMERGIDAS EN LA SOLUCION DURANTE UN TIEMPO DE 5 A 7 MIN.	...	PELCO	P/PROCESO
4	1	C/ PZA CARGA	VERIFICAR EL ESPESOR DEL FOSFATO: 5 - 10 µm	...	MEMETPC	P/PROCESO
5	1	C/ PZA CARGA	REVISAR QUE EL RECURRIMIENTO SEA DE GRANO FINO Y SIN PRESENCIA DE CRISTALIZACIONES.	...	VISUAL	P/PROCESO



Byo

NO.	ACCIONES CORRECTIVAS PARA ITEM'S QUE NO SE ESPECIFICAN
1	A MENOS QUE DE OTRA MANERA SE ESPECIFIQUE HAYRA DE REALIZARSE UNA INSPECCION 100% PARA SELECCIONAR LAS PIEZAS O.º APARTIR DE LA LISTA MUESTRA BAJO CONTROL.
2	ENVIAR EL MATERIAL AFECTUOSO A ZONA DE CUARENTENA HASTA TENER RESOLUCION.

Histograma representacion de Fosfato Tipo 3 en el control



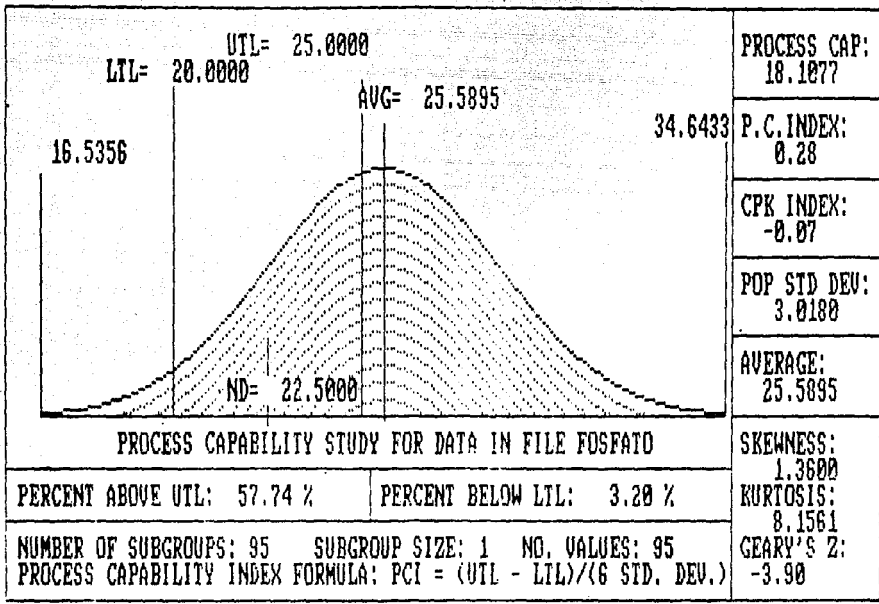
FOR ALL DATA:  
 AVERAGE: 25.5895  
 RANGE: 36.0000  
 MAX VALUE: 48.0000  
 MIN VALUE: 12.0000  
 STD DEV: 4.6665

FOR SUBGROUPS:  
 AVG RANGE: 0.0000  
 MAX RANGE: 0.0000  
 MIN RANGE: 0.0000  
 MAX AVG: 48.0000  
 MIN AVG: 12.0000

CELL WIDTH: 2.00000  
 GEARY'S Z: -3.90

NO. SUBGROUPS: 95  
 SUBGROUP SIZE: 1

FILE NAME: FOSFATO



PROCESS CAP:  
18.1077

P.C. INDEX:  
0.28

CPK INDEX:  
-0.07

POP STD DEV:  
3.0180

AVERAGE:  
25.5895

SKEWNESS:  
1.3600

KURTOSIS:  
8.1561

GEARY'S Z:  
-3.90

PROCESS CAPABILITY STUDY FOR DATA IN FILE FOSFATO

PERCENT ABOVE UTL: 57.74 %      PERCENT BELOW LTL: 3.20 %

NUMBER OF SUBGROUPS: 95      SUBGROUP SIZE: 1      NO. VALUES: 95  
 PROCESS CAPABILITY INDEX FORMULA: PCI = (UTL - LTL) / (6 STD. DEV.)