

300617  
10  
24



**UNIVERSIDAD LA SALLE**

**ESCUELA DE INGENIERIA  
MECANICA ELECTRICA  
INCORPORADA A LA U. N. A. M.**

**" USO DE LAS HERRAMIENTAS ESTADISTICAS  
EN LA INDUSTRIA AUTOMOTRIZ "**

**TESIS PROFESIONAL**

**QUE PARA OBTENER EL TITULO DE  
INGENIERO MECANICO ELECTRICISTA CON  
AREA PRINCIPAL INGENIERIA MECANICA**

**P R E S E N T A**

**LUIS MAURICIO CARRERA SOL**

**ASESOR DE TESIS**

**ING. JOSE ALFREDO HEREDIA NAVARRO**

**MEXICO, D. F.**

**TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN**

1993



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

### INTRODUCCION

#### CAPITULO I

##### 1. ANTECEDENTES EN LA INDUSTRIA

1.1. HISTORIA DE LA INDUSTRIA DEL AUTOMOVIL 1

1.2. PERIODIZACION DEL DESARROLLO AUTOMOTRIZ EN MEXICO. 4

1.3. ESTRUCTURA DE LA PRODUCCION AUTOMOTRIZ EN MEXICO. 7

1.4 LA INDUSTRIA AUTOMOTRIZ ACTUAL EN MEXICO. 9

1.5 PERSPECTIVAS DE LA INDUSTRIA AUTOMOTRIZ. 10

1.6 IMPORTANCIA DE LA CALIDAD. 11

1.7 DESARROLLO DE LA CALIDAD 12

1.8 DESARROLLO DE LA CALIDAD EN LA INDUSTRIA AUTOMOTRIZ 13

1.9 CALIDAD EN FORD MOTOR CO. 14

#### CAPITULO II

##### 2. FUNDAMENTOS.

2.1 CONTROL DE CALIDAD. 19

2.1.1 Como proceder con el Control de Calidad.

2.2 CONTROL TOTAL DE CALIDAD. 26

2.3 PRODUCTIVIDAD. 27

2.3.1 Mejoramiento de la productividad en las organizaciones.

2.3.2 Factores que influyen en la productividad.

### CAPITULO III

#### 3. REQUERIMIENTOS DE CALIDAD EN LA INDUSTRIA AUTOMOTRIZ

3.1	PLANEACION AVANZADA DE LA CALIDAD.	30
3.2	ORGANIZACION.	32
3.2.1	Manual de Calidad.	
3.2.2	Programa de Capacitación.	
3.2.3	Programas de autoauditorias al sistema.	
3.2.4	Muestras iniciales.	
3.2.5	Costos de calidad.	
3.3	CONTROL DE RECIBO DE MATERIALES.	33
3.3.1	Especificaciones de compra y certificación de materiales.	
3.3.2	Procedimientos de control de recibo de materiales.	
3.3.3	Identificación de materiales.	
3.3.4	Control de tiempo de entrega.	
3.4	INSTRUMENTOS, EQUIPO DE MEDICION Y PRUEBAS.	35
3.4.1	Identificación y control de cada instrumento o equipo.	
3.4.3	Certificación de equipos e instrumentos de medición y pruebas. Estudios de repetibilidad y reproducibilidad.	
3.5	CONTROL EN PROCESOS.	38
3.5.1	Diagrama de flujo y distribución de planta.	
3.5.2	Hojas de proceso y de inspección.	
3.5.3	Identificación y rastreo de lotes.	
3.5.4	Sistema de rotación de inventarios.	
3.5.5	Control preventivo de máquinas, equipos e instalaciones de fabricación.	
3.5.6	Control de herramientas.	
3.5.7	Control de registros y especificaciones de inspección.	
3.5.8	Cambios al proceso.	

3.6	CALIDAD EN PRODUCTO TERMINADO.	42
3.6.1	Sistema de inspección final.	
3.6.2	Análisis de fallas y acciones correctivas.	
3.6.3	Auditorias de inspección final.	
3.6.4	Sistema de reporte a la gerencia.	
3.6.5	Certificados de Calidad.	
3.6.6	Manejo y empaque del producto terminado.	
3.7	CONTROL DE CAMBIOS, DIBUJOS Y ESPECIFICACIONES.	45
3.7.1	Control y mantenimiento de la información.	
3.7.2	Incorporación de cambios.	
3.7.3	Control de desviaciones.	
3.7.4	Cambios al proceso de manufactura.	
3.8	CONTROL ESTADISTICO DEL PROCESO	47
3.8.1	Identificación de áreas críticas y de seguridad.	
3.8.2	Registros de controles de características de seguridad.	
3.8.3	Control y estabilidad del proceso.	
3.8.4	Habilidad en recibo, proceso y producto terminado.	
3.8.5	Programa de cartas de control.	
3.8.6	Registro de porcentaje de rechazo, retrabajos y costos.	
3.9	GARANTIA Y SERVICIO.	52
3.9.1	Programas de visitas a clientes.	
3.9.2	Programas y análisis de problemas en el campo.	
3.9.3	Planes de acción.	
3.10	ACCIONES CORRECTIVAS.	53

#### CAPITULO IV

4	LAS SIETE HERRAMIENTAS BASICAS	
4.1	HERRAMIENTAS ESTADISTICAS PARA LA SOLUCION DE PROBLEMAS.	56
4.2	FUNCIONES Y USOS DE LAS SIETE HERRAMIENTAS BASICAS.	58
4.3	ETAPAS PARA LA REALIZACION DE MEJORAS.	60

4.4	PRINCIPALES USOS DE LAS HERRAMIENTAS BASICAS.	61
4.5	TORMENTA DE IDEAS.	62
4.6	ESTRATIFICACION.	63
4.6.1	Pasos para llevar a cabo la estratificación.	
4.7	DIAGRAMAS DE PARETO.	65
4.7.1	Elaboración de un diagrama de pareto.	
4.7.2	Usos y beneficios del diagrama de pareto.	
4.8	DIAGRAMA DE CAUSA Y EFECTO.	71
4.8.1	Beneficios del uso del Diagrama de Causa y Efecto.	
4.9	PROCEDIMIENTO DEL CONTROL ESTADISTICO DEL PROCESO.	75
<b>CAPITULO V</b>		
5	CASOS DE EXITO FORD MOTOR COMPANY (PLANTAS DE ENSAMBLE CUAUTITLAN)	
5.1	CASO 1: TORQUE DE SUJECION DE CAJA PICK-UP A CHASIS.	86
5.2	CASO 2: VELOCIDAD DEL TRANSPORTADOR DEL HORNO.	113
	<b>CONCLUSIONES</b>	<b>133</b>
	<b>BIBLIOGRAFIA</b>	<b>136</b>

## INTRODUCCIÓN

En la actualidad la industria ha ido creciendo a un ritmo acelerado. Dentro de este crecimiento como es de suponerse se ha dado un aumento de competencia entre las industrias. Esta competencia se ha vuelto tan exigente que una compañía para poder sobrevivir, ya no solo se conforma con producir grandes cantidades, sino que también tiene que hacerlo a bajos precios y con "Calidad".

Actualmente la Calidad juega un papel muy importante en la industria ya que uno de los objetivos principales de toda industria es brindar satisfacción a sus clientes, y esto se logra produciendo sus bienes con Calidad.

Nuestro país experimenta una transformación propia de las sociedades que buscan nuevos cambios en todos los aspectos de la vida; el cambio en México permite gobernarnos con el afán de potenciar nuestras capacidades para adecuar el desarrollo nacional a las exigencias de un mundo cada vez más interrelacionado. Es así como la transformación permanente de la sociedad deberá tener como fin, el logro de mejores niveles de vida para todos sus integrantes, considerando que la complejidad originada por el reto de satisfacer un número cada vez mayor de necesidades, origina una problemática social que

atañe toda nuestra estructura.

Los procesos productivos deben llevar en sí mismos, la calidad requerida para que nuestro país pueda tener una presencia interna y externa que asegure nuestra supervivencia en la globalización que experimenta este mundo.

Es así como esta calidad debe abarcar tanto los aspectos materiales de la producción, como los aspectos humanos que la hacen posible. La calidad debe estar presente en la vida del empresario, en la del servidor público, en la del estudiante, en la del ama de casa y en la de alguien muchas veces olvidado con relación a este tema: el hombre que cuenta con su fuerza de trabajo para procurarse una vida digna, el trabajador.

La falta de Calidad, la Calidad insuficiente es un problema social. Su práctica cotidiana genera un consumidor, es decir una persona, es decir un ciudadano o suspicaz o sumiso. La falta de Calidad engendra falta de Calidad. Contiene un potencial subversivo, de verdadera disolución social, puesto que propicia el cinismo y la frustración colectiva, la simulación de todos contra todos.

La calidad y la productividad no pueden desarrollarse bajo el esquema de las relaciones tradicionales de producción que conforman una cultura autoritaria, donde los trabajadores se desenvuelven en un medio laboral en el cual sólo tienen un control mínimo sobre su mundo de trabajo cotidiano; se espera de ellos que sean pasivos, dependientes, subordinados. Se espera que su perspectiva sea de poco alcance, se les induce



a perfeccionar y valorar el uso frecuente de unas cuantas y pocas habilidades superficiales. Se espera que produzcan en condiciones que dan lugar al fracaso psicológico y social.

Esta demostrado que al desarrollar una cultura para lograr efectos reales en la calidad y en la productividad, se requiere de varios elementos: La atención a las necesidades de los trabajadores, el énfasis en la participación, la toma de decisiones por consenso, el esfuerzo máximo para facilitar la comunicación en todos los niveles y la supresión de las barreras de posición, enfatizando la integración de las metas individuales con los objetivos de la empresa, creando un ambiente organizativo donde los trabajadores crean realmente que pueden mejorar sus propios objetivos participando en el esfuerzo conjunto para alcanzar los valores y objetivos que puedan, de esta manera, compartir ampliamente con la empresa.

México esta a punto de formar parte de un Tratado de Libre Comercio con los Estados Unidos y Canada. Este es un reto difícil para un país en vías de desarrollo como lo es México, ya que competirá directamente con dos grandes potencias industriales. La única forma de que México pueda sacar ventaja de un acuerdo de este tipo, es produciendo con Calidad y de este modo poder aumentar la productividad. El país no solo tiene que producir grandes volúmenes, sino que también tiene que hacerlo a bajo costo y con una calidad que haga al producto competitivo. El poder lograr un producto que satisfaga al cliente, a bajo costo y en grandes volúmenes, se

puede conseguir aplicando sistemas de calidad, evitando desperdicios y mejorando los procesos productivos.

La industria automotriz ocupa un lugar muy importante dentro de la economía mexicana. Sus ventas se han elevado considerablemente en los últimos años, así como su exportaciones. Las compañías automotrices saben que no solo produciendo grandes cantidades van a lograr sobrevivir, sino que necesitan satisfacer al cliente y a sus propios procesos productivos. En todas las empresas se están implantando sistemas de calidad que día a día mejoran sus productos y aumentan sus ventas. En Ford se esta trabajando con mucho ahínco en la mejora continua de la calidad. Estos programas de calidad empiezan con entrenamiento al personal, que es un aspecto muy importante si el objetivo es lograr productos de calidad.

Se han conseguido grandes avances en este aspecto, incluso se ha llegado a mencionar en algunas revistas norteamericanas lo siguiente: "Si usted tiene suerte su próximo coche habrá sido armado en México". Esto habla muy bien de lo que se esta haciendo en México, y no solo en Ford, sino que todas las armadoras en México están trabajando arduamente en este concepto tan importante. La cita anterior no solo nos da a entender que en México se están fabricando autos con gran calidad, sino que también las exportaciones de México van a seguir creciendo rápidamente.

Viendo todo este crecimiento y desarrollo de la industria

es importante que las empresas empiecen a trabajar en la implementación de Sistemas de Calidad. Casi todas las empresas en la actualidad cuentan con estos Sistemas pero la importancia radica en irlos adecuando al progreso de cada una de ellas y como se menciono anteriormente ir mejorando continuamente.

A lo largo de este trabajo se desarrollaran los conceptos fundamentales de Calidad y Productividad. La calidad abarca un campo muy amplio, pero en este caso se tratara unicamente sobre las herramientas más básicas de Calidad y se revisaran las ventajas que se pueden obtener, para esto se analizaran dos casos productivos de Ford y de como se aplicaron las herramientas básicas y que beneficios se obtuvieron.

## 1 ANTECEDENTES EN LA INDUSTRIA

### 1.1 HISTORIA DE LA INDUSTRIA DEL AUTOMÓVIL

Desde la concepción de el automóvil como un producto de utilización masiva y la creación de la industria automotriz, se inició un período nuevo en la industria que sería de las de mayor importancia durante la fase imperialista del capitalismo, debido a la cantidad de mano de obra que generaría para sí misma y para una gran cantidad de industrias colaterales.

En el presente capítulo se pretende mostrar el desarrollo que ha tenido la industria automotriz en México, así como la evolución que se ha dado en materia de calidad.

El funcionamiento de la producción automotriz en el período que va de principios de siglo a la segunda guerra mundial, toma la forma de monopolio como respuesta a los cambios en la naturaleza expansiva del capital.

Las características más importantes de la estructura de la producción automotriz se configuran en este período y se consolidan pocos años después de la segunda guerra. Este período tiene gran importancia para la comprensión de la industria automotriz en la actualidad.

La industria automotriz alcanzó su proyección internacional hacia 1915, y quizá desde algunos años antes, cuando las grandes empresas ya habían generalizado las nuevas

características de funcionamiento del capital en los diversos países capitalistas, y una vez que la producción automotriz se había desenvuelto al grado en que las grandes empresas que iniciaban su conformación, no podían dejar de tomar en cuenta sus respectivos avances para delinear sus políticas de expansión.

Las grandes empresas de la industria automotriz entablan relaciones en el plano de la producción, influyendo recíprocamente sobre la dinámica expansiva del capital, y por ello en el plano de la competencia y en la lucha por el control de los distintos mercados nacionales.

Un ejemplo de ello se observa en el impacto que los sistemas de producción desarrollados por Henry Ford tuvieron sobre la mayoría de constructores de automóviles, tanto en los Estados Unidos como en el resto del mundo. Las innovaciones introducidas por Henry Ford, como la banda sin fin, permitieron reducir considerablemente el tiempo de ensamblaje de los automóviles y reestructurar la división técnica del trabajo, además de que lograron disminuir los precios de venta, factores que la competencia exigía.

La introducción de sistemas de trabajo en serie, en plantas de Ford, era minuciosamente estudiada a través de una "organización racional", que modificando la base técnica de la producción serviría de modelo en los países europeos llegando a Inglaterra, Alemania, Francia, Italia etc. donde después las mismas empresas Estadounidenses adquirirían

empresas automotrices.

Un factor que impulsó a la industria automotriz fue la militarización de las industrias ya que todas las empresas de este ramo se involucraron en la fabricación de artefactos para la industria bélica.

En los Estados Unidos la formación de la industria automotriz permitió la consolidación de tres de los grupos empresariales más poderosos en la actualidad. Antes de la primera guerra mundial ya se construía la Ford Motor Co. y la General Motors, que junto con la Chrysler Corp. fueron los más claros exponentes de este proceso.

La vinculación de estas grandes firmas con el proceso de expansión internacional de la industria automotriz, se hizo patente en la influencia que aquellas empresas que lograron fortalecerse después de la primera guerra y permanecer aún después de la segunda guerra, tuvieron sobre la formación de las bases de las relaciones entre las grandes empresas a nivel internacional.

Se puede apreciar en la formación de la industria automotriz en Norteamérica que el desarrollo de la competencia impulsó a las compañías a operar en otros países, a establecer acuerdos con las empresas más poderosas en el nivel mundial, y a procurar ganar control de materias primas, de los mercados, de las oportunidades de inversión en el exterior, etc., que les permitieron ampliar su dominación.

## 1.2 PERIODIZACION DEL DESARROLLO AUTOMOTRIZ EN MÉXICO

Hacia 1950, la industria automotriz internacional quedó estructurada de manera definitiva al transformar su papel dentro de la expansión internacional del capital e involucrar directamente a los países subdesarrollados. En México dio origen a una de las industrias más dinámicas.

La industria del automóvil en México surgió dotada de un alto grado de concentración del capital y su desenvolvimiento estuvo caracterizado por los patrones de expansión internacional de las grandes empresas automotrices. De ahí que desde el inicio de la producción automotriz en México, haya estado regida por la estrategia e intereses del capital extranjero, principalmente norteamericano.

La industria automotriz en México partió de la comercialización de vehículos de transporte promocionados por las grandes empresas automotrices extranjeras. Su instalación en el país se inició sobre una base productiva casi inexistente, ésta se integraría en realidad varias décadas después.

A las actividades de distribución se fueron articulando paulatinamente líneas de ensamblado de vehículos, posteriormente se inició la producción de algunas partes automotrices y de materias primas nacionales.

De ahí que no fue sino hasta la década de los sesenta, y gracias a una serie de medidas impulsadas por el Estado, que esta industria adquirió otra dimensión y se transformó en

fabricante automotriz.

Las líneas generales de el proceso de periodización de la industria automotriz sucedieron de la siguiente manera:

- 1.- Entre 1908 y 1925 aparecen los primeros automóviles en el país. La ausencia de producción de partes automotrices y de plantas de ensamblado hizo que las unidades distribuidas en el mercado nacional se importaran completamente terminadas.
- 2.- Entre 1926 y 1947 se instalaron las primeras líneas de montaje en el país, se inició así el ensamblado de automóviles con piezas de importación. El apoyo gubernamental se hace presente favoreciendo las importaciones y no estableciendo restricciones.
- 3.- Entre 1948 y 1959 se aprecia una proliferación de empresas ensambladoras, de marcas y modelos, con una muy limitada producción de autopartes. Las medidas de política económica que implemento el Estado, y su participación como productor en esta industria, se hicieron notables en este período, que muestra ya las características que orientaran la posterior integración automotriz bajo la dirección del capital extranjero.
- 4.- A partir de 1960 y hasta 1972, la industria ensambladora de automóviles se convirtió en una de las más importantes y dinámicas de la economía mexicana, empezó a fabricar automóviles y partes de



estos. Estas transformaciones fueron impulsadas definitivamente por el decreto de 1962, aún cuando su contenido fundamental haya sido formulado en años anteriores. A partir de entonces el Estado participa en este proceso de manera directa y determinante en la integración horizontal de la industria automotriz, y en los diferentes campos de su desenvolvimiento posterior.

- 5.- En 1972 se emitió un nuevo decreto, que invalidando el elaborado diez años antes, rigió el desenvolvimiento de la industria automotriz hasta 1977. El Estado favoreció la expansión de la industria con políticas de control sobre las organizaciones de los trabajadores.
- 6.- A mediados de 1977 podía apreciarse con claridad elementos que modificaban la estructura de la producción automotriz y recomponían la división del trabajo en su interior, por lo que reordenaban aceleradamente las relaciones entre las grandes empresas automotrices, así como entre los sectores terminal y de autopartes. El decreto para el fomento de la industria automotriz que se emitió en junio de ese año, marca con la liberación de precios para los automotores el inicio de una serie de modificaciones en la política tanto estatal como empresarial que tienden a estructurarla nuevamente.

Estos aspectos permiten suponer un reordenamiento de la industria y de las grandes empresas que operan la producción automotriz en México.

En este último período el Estado siguió impulsando el crecimiento de la industria automotriz en México por medio de concesiones como la extensión de impuestos en la compra de maquinaria y equipo para la producción de autopartes en el país, además implantó restricciones para disminuir las importaciones de autopartes.

A partir de este decreto la industria automotriz nacional fue incentivada para crecer y producir cada año más en nuestro país reduciendo las importaciones y aumentando el grado de integración nacional, generando una gran cantidad de empleos para si misma y para la industria auxiliar.

### 1.3 ESTRUCTURA DE LA PRODUCCIÓN AUTOMOTRIZ EN MÉXICO

La industria automotriz en México, aún cuando surgió dominada por el capital extranjero, ha sido capaz de articular los diferentes sectores productivos que involucra directamente gracias a una serie de medidas dictadas por el Estado a partir de 1947, pero especialmente desde 1960. Estas medidas orientaron la producción automotriz hacia la llamada integración nacional.

La influencia del capital extranjero se ha extendido hasta dominar las condiciones de producción y de la competencia nacionales, ha llegado a controlar las fuentes de

financiamiento, la tecnología, la proyección de la producción, tanto la destinada al mercado interno como la de exportación de los vehículos de transporte y otros productos conexos.

Durante los años de 1973 y hasta 1975 se llevó a cabo la integración de diferentes productos automotrices que permitió la expansión de las empresas de la industria automotriz. Los programas y líneas de producción, así como las variaciones en el capital movilizado por las empresas, dan idea del crecimiento de la capacidad instalada y el volumen de producción, que continuó hasta el año de 1977.

Entre los proyectos que las plantas automotrices llevaron a cabo están:

- Nissan Mexicana inauguró en 1978 su planta de partes de motor en Morelos, la producción de esta planta se destinó principalmente a la exportación, también en este año concluyó las obras de su planta de fundición de monoblocks en el Estado de México.

- Volkswagen de México invirtió en 1980 3000 millones de pesos en obras de ampliación de sus plantas para incrementar su volumen de exportaciones.

- Ford de México invirtió 1000 millones de pesos para elevar su capacidad a 21,000 vehículos anuales en 1980 y construyó una nueva planta de ensamble en Cuautitlán. Construyó también en asociación con el Grupo Industrial Alfa una empresa constructora de cabezas de cilindros de aluminio para sus motores V-6 invirtiendo 1200 millones de pesos para

su producción de importación.

Para el año de 1986 construyó una nueva planta estampadora y ensambladora de vehículos en Hermosillo Sonora en donde se produce unicamente para exportación alcanzando volúmenes de producción de 35,000 unidades anuales, construyó también en 1983 una planta de motores 4 cilindros en Chihuahua con la tecnología más moderna existente produciendo para el mercado nacional y para importación.

- Chrysler de México construyó una nueva planta de ensamble dentro de sus instalaciones en Lerma Estado de México para la construcción de vehículos compactos y ampliando sus instalaciones y construyendo nuevas líneas de ensamble en su planta de Lago Alberto D.F., incrementando su producción nacional y para exportación. Construyó también en 1982 una planta de motores 4 cilindros.

- General Motors de México amplió sus instalaciones en sus plantas de ensamble del D.F. y construyó una planta de ensamble y otra de motores en Coahuila y una de autopartes en Chihuahua.

La industria de autopartes también realizó grandes inversiones así entre 1982 y 1984 realizó inversiones por 16158 millones de pesos generando 30,000 nuevos empleos.

#### **1.4 LA INDUSTRIA AUTOMOTRIZ ACTUAL EN MÉXICO**

En la década de los noventas la industria automotriz experimentó un nuevo auge, iniciándose una nueva etapa para

esta industria en la que los conceptos de globalización de la producción, internacionalización de los productos, competitividad internacional, tecnología actualizada en los procesos de manufactura y en los vehículos, impulsaron un nuevo crecimiento.

Entra al mercado nacional la compañía Mercedes Benz que al principio solo vendió motores para camión que se ensamblaban a los camiones FAMSА y en 1990 introduce su línea de camiones instalando su planta ensambladora en el Estado de México.

#### 1.5 PERSPECTIVAS DE LA INDUSTRIA AUTOMOTRIZ

Nuevas empresas planean entrar al mercado nacional, como es el caso del proyecto de la compañía Mercedes Benz para abrir una planta ensambladora de automóviles en el estado de Aguascalientes, y algunas japonesas que planean vender sus vehículos en el país.

Existe una gran expectativa en todo el sector a cerca de la firma del Tratado de Libre Comercio con Estados Unidos y Canadá, lo que ha desarrollado una serie de análisis muy profundos y cuidadosos, con el fin de identificar las ventajas y desventajas de este acuerdo que involucrará a la industria automotriz mexicana con el mercado automotriz más grande del mundo.

De concretarse el Tratado de Libre Comercio, no solo las ensambladoras sino también la industria auxiliar y terminal crecerían en gran escala al incrementarse las exportaciones.

El nuevo mercado automotriz se verá afectado por restricciones gubernamentales especialmente en lo referente a la emisión de contaminantes, así como en los procesos de manufactura que exigirán reciclaje de materiales y el uso de materiales que no dañen el medio ambiente.

#### 1.6 IMPORTANCIA DE LA CALIDAD

Debido al crecimiento de la industria y al aumento de la producción, así como de la competencia entre los diferentes fabricantes de automóviles, surge un aspecto importantísimo: La Calidad. Este aspecto se ha ido desarrollando a la par que la misma industria, al fines de la Segunda Guerra Mundial surge un importante innovador, el Dr. Edward W. Deming quien es considerado como el padre de la tercera revolución industrial. A partir de los trabajos realizados por Deming se han ido elaborando otros de suma importancia como las investigaciones de Kaouru Ishikawa, es en estos fundamentos en los cuales se basa el desarrollo de este estudio.

Un aspecto muy importante a considerar en la actual filosofía de calidad, es la satisfacción al cliente. El cliente es el que mantiene viva a toda empresa y para la empresa lo mas importante por consecuencia es proporcionar satisfacción al cliente. Muchas compañías alimentan sus procesos con la información que reciben del cliente y pueden aumentar sus niveles de calidad de acuerdo a las expectativas del cliente.

De todo lo anterior podemos señalar que la importancia de la Calidad radica en que coloca a las empresas en una situación competitiva frente a las demás. En la actualidad y con la entrada al acuerdo trilateral, la Calidad será la pauta que marque el desarrollo económico de las industrias.

## 1.7 DESARROLLO DE LA CALIDAD

### FILOSOFÍA DE CALIDAD

El Dr. Deming marco los siguientes puntos, los cuales han sido esenciales para el desarrollo de la actual filosofía de Calidad:

10. Ser innovador en el desarrollo de productos, servicios y tecnología que satisfagan las necesidades del cliente.
20. El nivel de rendimiento actual puede ser mejorado.
30. Promover el desarrollo de equipos de trabajo en todas las áreas de la organización.
40. Adoptar el enfoque de prevención de defectos en lugar de detección, en base al control estadístico del proceso.
50. Estimular al personal a identificar problemas y colaborar en su solución.
60. Establecer relaciones a largo plazo con los proveedores, eligiéndolos en base a la calidad, servicio y costo.
70. Crear un ambiente de comunicación abierta y libre de temor.
80. Proveer a los ejecutivos de un amplio entendimiento del pensamiento estadístico y de los métodos de estadística.

- 9o. Instituir programas de entrenamiento en estadística para todos los empleados de la organización.
- 10o. Proveer a todos los empleados el entrenamiento necesario para realizar su trabajo adecuadamente.
- 11o. Instituir el reentrenamiento apropiado para los empleados que obtengan nuevas oportunidades de empleo.
- 12o. Reconocer que las metas a corto plazo y los lemas sin soporte pueden inhibir las mejoras continuas.
- 13o. Reevaluar los estandares de trabajo que se enfocan exclusivamente en la cantidad, sin tomar en cuenta la calidad.
- 14o. Examinar cada sistema gerencial para determinar si soportan o inhiben las mejoras constantes en la calidad y productividad.

La mayoría de las empresas han tomado estos puntos y los han ido adaptando a sus necesidades y enfocandolo a sus objetivos.

#### **1.8 DESARROLLO DE LA CALIDAD EN LA INDUSTRIA AUTOMOTRIZ**

Como todas las industrias, la automotriz depende de sus clientes y la competencia ha ocasionado que todas las empresas busquen mejorar la Calidad de sus productos y de sus procesos.

En 1985 fue formado un Comité de Calidad de la Industria Automotriz Terminal. Este comité incluía representantes de las armadoras más importantes de México: Ford, Chrysler, Volkswagen, General Motors y Nissan. El objetivo de este



comité es el de proporcionar la información sobre los requisitos de Calidad que la Industria Automotriz Terminal tiene para la fabricación de partes y materiales que son utilizados por las armadoras en la construcción de sus vehículos automotores, contribuyendo de esta manera al aumento de productividad, calidad y competitividad internacional de la Industria Mexicana, mediante un esfuerzo de cooperación entre fabricantes y proveedores.

Este comité elaboró una guía donde el propósito fundamental es el de proporcionar en forma ordenada los elementos que se requieren para cumplir con los Sistemas de Calidad establecidos por las diferentes plantas armadoras, los que una vez definidos, satisfagan todos los requisitos en forma global, lo cual redundará en facilitar el desarrollo e implantación del Sistema de Calidad.

Este es un ejemplo muy claro de la preocupación en la industria Automotriz por lograr Calidad.

#### **1.9 CALIDAD EN FORD MOTOR COMPANY**

Ford Motor Company es una empresa fundada en 1925 que actualmente cuenta con cuatro plantas en Cuautitlan (fundición, motores, ensamble I y ensamble II), una planta en Chihuahua (motores), una planta en Hermosillo (Ensamble) y una en Monterrey (Chasises); en lo que respecta a sus operaciones en México.

A continuación se presentan los antecedentes de Ford Motor Company en materia de Calidad:

Planta de Fundición.- En 1980 existía preocupación por:

a) Mantener trabajando a la planta con programas de exportación, ya que la producción de la planta estaba disminuyendo por la eliminación de motores de ocho cilindros en autos de pasajeros. Ocasionando que solo el 12% de la capacidad instalada se estuviera utilizando para el año de 1986. b) Reducir el costo de producción por kilogramo de pieza fundida, ya que algunas fundiciones competitivas a nivel internacional, cotizaban partes un 38% más baratas. c) Reducir el porcentaje de desperdicio de hierro nodular, debido a que producían piezas de este material pero con un 25% de desecho, siendo que otras empresas tenían solo el 8 % y en piezas más complicadas. d) Ofrecer productos a los clientes con la mayor calidad y al más bajo costo.

Planta de motores.- En 1981 existía preocupación por:

a) Reducir las reparaciones y desechos, ya que se tenían valores del 21% de rechazos en monoblocks, 10% en cabezas de motor, y 5% en ensamble de motores. b) Aumentar la producción de motores, la cual se vio reducida por las restricciones gubernamentales de casi 120 mil en 1981 a 38 mil en 1987. c) Al igual que la planta de fundición, ofrecer productos a los clientes con la mayor calidad y al más bajo costo.

Plantas de ensamble.- En 1981 existía preocupación por:

a) Reducir las reparaciones y desechos, ya que se tenían situaciones de diez defectos que pudieran ser detectados por los clientes en camiones ligeros y semipesados de 8 defectos

detectables por el cliente por cada vehículo. b) Aumentar los volúmenes de fabricación de la planta, ya que estos se vieron afectados por la disminución del poder adquisitivo de los clientes, debido a la situación que pasaba el país en la década de los 80's. c) Ofrecer vehículos competitivos a nivel nacional e internacional.

Los pasos que siguieron para mejorar la calidad fueron los siguientes:

-Proceso educativo y de mejora.

\*La dirección de la compañía adquirió el compromiso de capacitar al personal en las técnicas más avanzadas de solución de problemas y toma de decisiones, así como de mejora continua; como es en este último caso el control estadístico del proceso.

\*Lanzar programas de involucramiento de personal y administración participativa, creando una política de puertas abiertas por parte de la administración.

\*Instituir campañas de orden y limpieza.

\*Crear programas de grupos de trabajo y círculos activos.

\*Revisar y corregir las condiciones de operación de los equipos, herramientas e instrumentos de medición con el objetivo de eliminar causas de variación referentes a estos puntos.

\*Aplicar el concepto de planes de control en toda la planta, manejados estos por los propios operarios.

-Calidad Total como la única salida:

\*Es la única forma de permanecer en el negocio.

\*Hace que las operaciones sean más rentables al poder optimizar los costos de calidad.

\*Involucra a todas las áreas de la empresa en la búsqueda de la calidad y productividad, tal y como el programa interno "TQE".

\*Captura la capacidad pensante en todas las personas que laboran en la empresa, teniendo como objetivo primordial la satisfacción total del cliente.

Es importante considerar el concepto "cliente" no solo como el consumidor final, sino que también dentro de la propia empresa existen clientes. Clientes que cubren las necesidades del siguiente departamento, de la siguiente división, con el compromiso de calidad, oportunidad y de entrega a tiempo que manifiestan hacia el cliente externo. Los clientes internos son clientes críticos que necesitan entrar en el "Proceso de mejora Continua".

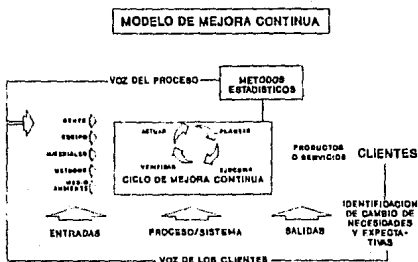


FIG. 1.A

Dentro del proceso de Calidad se han aprendido lecciones muy valiosas como las que a continuación se enumeran:

10. La gente debe estar convencida de que la dirección esta comprometida con el cambio.

20. La transformación solo la puede realizar el hombre, no las computadoras ni las máquinas.

30. El mayor de los esfuerzos no es suficiente sin la guía de unos principios.

40. Los beneficios a corto plazo no son un indicador de la confiable actuación de la dirección, ya que estos se pueden obtener sacrificando entrenamiento, inversiones, investigación, etc.

50. Crear constancia en el propósito.

60. No depender de la inspección masiva, sino de un sistema de prevención de defectos, como lo es la aplicación del control estadístico del proceso.

70. No hacer negocios con los proveedores en base al precio.

80. Derribar barreras entre departamentos, logrando una organización horizontal.

90. Trabajar en equipo

100. Capacitar a todo el personal.

La evolución de la calidad es un "Proceso de Mejoramiento Continuo", el cual jamás se detendrá, ya que ha medida que avanza la tecnología y el progreso de la industria, la Calidad Tendrá que ir adecuandose a dichos cambios.

## 2 FUNDAMENTOS

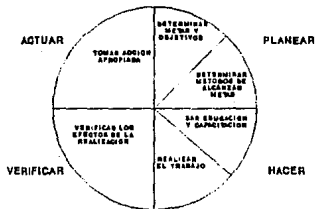
### 2.1 CONTROL DE CALIDAD

Las Normas Industriales Japonesas (NIJ) definen así el control de calidad:

"Un sistema de métodos de producción que económicamente genera bienes o servicios de calidad, acordes con los requisitos de los consumidores. El control de calidad moderno utiliza métodos estadísticos y suele llamarse control de calidad estadístico".

La definición del Dr. Ishikawa es la siguiente:

"Practicar el control de calidad es desarrollar, diseñar, manufacturar y mantener un producto de calidad que sea el más económico, el más útil y siempre satisfactorio para el consumidor".



CIRCULO DE CONTROL

FIG. 2.A

A continuación se mencionan algunos puntos importantes con respecto al control de calidad:

-Se hace control de calidad con la finalidad de producir artículos que satisfagan los requisitos del consumidor. No es únicamente cumplir con las normas o especificaciones nacionales o internacionales. Ya que todas estas normas no son perfectas y muchas veces los consumidores no estarán satisfechos aún cuando se cumpla con estas normas. Otro aspecto importante que se debe tomar en cuenta es que las exigencias de los consumidores varían año con año y muchas veces las normas o especificaciones de calidad no van acorde con estos cambios.

-Es de suma importancia que los fabricantes adecuen sus procesos de acuerdo a la voz del cliente, es decir que sus opiniones, gustos y preferencias sean consideradas al momento de que el fabricante diseñe, manufacture y venda sus productos.

-Es importante la interpretación que se le de a la palabra "Calidad". En los puntos anteriores se le puede interpretar como "calidad del producto", pero en su interpretación más amplia calidad significa: "Calidad del trabajo, calidad del servicio, calidad de la información, calidad del proceso, calidad de las personas incluyendo trabajadores, ingenieros, gerentes y ejecutivos, calidad del sistema, calidad de la empresa, calidad de los objetivos, etc.

-Por muy buena que se la calidad, el producto no satisficera

al cliente si el precio es excesivo. Hay que esforzarse siempre por ofrecer un producto de calidad justa a un precio justo y en la cantidad justa.

Para lograr calidad generalmente se sigue este proceso: Primero se determinan las características de calidad reales para un producto y de ahí resolver los problemas de como medir dichas características y como fijar las especificaciones. Una vez que se tenga lo anterior, se escogen características de calidad sustitutas que probablemente tendrán relación con las reales. Luego se establece la relación entre ambas características por medio de estadísticas y análisis de calidad.

Lo anterior se llama análisis de calidad.

Otro punto importante a tratar es como expresar la calidad, a continuación se mencionan algunas ideas de como se puede hacer esto:

1. Determinar la Unidad de Garantía.- Se debe definir en que unidades se medirá la calidad, ya sea por unidad de un producto o por cantidad de producto. Un ejemplo de unidad de producto podría ser un radio, un sillón, etc., y un ejemplo de cantidad de producto sería un kilo, un litro, etc.
2. Determinar el método de medición.- En este punto se debe fijar un método para poder medir las características de calidad. Existen algunas características que se pueden medir a partir de los sentidos como la vista, el oído, el



- gusto, etc. Pero también existen otras que se pueden medir por medio de aparatos o procedimientos físicos o químicos.
3. Determinar la importancia relativa de las características de calidad.- En este punto se tiene que ver que tan importantes son las características, es decir, si ponen en riesgo la vida o la salud del consumidor, o si simplemente se pueden considerar defectuosas sin llegar a alterar el funcionamiento del producto.
  4. Llegar a un consenso sobre defectos y fallas.- Aquí se tiene que uniformar un criterio sobre que se considera una falla o defecto, ya que muchas veces lo que para unos es un defecto tal vez para otros no lo sea.
  5. Revelar los defectos latentes.- Los defectos reales pueden ser 10 o 100 veces más que los descubiertos. Revelar estos defectos ocultos o latentes es otro de los objetivos del control de calidad.
  6. Observar la calidad estadísticamente.- La calidad para cada unidad también es importante, pero en la práctica consideramos la calidad en grupos de tantas docenas o de tantos centenares de piezas.
  7. "Calidad del diseño" y "calidad de aceptación".- La calidad del diseño también se le llama calidad objetivo. En términos generales, al aumento de calidad del diseño corresponde un aumento de costo. La calidad de aceptación también se llama calidad compatible, pues es una indicación de la medida en que los productos reales se ciñen a la

calidad del diseño.

### 3.1.1 Como Proceder con el Control de Calidad

Los seis pasos a seguir son los siguientes:

#### 1. Determinar metas y objetivos.

Las metas deben fijarse con base a problemas que la empresa desee resolver. Es mucho mejor hacerlo así que fijar metas independientes para cada división y organización. Hay que formular las metas de tal manera que se asegure la cooperación entre todas las divisiones. Las políticas y metas deberán cursarse por escrito y distribuirse ampliamente.

#### 2. Determinar métodos para alcanzar las metas:

Normalización del trabajo. Si se fijan metas y objetivos pero no se acompañan con métodos para alcanzarlos, el control de calidad acaba por ser simplemente un ejercicio mental. La determinación de un método equivale a normalización. Si una persona desarrolla un método, deberá normalizarlo, convertirlo en reglamento y luego incorporarlo dentro de la tecnología y propiedad de la empresa. Es importante que el método que se establezca sea útil para todos y libre de dificultades:

En el diagrama 3.1 el efecto aparece a la derecha. El efecto y al mismo tiempo la meta del sistema, es alcanzar las características de calidad. Las palabras que aparecen en los extremos de las ramas son causas. En el control de calidad las causas se llaman factores causales.

#### DIAGRAMA DE CAUSA-EFECTO

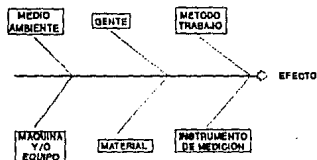


FIG. 3.1

Un conjunto de estos factores causales recibe el nombre de proceso. El término proceso no se limita al proceso fabril. La política, el gobierno y la educación son procesos.

El diagrama anterior muestra la relación entre las características y los factores causales, es por eso que se le ha denominado Diagrama de causa y efecto. También se le conoce como diagrama de Ishikawa o diagrama de espina de pescado.

Aunque los factores causales son muchos, los verdaderamente importantes, los que tendrán un impacto grande sobre los efectos, no son muchos. Si seguimos el principio establecido por Vilfredo Pareto, todo lo que tenemos que hacer es normalizar dos o tres de los factores causales más importantes y controlarlos.

3. Dar educación y capacitación.

Los superiores tiene la función de educar y desarrollar a sus subalternos. La educación no se limita a reuniones formales

en un salón de clases, esto puede constituir cuando mucho la tercera o cuarta parte del esfuerzo educativo total. La educación deberá ser en su mayor parte en el trabajo práctico.

#### 4. Realizar el trabajo.

Una vez capacitado el personal se procederá a realizar el trabajo. Se puede obligar a los subalternos a realizar un trabajo dándoles una orden, pero esto tendrá tropiezos. De ahí la importancia del voluntarismo en el control de calidad.

#### 5. Verificar la realización.

Es importante verificar como se llevo a cabo el trabajo. Para cumplir esta tarea eficientemente es necesario entender con claridad las políticas básicas, las metas y los procedimientos de normalización y educación.

#### 6. Tomar la acción apropiada.

De acuerdo a las excepciones, fallas o problemas que se encuentran en la verificación, es importante tomar una acción apropiada para frenar dichas irregularidades.

Obstáculos al control y a las mejoras.

Existen varios factores que impiden el control y que se den mejoras. A continuación se enumeran algunos factores que emanan de las actitudes de las personas:

- a. Pasividad entre altos ejecutivos y gerentes.
- b. Personas que piensan que todo marcha bien y que no hay ningún problema.
- c. Personas que piensan que su empresa es la mejor.

- d. Personas que piensan que la mejor manera de hacer algo y la más fácil es la que ellos conocen.
- e. Personas que solo piensan en si mismas o en su propio departamento.
- d. Personas que no les interesan las opiniones de otros.
- f. Personas que solo piensan en su propio desarrollo.
- g. El desánimo, los celos y la envidia.
- h. Personas que no ven lo que sucede más allá de su entorno inmediato.
- i. Personas que siguen viviendo en el pasado feudal.

## 2.2 CONTROL TOTAL DE CALIDAD

El concepto de "control total de calidad", fue originado por el Dr. Armand V. Feigenbaum, quien sirvió como Gerente de control de calidad y gerente de operaciones fabriles y control de calidad en la sede de la General Electric en Nueva York. Según el, el control total de calidad puede definirse como "un sistema eficaz para integrar los esfuerzos en materia de desarrollo de calidad, mantenimiento de calidad y mejoramiento de calidad realizados por los diversos grupos en una organización, de modo que sea posible producir bienes y servicios a los niveles más económicos y que sean compatibles con la plena satisfacción de los clientes".

El control de calidad total exige la participación de todos los departamentos de una empresa como mercadotecnia, producción, manufactura, etc. Dentro de cada departamento es

importante la participación de todos y cada uno de las gentes que laboran en el para el buen funcionamiento de un control de calidad total.

De aquí deriva que exista un gran involucramiento de todos los niveles de una compañía, desde los obreros hasta los directores, en cuestiones como los son el entrenamiento y la capacitación, el trabajo en equipo, y el mismo control total de calidad.

### 2.3 PRODUCTIVIDAD

"El medio principal mediante el cual la humanidad puede superar la pobreza y lograr un estado de relativo bienestar es una mayor productividad".<sup>1</sup> Esto debería ser evidente: la forma principal de elevar la producción per cápita consiste en mejorar la productividad.

La productividad es la medida de la eficacia con que funciona el sistema de operaciones. La importancia que la productividad tiene en el bienestar de un país y en la supervivencia de las organizaciones queda demostrada por ser uno de los temas de mayor interés en el momento actual.

John Kendrick define la productividad como "la relación entre la producción de bienes y servicios (salida) y los insumos (entrada) de recursos, humanos y no humanos, utilizados en el proceso de producción; la relación suele

---

<sup>1</sup> John W. Kendrick, *Understanding Productivity: An introduction to the Dynamics of Productivity Change* (Baltimore: John Hopkins, 1977)pp. 1, 14.

expresarse en forma de la relación E/S". En otras palabras, la productividad es la razón entre producción e insumos. Cuanto más alto sea el valor numérico de dicha razón, mayor será la productividad.

Se conocen dos tipos de razones de productividad?

-La productividad total relaciona toda la producción e insumos con la razón de producción e insumos totales.

-La productividad parcial relaciona toda la producción y las categorías principales de insumos con la razón de producción total e insumos parciales.

### 2.3.1 MEJORAMIENTO DE LA PRODUCTIVIDAD EN LAS ORGANIZACIONES

La productividad y los medios de incrementarla se han convertido en el centro de atención de los gerentes. A continuación se mencionan algunas acciones con las cuales se puede aumentar:

1. La introducción de los sistemas de soporte a las decisiones gerenciales.
2. La creación de una bodega central con almacenamiento y recuperación automáticos.
3. Suavizar el flujo de trabajo para reducir el número de empleados que se necesitan en épocas de mayor intensidad.
4. Contar con servicios de computación en áreas de los usuarios.

---

<sup>2</sup>Charles E. Craig y R. Clark Harris: "Total Productivity Measurement at the Firm Level". Sloan Management Review 14, núm.3 (primavera de 1973): 13-29

5. Adiestramiento.

6. Programas de incentivos basados en incrementos de la productividad.

### 2.3.2 FACTORES QUE INFLUYEN EN LA PRODUCTIVIDAD.

Es evidente la importancia de la gerencia en la productividad, pero existen muchos otros factores que influyen, como los que a continuación se enumeran:

1. Fuerza de trabajo. La estructura de la fuerza de trabajo es muy importante para la productividad.

2. Costos de la energía. Los costos del petróleo, gas y electricidad han repercutido profundamente en la productividad.

3. Condición de las instalaciones e inversión en nuevas plantas y equipo.

4. Nivel de la inversión en desarrollo e investigación.

5. Crecimiento del sector de servicios menos productivo.

6. Cambios de la estructura familiar.

7. Mayor uso de alcohol y drogas.

8. Cambio en las actitudes y motivación del trabajador.

9. Costo que las normas gubernamentales representan para la industria.

10. Inflación.

11. Políticas fiscales.



### 3 REQUERIMIENTOS DE CALIDAD EN LA INDUSTRIA AUTOMOTRIZ

#### 3.1 PLANEACIÓN AVANZADA DE LA CALIDAD

La planeación de la calidad se inicia cuando ya la dirección de una compañía incluye en sus políticas y objetivos la "prevención" en lugar de la "detección". La gerencia proveerá la organización y los recursos para el entrenamiento, recolección y análisis de datos y uso de técnicas disciplinadas dirigidas a la prevención de problemas.

Los principales puntos para la planeación son:

-Verificar que los requisitos de diseño sean factibles para el proceso de manufactura seleccionado y a los volúmenes de producción requeridos.

-Desarrollar un plan de control para asegurar que los requisitos del producto sean mantenidos y exista evidencia estadística sobre el comportamiento del proceso.

-Conducir estudios de potencial del proceso para evaluar la habilidad inicial del herramental, calibradores y equipo de ensamble.

-Verificar lo adecuado de la secuencia y de las operaciones del proceso para asegurar que han sido implantadas las acciones apropiadas, para minimizar la variabilidad de las características relevantes y la ocurrencia incidental de defectos.

A través del desarrollo de un plan de calidad y la demostración del control estadístico, el fabricante puede

estar en posición de cumplir satisfactoriamente sus responsabilidades de la calidad de sus productos.

## PROCESO DE PLANEACION DE LA CALIDAD

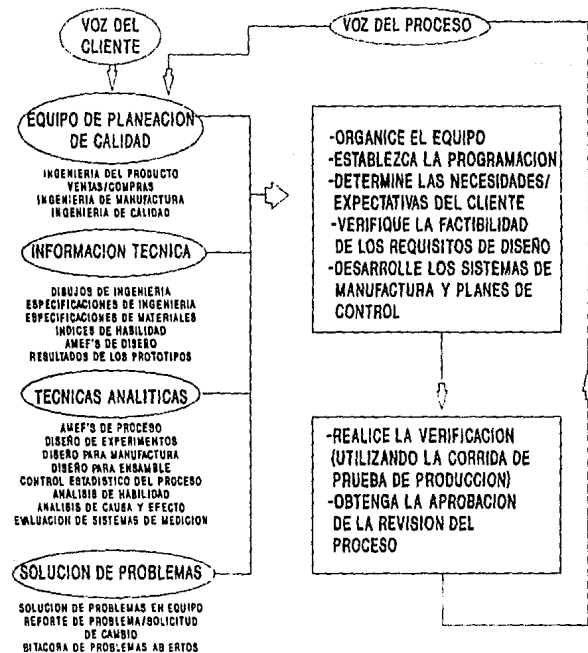


FIG. 3.B

## **3.2 ORGANIZACIÓN**

### **3.2.1 MANUAL DE CALIDAD**

En toda empresa deberá existir un Manual de Control de Calidad que contemple todos y cada uno de los procedimientos, sistemas, responsabilidades y controles de las actividades de Calidad, indicando los cambios o actualizaciones que se realicen.

### **3.2.2 PROGRAMA DE CAPACITACIÓN**

La empresa deberá contar con un programa de capacitación permanente del personal en el área de Control de Calidad, producción, etc.; considerando en éste, cursos y actividades específicas, basados en el desarrollo de la política general de la empresa, monitoreando que estos cursos se estén llevando a cabo y verificando que sus resultados sean satisfactorios.

### **3.2.3 PROGRAMAS DE AUTOAUDITORIAS AL SISTEMA**

Cada compañía debe establecer con un programa de autoauditorias que contenga la frecuencia conforme a los requisitos del cliente. Se deben tener registros escritos de las auditorías realizadas y verificar si éstas se efectúan por una persona ajena al sistema de calidad.

### **3.2.4 MUESTRAS INICIALES**

La empresa deberá tener un procedimiento que incluya claramente los pasos a seguir para el desarrollo de una muestra inicial. Este debe basarse en los requisitos del cliente según el tipo de producto desarrollado.

### **3.2.5 COSTOS DE CALIDAD**

Se deberá de implementar un sistema de administración de Costos de Calidad dentro de la empresa, que considere a este como forma de medición en toda ella y como un instrumento de mejora en la Dirección de la misma.

El costo de calidad tiene los siguiente objetivos:

-Desarrollar un sistema que proporcione informes periódicos sobre el costo de la Calidad en forma directa y fácil de comprender.

-Cuantificar el impacto económico del incumplimiento en la Empresa.

-Asegurar que la Alta Dirección de cada Empresa utilice el precio del incumplimiento como medida fidedigna de la Calidad.

### **3.3 CONTROL DE RECIBO DE MATERIALES**

#### **3.3.1 ESPECIFICACIONES DE COMPRA Y CERTIFICACIÓN DE MATERIALES**

La Organización debe garantizar que todos los insumos, que recibe de los sub-proveedores, correspondan a los planos, datos técnicos y demás especificaciones claramente establecidas en la orden o contrato de compra. Esto implica, que los sub-proveedores se obligan a entregar artículos sin defectos, hechos con materiales en base a las expectativas del cliente, tendiendo a la mejora continua. Dichos artículos deberán ser apropiados para el fin a que están destinados.

#### **3.3.2 PROCEDIMIENTOS DE CONTROL DE RECIBO DE MATERIALES**

Se debe contar con todos los procedimientos escritos

relativos a la inspección de recibo de partes y materiales tales como: material aprobado y rechazado, planes de inspección, registros, etc.; de tal manera que se asegure que los insumos cumplen con las especificaciones establecidas.

Es necesario perseguir el mejoramiento continuo en la calidad de los materiales recibidos, a través de programas de Asesoría y Control de sub-proveedores y cuando se logren las evidencias de aseguramiento de calidad suficientes, se podrá efectuar el suministro directo, siendo éste total responsabilidad del proveedor.

### 3.3.3 IDENTIFICACIÓN DE MATERIALES

De todo material que se reciba, debe verificarse su identidad por Inspección de Recibo, conforme a las remisiones de los sub-proveedores, determinando que los datos contenidos en estas, correspondan físicamente con el envío; respectos a:

- Proveedor
- Número de parte
- Descripción
- Cantidad remitida
- Número de lote, colada, etc.
- Destino en Almacén
- Caducidad (si es aplicable)
- Referencias (reportes de laboratorio, certificados, evidencia estadística, etc.)

#### 3.3.4 CONTROL DE TIEMPO DE ENTREGA

Los materiales recibidos deben de corresponder en su contenido, volumen y distribución, a las indicaciones especificadas en el Contrato de Orden de Compra, debiendo ser efectuada en el plazo señalado conforme al programa de entregas.

#### 3.4 INSTRUMENTOS, EQUIPO DE MEDICIÓN Y PRUEBAS

Los criterios a continuación presentados son aplicables a todo equipo de inspección y prueba utilizado por el proveedor para controlar la calidad. La denominación "Instrumentos y Equipo de Medición y Prueba" incluye tanto los calibradores, escantillones y accesorios; como los herramientas, herramientas patrón y otros dispositivos similares que sean usados como medio de inspección por el proveedor, tanto en las líneas de producción como en los laboratorios.

Los criterios aquí presentados se aplican también a los patrones (masters) para calibración de instrumentos o equipos. Cuando se analicen características visuales, éstas deberán juzgarse contra estándares de aceptación aprobados por el cliente.

##### 3.4.1 IDENTIFICACIÓN Y CONTROL DE CADA INSTRUMENTO O EQUIPO

Es necesario tener tarjetas individuales para cada instrumento o equipo, en las que aparezca claramente indicado

un número único, mismo que deberá ser marcado en forma indeleble en cada instrumento o equipo.

Del mismo modo deberán ser reflejados el número de parte, el último nivel de diseño y la especificación de las características que verifica. Las tarjetas serán utilizadas para registrar los resultados de cualquier verificación, estudio, ajuste, modificación o acción de mantenimiento preventivo que se le efectúe al equipo.

#### 3.4.2 PROGRAMA DE INSPECCION Y AUDITORIA

La exactitud de cada instrumento o equipo existente deberá ser verificada bajo rutinas establecidas cuya frecuencia es una consecuencia de los estudios estadísticos practicados en él y como resultado de la observación directa de su verificación por efecto del transcurso del tiempo, desgaste, etc. La verificación se llevará a efecto contra patrones o estándares universalmente reconocidos. También los patrones (masters) o estándares con que cuente el proveedor para ajuste de sus instrumentos o equipos deberán ser verificados bajo rutinas establecidas.

#### 3.4.3 CERTIFICACIÓN DE EQUIPOS E INSTRUMENTOS DE MEDICIÓN Y

##### PRUEBAS. ESTUDIOS DE REPETIBILIDAD Y REPRODUCIBILIDAD

Cada vez que un nuevo instrumento o equipo sea adquirido por la Empresa o que un equipo o instrumento sea reparado, se deberá practicar un estudio de repetibilidad y

reproducibilidad. En el caso de los reparados se deberá practicar una rutina de mantenimiento preventivo, verificándose la habilidad del sistema de medición integrado por el dispositivo, el método y el operador, aplicando los estudios antes mencionados.

El sistema deberá considerarse como adecuado sólo si su habilidad es mayor o igual a la señalada por el cliente, de lo contrario, deberá corregirse o reemplazarse.

La organización deberá contar con un plan de control que contenga un programa de verificación y mantenimiento para todos los instrumentos y equipos, este plan debe estar documentado y actualizado, con la frecuencia necesaria.

#### 3.4.4 PROGRAMA DE MANTENIMIENTO Y ACTUALIZACION

La empresa deberá contar con un procedimiento interno, en efecto, que garantice su validación contra cada cambio de ingeniería. El último nivel de diseño deberá ser reflejado en la tarjeta correspondiente de cada dispositivo, junto con el número de parte y la especificación de la característica que verifica.

El mantenimiento de los instrumentos y equipos deberá ser predominantemente de carácter preventivo y deberá contener:

- Precauciones de protección contra daño y abuso.
- Frecuencia de calibración.
- Departamento responsable de los calibradores.
- Procedimientos para almacenamiento, liberación y



registros de verificación y ajustes.

-Informe relativo al uso de las ayudas de verificación proporcionadas por el cliente.

### 3.5 CONTROL EN PROCESOS

#### 3.5.1. DIAGRAMA DE FLUJO Y DISTRIBUCIÓN DE PLANTA

Se deberá elaborar y presentar un diagrama de flujo del proceso para cada número de parte o familia de números de parte; el diagrama deberá indicar los números de operaciones, tiempos estándar, maquinaria y equipos utilizados, tanto para la fabricación como para la inspección, así como demoras, distancias de transportación, etc.

Además deberá contar con planos de distribución de planta (Lay-Out) que indiquen claramente la ubicación de todas las operaciones, estaciones de inspección, áreas de almacén y transportes, en concordancia con los diagramas de flujo. En ambos tipos de documentos deberán identificarse de manera específica las operaciones críticas sujetas al CEP.

#### 3.5.2 HOJAS DE PROCESO Y DE INSPECCIÓN

Se deberán elaborar y presentar las hojas de proceso correspondientes a la fabricación y/o ensamble de cada parte o familia de partes, así como las hojas de inspección usadas en cada estación de inspección en proceso.

En las hojas de inspección deberán incluirse las

operaciones y características que deben ser controladas, las especificaciones, el plan de muestreo, la frecuencia de inspección, el método de análisis y el equipo o dispositivo usado para la medición.

### 3.5.3 IDENTIFICACIÓN Y RASTREO DE LOTES

La empresa deberá establecer por escrito un sistema para la identificación del estado de los materiales en la producción, y su control a través de todas las etapas de manufactura. Este sistema deberá incluir las instrucciones y procedimientos para la identificación, segregación y disposición del material defectuoso, seleccionado o retrabajado, y deberá establecer también el control del material fuera de especificación.

En los casos en los que el cliente requiera el control, identificación o claves de rastreo de lotes, éstas medidas deberán establecerse en el proceso, previniendo de esta forma un problema mayor en campo.

El proveedor será responsable de notificar al cliente toda sospecha de embarque de material fuera de especificación.

### 3.5.4 SISTEMA DE ROTACIÓN DE INVENTARIOS

Se deberá establecer por escrito y aplicar un sistema de rotación de inventarios (primeras entradas, primeras salidas) a las materias primas, partes, componentes y materiales procesivos del almacén a las líneas de producción, que

garantice su uso dentro del período de vigencia o vida útil, evitando obsolescencia, caducidad, envejecimiento, degradación o cualquier otra característica que demerite su calidad inicial.

### 3.5.5 CONTROL PREVENTIVO DE MÁQUINAS, EQUIPOS E INSTALACIONES DE FABRICACIÓN

Así como los métodos, materiales, herramientas de fabricación, herramientas y/o equipos de control y las personas, tienen influencia para la obtención de Calidad durante un proceso de manufactura; las máquinas, equipos y/o instalaciones de fabricación son también de vital importancia. Por lo que a este respecto, el proveedor deberá sujetarse a una planeación y ejecución adecuada, contando con lineamientos claros por escrito para la determinación de puntos vitales, métodos y frecuencias de mantenimiento preventivo, programas específicos (semanal, mensual, etc.), medios y personal calificado para verificaciones y reparaciones, registros de resultados y sistemas de seguimiento e identificación que permitan saber claramente el estado y disposición de tales máquinas o equipos.

Adicionalmente se deberá contar con la existencia de un inventario, controlado y organizado, de partes de repuesto para sustituciones por desgaste o ruptura durante las reparaciones.

### 3.5.6 CONTROL DE HERRAMENTALES

Se debe establecer un sistema de identificación y control de herramientas, en el que se registre la fecha de fabricación, las fechas de su uso, los resultados de inspecciones periódicas para determinar sus desgastes y para verificar las reparaciones y/o mantenimientos efectuados.

Este sistema se utilizará para determinar la vida útil de los herramientas y su programa de mantenimiento y reposición.

Cada vez que se efectúe un ajuste o reparación a un herramienta deberá verificarse que se continúe cumpliendo con la especificación del proveedor y del cliente.

### 3.5.7 CONTROL DE REGISTROS Y ESPECIFICACIONES DE INSPECCIÓN

Se debe contar con un control de información de la inspección en proceso. Para esto, además de contar con los instructivos, normas y hojas de instrucción de inspección revisadas y actualizadas, es necesario mantener un registro de todas ellas en cada área o etapa del proceso, así como la información escrita y la evidencia de la inspección realizada. Estos datos de inspección en proceso deberán mantenerse disponibles por el tiempo que sea convenido con cada cliente.

### 3.5.8 CAMBIOS AL PROCESO

El proveedor deberá notificar y obtener aprobación del cliente a cualquier cambio o modificación efectuado al proceso de manufactura, con el cual se fabricaron y aprobaron las

muestras iniciales, en virtud de que estos cambios pudieran afectar el funcionamiento o proceso posteriores de la parte o material en cuestión.

### **3.6 CALIDAD EN PRODUCTO TERMINADO**

Se deberá establecer y mantener un sistema para asegurar que en todas las características se cumplan las especificaciones. Durante el proceso, todas las características afectadas por la operación deberán ser controladas.

Previamente al embarque del material a la planta del cliente, debe estar en vigor un sistema que asegure que éste cumple los requisitos físicos, químicos, visuales, dimensionales, funcionales y de durabilidad.

Una inspección en proceso puede ser considerada como final, sólo si ninguna operación subsecuente puede afectar la característica involucrada.

#### **3.6.1 SISTEMA DE INSPECCIÓN FINAL**

Todas las características del producto deben ser probadas específicamente las no marcadas como crítica o significativas, podrán ser inspeccionadas por muestreos conforme a los procedimientos señalados por el cliente. Si los resultados del muestreo indican que el lote es discrepante, éste deberá inspeccionarse al 100%. Posterior a esto el proveedor deberá elaborar un programa de acciones correctivas en forma completa y detallada.

La inspección final se llevará a cabo conforme a calibradores, patrones, escantillones, muestras físicas, etc., aprobados por el cliente cuando lo requiera. Deberá existir un procedimiento escrito para cada inspección final que se efectúe.

Los materiales o partes deberán estar plenamente identificados, conforme a los requisitos del cliente en cuando a su estado. El sistema de identificación deberá ser tal que evite que los materiales para diferentes clientes se mezclen entre si.

### 3.6.2 ANÁLISIS DE FALLAS Y ACCIONES CORRECTIVAS

Cuando se encuentre material discrepante en inspección final, deberá ser corregido, seleccionado o desechado de tal forma que se garantice el 100% de apego del lote a especificaciones. La causa de origen deberá ser encontrada y corregida. Esto se deberá llevar a cabo mediante un plan que contemple tanto los tiempos de ejecución como los métodos. Se deberá hacer la evaluación y seguimiento de la acción correctiva, hasta que exista una evidencia estadística de su efectividad.

Si la discrepantica muestra un riesgo de reincidencia, la característica correspondiente deberá incorporarse a sistema de Control Estadístico de Proceso, pasando a formar parte del plan de control del proveedor, debiéndose demostrar estabilidad y habilidad del proceso respectivo.

### 3.6.3 AUDITORÍAS DE INSPECCIÓN FINAL

Se deberán establecer auditorías internas periódicas mediante verificación de lotes, una inspección al 100% o Control Estadístico del Proceso (C.E.P.), para comprobar la efectividad del sistema de control del producto.

### 3.6.4 SISTEMA DE REPORTE A LA GERENCIA

Los sistemas de información de la operación del proveedor, deberán prever que la difusión de los reportes de discrepancias del producto y los resultados de la aplicación del CEP, lleguen al nivel más alto de la planta, con la finalidad de que se asegure la toma de acciones correctivas.

### 3.6.5 CERTIFICADOS DE CALIDAD

Se deberá adjuntar a cada lote embarcado, un certificado de calidad que garantice el apego del material a las normas y especificaciones del cliente. Cuando éste último lo requiera, el certificado deberá estar fundamentado en análisis estadístico.

### 3.6.6 MANEJO Y EMPAQUE DEL PRODUCTO TERMINADO

El sistema de manejo de materiales, desde inspección de recibo hasta su entrega al cliente, incluyendo almacenes, deberá ser en base a los requisitos específicos de cada cliente para tal efecto.

### 3.7 CONTROL DE CAMBIOS, DIBUJOS Y ESPECIFICACIONES

Los criterios aquí descritos estipulan que se debe establecer un sistema documentado para asegurar que la información empleada; dibujos, estándares y especificaciones, sea la necesaria a su último nivel de revisión, para cubrir los requisitos del proceso y del producto, establecidos por el cliente.

Asimismo, éste sistema debe mostrar el manejo y la distribución adecuada de la información y un control de cambios que asegure la correcta incorporación de los mismos.

#### 3.7.1 CONTROL Y MANTENIMIENTO DE LA INFORMACIÓN

Se deberá contar con un sistema que contemple y asegure lo siguiente:

- La utilización de dibujos, estándares y especificaciones a último nivel de revisión, así como los últimos planos y especificaciones aprobadas por el cliente.
- La existencia de archivos bien definidos que aseguren la disponibilidad inmediata de la información.
- Que la información obsoleta sea reemplazada e identificada oportuna y adecuadamente.
- La distribución oportuna de la información, a todas las áreas o departamentos relacionados.
- Un programa de mantenimiento y revisión periódica de la información.



### 3.7.2 INCORPORACIÓN DE CAMBIOS

Todos los cambios que se efectúen en la información (dibujos, normas y especificaciones), deben ser aprobados por escrito previamente a su efectividad por el cliente, no pudiendo efectuar el proveedor algún cambio por sí solo, aún en los casos en que el diseño sea de su propiedad. En los programas de integración local por fases, cada una de ellas deberá ser validada por el cliente aún cuando se trate de un solo cambio.

Cuando un cambio sea efectuado, el proveedor debe asegurar que éste se incorpore y sea reflejado oportunamente en toda la información afectada, reemplazando aquélla que quede obsoleta, además de actualizar sus registros.

### 3.7.3 CONTROL DE DESVIACIONES

Es responsabilidad de la organización el entregar material dentro de especificaciones. En la eventualidad de que sea requerida una desviación sobre las características del producto, ésta deberá ser solicitada con anticipación por parte del proveedor al cliente.

No podrá surtirse ninguna parte desviada que no esté autorizada por el cliente.

Asimismo, se deberá asegurar una identificación adecuada del material desviado, así como un registro de todas las desviaciones que se efectúen y su vigencia, debiendo llevar a efecto un sistema de control que garantice volver a la

especificación original al vencimiento de la desviación y que asegure la eliminación definitiva de la causa que originó la discrepancia, evitando su recurrencia.

#### 3.7.4 CAMBIOS AL PROCESO DE MANUFACTURA

Cuando el proveedor utilice una planta o herramental nuevo o relocalizado deberá notificar previamente al cliente para recibir instrucciones respecto a la aprobación de muestras iniciales, validación del proceso, estudio al sistema de calidad, etc.

#### 3.8 CONTROL ESTADÍSTICO DEL PROCESO

Es requisito indispensable el que se utilicen métodos estadísticos para el control y mejora continua de las características más importantes del producto y proceso.

La Dirección General de la Organización deberá comprometerse por escrito en la implantación de esta práctica operativa, además de involucrarse en el uso de los Métodos Estadísticos.

Asimismo, se recomienda que el entrenamiento en Estadística y la implantación de los Métodos Estadísticos sean apoyados por un plan de acción y un especialista en estadística calificado.

Después de que el Control Estadístico del Proceso haya sido efectivamente implantado, eliminando así las causas especiales de variación, el uso de métodos estadísticos para

la solución de problemas, tales como el Diseño de Experimentos, serán de gran ayuda para la reducción de la variación.

### 3.8.1 IDENTIFICACIÓN DE AREAS CRITICAS Y DE SEGURIDAD

Es un requisito del cliente, el que todos los proveedores utilicen Métodos Estadísticos para evaluar, controlar y reducir la variabilidad de las características y en los procesos de manufactura más importantes. En algunas ocasiones el cliente identificará las características y/o parámetros a controlar, como es el caso de partes de seguridad, o participará en la selección de las mismas, pero de no presentarse esto, es responsabilidad del proveedor identificar las aplicaciones del Control Estadístico del Proceso, presentando una proposición al cliente para su aprobación.

### 3.8.2 REGISTROS DE CONTROLES DE CARACTERÍSTICAS DE SEGURIDAD

Existen partes de seguridad con características especiales sujetas a normas de diseño y fabricación requeridas por dependencias gubernamentales de los diferentes países, (por ejemplo: FMVSS de EUA) que de no cumplirse, podría generar responsabilidad legal, debido a que ponen en peligro la seguridad del conductor, sus ocupantes y/o del vehículo.

Debiendo por ello, existir constancia por escrito de la ejecución y resultado de la pruebas respectivas, de tal manera que pueda demostrarse su cumplimiento satisfactorio durante

todo el proceso de fabricación.

Tales constancias por escrito, deben ser llenadas, identificadas y conservadas convenientemente durante un período mínimo que establece cada planta Armadora.

### 3.8.3. CONTROL Y ESTABILIDAD DEL PROCESO

Es requisito indispensable el que todas las características o parámetros del proceso que se estén monitoreando mediante técnicas de Control Estadístico demuestren estabilidad. Esta condición se hace patente cuando todas las causas especiales de variación han sido eliminadas, evidenciándose en la carta de control por la ausencia de puntos fuera de los límites de control, así como de patrones no normales, permaneciendo únicamente las causas comunes, mismas que pueden ser cuantificadas en los estudios de habilidad.

Cabe citar que como requisito del cliente deberán manejarse datos por variables, siendo éstos los que proporcionan mayor información y sólo en caso de no ser aplicable, como en las características de apariencia, el manejo de datos por atributos se considera adecuado.

### 3.8.4 HABILIDAD EN RECIBO, PROCESO Y PRODUCTO TERMINADO

Es responsabilidad de la empresa el asegurar la mejora continua de los materiales, procesos, partes y servicios que

por ella son comprados o suministrados al cliente, debiendo mantener sistemas o procedimientos acordes con esta responsabilidad.

Como parte de lo anterior, la organización definirá con el Sub-Proveedor las características o parámetros a controlar, recibiendo evidencia de estabilidad y habilidad o realizando las inspecciones en recibo y efectuando los análisis estadísticos correspondientes.

En el proceso y producto terminado, los controles serán manejados por el proveedor previo acuerdo con el cliente, debiendo mostrar estabilidad en primera instancia y posteriormente calcular la habilidad, obteniéndose de esta forma valores representativos de la última.

La condición de habilidad se describe con índices (como el CPK) de acuerdo a lo establecido por el cliente. De no ser obtenidos datos por variables, el criterio de la habilidad se determinará mediante el comportamiento promedio del proceso que el cliente determine.

Es importante recalcar que el objetivo es la búsqueda de la mejora continua.

En tanto no se demuestre estabilidad y habilidad, el proveedor deberá mantener inspección al 100% en la característica o parámetro involucrado o algún otro tipo de muestreo, previo acuerdo con el cliente.

### 3.8.5 PROGRAMA DE CARTAS DE CONTROL

Se deberá contar con registros de las cartas de control que incluyan todas las características o parámetros del proceso que se están controlando, la herramienta estadística utilizada para cada uno de ellos, la frecuencia, el tamaño de muestra, etc. En los registros deberá constar, también, si se ha demostrado la estabilidad del proceso y si se cumple con el criterio de habilidad.

En igual forma es requisito indispensable que la empresa cuente con un programa de lanzamiento de cartas de control por áreas, departamento o secciones de la planta, aprobado por los niveles gerenciales de ésta. El programa debe contemplar el iniciar con un número reducido de cartas de control y de acuerdo a como se vaya demostrando estabilidad y habilidad ir aumentando el número de características o parámetros del proceso a controlar, contando con la aprobación del cliente.

### 3.8.6 REGISTRO DE PORCENTAJE DE RECHAZO, RETRABAJOS Y COSTOS

Se mantendrán controles estadísticos en aquellas operaciones que generen problemas con los clientes, que tengan índices de rechazo elevados o que generen altos costos de retrabajo.

Dichos controles, deberán permanecer en uso hasta que el cliente lo determine, pudiendo en algunos casos permanecer durante la vida de la parte o producto, existiendo la posibilidad de reducir las frecuencias o tamaños de muestra

siempre y cuando se haya cumplido con el criterio de habilidad establecido por el cliente.

Asimismo, el proveedor deberá mantener un Sistema de Costos de Calidad documentado de forma que puedan ser analizados aspectos tales como: costos de prevención, costos de evaluación, costos por fallas internas y costos por fallas externas.

### 3.9 GARANTÍA Y SERVICIO

Es necesario que el proveedor cuente con un documento escrito donde especifique en forma clara las condiciones referentes a la garantía otorgada para las piezas que fabrica, la cual se debe apegar a los requisitos del cliente.

Asimismo, deberá tener un procedimiento donde se defina la forma en que serán atendidas de inmediato las reclamaciones del cliente, para lo cual será responsabilidad de la organización contar con personal capacitado y equipo adecuado para dicha función.

#### 3.9.1 PROGRAMAS DE VISITAS A CLIENTES

Con la finalidad de mantener una comunicación estrecha y obtener información siempre actualizada sobre el comportamiento de sus productos, la empresa tiene la obligación de establecer y aplicar un programa escrito de visitas a clientes, manteniendo un registro de cada una de ellas.

La periodicidad de las visitas podrá ser establecida de común acuerdo con cada cliente, en base a sus requisitos.

### 3.9.2 PROGRAMAS Y ANÁLISIS DE PROBLEMAS EN EL CAMPO

El establecer un procedimiento de análisis de problemas en el campo para atender en forma oportuna y organizada las reclamaciones de sus clientes, es responsabilidad del proveedor.

Es recomendable que el personal encargado de estas funciones se encuentre debidamente capacitado y conozca las técnicas de análisis de problemas con el objeto de optimizar resultados.

### 3.9.3 PLANES DE ACCIÓN

En base a las conclusiones que se obtengan del análisis de algún problema de campo, se deberá elaborar en forma inmediata un plan de acción, con la finalidad de que se tomen las medidas pertinentes según el problema presentado e informar al cliente.

Este plan de acción deberá ser calendarizado para poder realizar un seguimiento estrecho de los compromisos contraídos.

Estos planes deberán ser estructurados de forma que impliquen el cambio del enfoque correctivo al preventivo.



### 3.10 ACCIONES CORRECTIVAS

Las acciones correctivas se requieren cuando se determina que algún proceso no es estable, hábil, o cuando algún material defectuoso es encontrado por el proveedor o por la planta consumidora.

El proveedor deberá contar con un procedimiento que indique claramente cuales son las acciones que se deberán tomar cuando esto ocurra y será su responsabilidad aplicarlo en cada caso.

Si es el proveedor quien detecte el material discrepante y tiene sospecha de que ya ha sido embarcada alguna cantidad de éste a la planta consumidora, el primer paso deberá consistir en dar inmediato aviso al cliente.

Cuando se dé el caso de que algún material defectuoso sea detectado por el proveedor o su cliente, el proveedor deberá asegurarse de tomar las acciones correctivas necesarias, en base al procedimiento mencionado, las cuales deberán incluir como mínimo:

- La retención e inspección de todo el material sospechoso.
- Definición clara del problema.
- Análisis profundo del proceso y/o sistema de calidad para determinar las posibles causas.
- Identificación de las causas reales del problema.
- Implantación de las acciones correctivas irreversibles que nos garanticen la no recurrencia del problema.

-Evaluación de la efectividad de la acción correctiva.

Siempre que sea aplicable, la estabilidad y habilidad del proceso deberá ser demostrada mediante Control Estadístico del Proceso.

Siempre que el cliente notifique sobre la existencia de material defectuoso, el proveedor deberá responder por escrito, utilizando el formato específico que solicite cada armadora, incluyendo en él todos los datos que se requieran.

En todos los casos, incluso en aquéllos en que el material defectuoso no haya llegado a la planta consumidora, el proveedor deberá conservar registros de las acciones correctivas tomadas.

## 4 LAS SIETE HERRAMIENTAS BÁSICAS

### 4.1 HERRAMIENTAS ESTADÍSTICAS PARA SOLUCIÓN DE PROBLEMAS

Uno de los principales aspectos que se presentan en la solución de problemas, es que todos tendemos a ir inmediatamente a la acción. Parece ser que no podemos evitarlo. Es más sencillo "hacer algo" que pensar y escribir.

La acción, no importa que tan improductiva sea, constituye una forma de vida.

Antes de actuar se buscan causas:

Cuando utilizamos el término "Análisis de Problemas" nos referimos a la búsqueda de causas, no a la toma de decisiones, análisis de situaciones o implementación de un plan.

Se deben comprender los siguientes criterios:

- 1.-Debe haber una desviación de la norma. Algo debe estar sucediendo, pero no sucede, se supone que debería suceder, pero no sucedió.

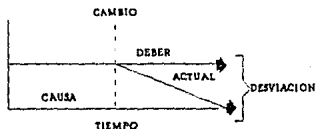


FIG. 4.A

2.-La causa es incierta o desconocida.

¿Cuál es la causa raíz?

(Falta de material)

(Dureza inadecuada)

(Inclusiones)

(Fuera de dimensiones)

(Otros)

Si

No

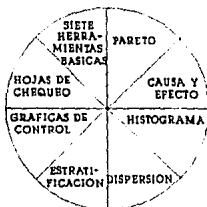
Acción

Análisis de

problemas

3.-Para facilitar el análisis de un problema encontrando las causas principales y poder ser efectivos en la toma de decisiones podemos considerar las Herramientas Estadísticas Básicas.

#### 4.2 FUNCIONES Y USOS DE LAS SIETE HERRAMIENTAS BÁSICAS



A TRAVÉS DE ESTAS SIETE HERRAMIENTAS BÁSICAS SE PUEDEN RESOLVER EL 95% DE LOS PROBLEMAS DE CALIDAD Y PRODUCTIVIDAD EN LAS AFEAS OPERATIVAS

EAOP/ IANITAM

FIG. 4.B

##### A) ENCONTRAR PROBLEMAS

Casi siempre es un gran problema reducir la fracción defectiva de un proceso, incrementar rendimientos o reducir costos. Las hojas de verificación y las gráficas de control son de gran utilidad para encontrar problemas.

##### B) REDUCIR AREAS DE PROBLEMAS Y CUANTIFICARLOS

El diagrama de Pareto y el histograma, por lo general, nos sirven para reducir el número de los problemas y concentrarnos en los vitales.

##### C) DAR SEGURIDAD SOBRE SI LAS CAUSAS DETECTADAS SON VERDADERAS

O NO

El diagrama de causa y efecto (diagrama de Ishikawa) nos permite seleccionar las causas que originan el problema, o sea la causa primera a analizar. Posteriormente, se deben generar datos para confirmar si realmente es causa o no del problema

en cuestión. Si la que se seleccionó no lo es, se selecciona otra y así sucesivamente.

#### D) PREVENIR ERRORES DEBIDO A CONFUSIONES, PRECIPITACIONES Y NEGLIGENCIAS EN LA SOLUCIÓN DE PROBLEMAS

Si el tipo de dato generado para confirmar el efecto de una causa sobre una característica de calidad es del tipo discreto, se debe usar la estratificación; si es del tipo continuo se usará el diagrama de dispersión, el histograma o las gráficas. Para prevenir negligencias y poder descubrir claramente el problema se usan las hojas de verificación.

#### E) CONFIRMAR EL EFECTO DE LA MEJORA

Se debe usar la misma técnica o herramienta con que se detectó y planteó el problema, con el propósito de observar realmente la mejora.

Por ejemplo, si inicialmente se construyó un diagrama de Pareto para detectar el área o factor problema, se deberá trazar, después de la mejora, otro diagrama de Pareto y compararlos, para constatar la magnitud de la mejora.

#### F) DETECTAR ANORMALIDADES EN EL PROCESO

La gráfica de control cumple con esta función, ya que por medio de ella es fácil detectar anomalías en el proceso.

Antes de pasar al siguiente punto (etapas para la realización de mejora), es muy importante entender claramente las funciones y usos de las siete herramientas básicas, ya que este conocimiento es la base para hacer uso de la metodología para la solución de problemas.

#### 4.3 ETAPAS PARA LA REALIZACIÓN DE MEJORAS

##### 1.-Identificar el problema

- a) Determinar un objetivo y especificar sus razones.  
Definir porqué se seleccionó ese problema.

##### 2.-Comprender la situación

- a) Aclarar la situación con respecto al problema seleccionado.

##### 3.-Analizar la relación entre las causas y sus efectos

- a) Determinar, analizar y seleccionar las causas más importantes.
- b) Confirmar su efecto.

##### 4.-Establecer un plan de contramedidas (acción correctiva)

- a) Definir contramedidas (o alternativas de solución) para contrarrestar el efecto de las causas seleccionadas.

##### 5.-Confirmar el efecto de la mejora

- a) Confirmar el efecto de la acción tomada al evaluar su contribución como mejora.

##### 6.-Mantener el efecto de la mejora (estandarizar)

- a) Estandarizar la mejora, para mantener su efecto.

##### 7.-Evaluar los problemas remanentes y definir planes

- a) Evaluar las actividades de mejora realizadas (toda secuencia o historia del caso) y definir posibles problemas relacionados a atacar el futuro.

#### 4.4 PRINCIPALES USOS DE LAS HERRAMIENTAS BÁSICAS

##### 1. HOJAS DE VERIFICACIÓN

Fácil obtención de datos.

##### 2. HISTOGRAMAS

Conocer la forma de distribución de la características de calidad en estudio o el comportamiento de cierta variable en la operación o proceso.

##### 3. DIAGRAMA DE PARETO

Reducir el área total de problemas e identificar los vitales y decidir por cual empezar.

##### 4. DIAGRAMA DE CAUSA Y EFECTO

Identificar, relacionar y seleccionar las causas de los problemas o factores que afectan cierto objetivo o característica de calidad.

##### 5. ESTRATIFICACION

Confirmar o verificar los efectos de las causas seleccionadas, utilizando datos discretos (conteos).

##### 6. DIAGRAMA DE DISPERSION

Confirmar o verificar efectos de las causas seleccionadas, utilizando datos continuos (mediciones).

##### 7. GRÁFICAS DE CONTROL Y GRÁFICAS GENERALES

Conocer cambios dinámicos en la operación o proceso y confirmarlos, observando los estándares, para identificar situaciones anormales.



## COMO COMBINAR LAS 7 HB

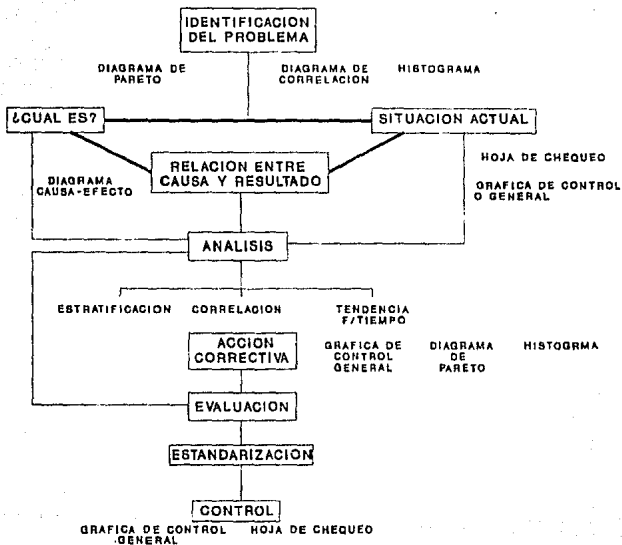


FIG. 4.B

### 4.5 TORMENTA DE IDEAS

La tormenta de ideas es una técnica que consiste en dar oportunidad a todos los miembros de un grupo reunido, de opinar o sugerir en relación a un determinado asunto que se estudia ya sea un problema o un plan de mejoramiento u otra causa, y así se aprovecha la capacidad creativa de los participantes.

#### 4.6 ESTRATIFICACION

Estratificación es la clasificación de datos tales como defectivos, causas, fenómenos, tipos de defectos (críticos mayores, menores), en una serie de grupos con características similares con el propósito de comprender mejor la situación y encontrar la causa mayor más fácilmente.

En realidad, la estratificación es, como el diagrama de dispersión, el primer paso a seguir después de la utilización del diagrama de causa y efecto pero su utilización depende de la naturaleza de los datos, que será explicada en el siguiente punto. Lo importante por ahora es entender que la estratificación (categorización) es clasificar los datos con el objeto de analizar la causa elegida (en el diagrama de causa y efecto) y confirmar su efecto sobre la característica de calidad a mejorar o problema a resolver.

##### 4.6.1 PASOS PARA LLEVAR A CABO LA ESTRATIFICACION

###### Paso 1.

Determinar las características o factores a estratificar y clarificar la razón.

Estas características o factores pueden ser definidos como de calidad. Por ejemplo: defectos, demoras o eficiencia; esto es, algo que puede obtenerse como resultado de una acción, o como una característica de cantidad; por ejemplo: que cantidad de producción corresponde a qué máquina; cantidad por grupo; turno, etc. Esta clasificación inicial debe ser muy clara.

Paso 2.

Evaluar la situación actual de las características determinadas.

Expresar las características a través de un formato más comprensible; por ejemplo: Pareto o histograma, de tal forma que se represente claramente el "estado total de la calidad y eficiencia" de dichas características o factores.

Paso 3.

Determinar las posibles causas de dispersión como puntos importantes a estratificar. (Se puede utilizar un diagrama de causa y efecto)

El desarrollo del "estado actual" de las características o factores permite determinar si existe dispersión o anomalías en ellos. En función de éste, determinar las causas de dispersión, lo que permitirá definir los puntos específicos (siguientes factores) a estratificar.

Paso 4.

Clasificar las características o factores en grupos individuales.

Las características o factores seleccionados en el paso 1, y evaluadas en el paso 2, deben ser clasificadas en grupos definidos considerando sus causas probables de dispersión. Algunos ejemplos comunes que se utilizan en las áreas de trabajo, son:

Características	Agrupados
-Por operario	-Experiencia, edad, sexo, turno
-Por tiempo de producción	-Día, semana, noche, mes
-Por maquinaria	-Máquina, modelo, tipo, vida
-Por proceso	-Procedimiento de operación, temperatura, velocidad

Características	Agrupados
-Por material	-Proveedor, composición
-Por inspección o medición	-Prueba de máquina, instrumento, inspector

#### Paso 5.

Evaluar el estado de los grupos clasificados.

Repetir el paso 2, ahora para las características en grupos individuales, definidos en el paso 4.

#### Paso 6.

Analizar el estado total de la calidad y eficiencia para establecer las conclusiones finales.

### 4.7 DIAGRAMAS DE PARETO

Un primer paso en el análisis de problemas consiste en construir un Diagrama de Pareto. Este tipo de diagrama es aplicable en todo fenómeno que resulte de la intervención de varias causas o factores.

Un diagrama de pareto es una gráfica que representa en

forma ordenada en cuanto a importancia o magnitud la frecuencia de la ocurrencia de las distintas causas de un problema.

En seguida se muestra el Diagrama de Pareto correspondiente al número de artículos encontrados al inspeccionar un lote de 2,000 pernos.

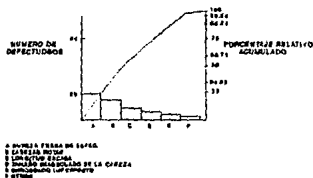


FIG. 4.D

El eje horizontal indica los tipos de defectos o características fuera de especificación, que son los factores que causan que las piezas se consideren defectuosas.

Cada barra representa un tipo diferente de defecto; y su altura, la frecuencia del defecto o factor correspondiente, localizando al de mayor ocurrencia a la izquierda y por consiguiente al de menor importancia a la derecha.

En este caso, la dureza de especificación es la causa más importante, pues contribuye con un 34.52% en el problema. El siguiente factor en importancia es el de cabezas rotas, pues aporta un 26.19% del efecto. El Diagrama de Pareto indica cual causa del fenómeno debe atacarse primero, en términos de contribución al problema, para eliminar defectos

y mejorar la operación.

#### 4.7.1 ELABORACIÓN DE UN DIAGRAMA DE PARETO

A continuación se describe el procedimiento a seguir para construir un Diagrama de Pareto.

Primer paso. Hacer una lista de los factores o causas potenciales o posibles del problema considerando: características fuera de especificación, tipos de defectos, partes o piezas dañadas, fallas en el funcionamiento de las partes que componen el producto, etc., según la naturaleza del efecto o problema.

Segundo paso. Establecer el período de tiempo que se comprenderá en la obtención de datos. No hay un período de tiempo pre-establecido, puede ser un mes, una semana, un día, etc. En el caso que nos ocupa el período de tiempo es de un día.

Tercer paso. Obtener en dicho período los datos sobre la ocurrencia de cada causa o tipo de defecto, utilizando una hoja de registro, especificando el número total  $N$  de piezas o casos inspeccionados.

Cuarto paso. Con base en lo recabado en la hoja de registro, se ordenan los registros distintos tipos de causas del problema conforme a su ocurrencia de mayor a menor.

Se registra a su vez el número de casos (frecuencia de ocurrencia)  $n_i$ , de cada tipo de defecto o causa,  $i=1,2,3,\dots,m$  siendo  $m$  el número de causas distintas que aparecen en la

lista ordenada de tal suerte que.

$$n_1 + n_2 + n_3 \dots + n_m = d$$

En donde d representa el número de casos que resultaron defectuosos en el total inspeccionado N.

Quinto paso. Se calcula el porcentaje absoluto de artículos defectuosos con respecto al número total N de inspeccionados, para cada uno de los factores o defectos considerados.

Tal porcentaje se representa por símbolo  $a_i$  y se calcula mediante la fórmula.

$$a_i = (n \times 100) / N$$

n = No. total de daños

N = No. total de muestras

Sexto paso. Se obtienen para cada uno de los factores o tipos de defectos, el porcentaje relativo de defectuosos, respecto del número "d" de casos defectuosos.

Se usará  $r_i$  para representar al porcentaje relativo de los casos defectuosos atribuibles al tipo de defecto n; y se calcula mediante la siguiente expresión.

$$r_i = (n \times 100) / d$$

Séptimo paso. Se calcula el porcentaje relativo denotado por  $R_i$

$$R_i = r_1 + r_2 + r_3 + \dots + r_i$$

Octavo paso. Se agrega a la tabla 1 la información obtenida en los pasos 5, 6 y 7.

Noveno paso. Se traza el eje horizontal y los ejes verticales. En el horizontal se selecciona una división (en general de uno a dos centímetros) para representar los tipos de factores (defectos o falla) anotándolas de izquierda a derecha, de mayor a menor importancia en términos de ni.

En el eje vertical izquierdo seleccione una división en números enteros, adecuada al ejemplo, para representar el número ni de ocurrencias de cada tipo de defecto. La escala de este eje debe estar hecha de manera que pueda incluir el número total de defectuosos d.

El eje vertical derecho se usará para representar el porcentaje relativo acumulado Ri.

Décimo paso. Se construye las barras correspondientes a los distintos factores o causas. La altura de las barras representa la ocurrencia ni del tipo de defecto i. Las barras se diseñan con la misma amplitud conectándose unas con otras.

Undécimo paso. Se gráfica la curva del porcentaje relativo acumulado partiendo del cero y uniendo los puntos que relacionan el extremo derecho de la barra del tipo de defecto i, con el porcentaje relativo acumulado hasta el defecto i.

#### 4.7.2 USOS Y BENEFICIOS DEL DIAGRAMA DE PARETO

En general, al formar la lista de los factores que afectan a un proceso o sistema, se pone de manifiesto que sólo un pequeño número de causas contribuyen a la mayor parte del efecto y que las restantes tienen una mínima participación en



el fenómeno. El objeto de analizar un Diagrama de Pareto es identificar las causas principales y, en función de ello, establecer un orden de importancia permitiendo un mejor aprovechamiento de los recursos canalizando eficazmente los esfuerzos de las personas que intervienen para atacar las causas más importantes, ya que, si se consigue hacerlas disminuir o desaparecer, se lograría una reducción significativa en la magnitud del problema. Por tanto:

1.-El diagrama de Pareto es el primer paso para la realización de mejoras.

2.-El diagrama de Pareto se aplica en todas las situaciones en donde se pretende efectuar una mejoría: en la calidad del producto, en la conservación de materiales, en el uso de energéticos y en general en la eficiencia en el uso de los recursos (mano de obra, capital, etc.).

3.-El diagrama de Pareto se utiliza también para verificar si las acciones llevadas a cabo para lograr una mejora fueron o no eficaces, construyendo un nuevo diagrama cuando los efectos de dichas acciones se han puesto de manifiesto.

Este segundo diagrama deberá abarcar el mismo período de tiempo e igual número de casos para que la comparación tenga sentido; de no ser posible esto, es preferible utilizar porcentajes absolutos o relativos en el eje vertical izquierdo en lugar del número de artículos defectuosos.

Si los esfuerzos para obtener mejoras han sido ineficaces, el orden de las barras debe cambiar. Si la altura

de todas las barras disminuye, significa que el nivel general de defectos ha sido reducido por alguna sección común, por ejemplo capacitación del personal, mantenimiento del equipo, etc.

#### 4.8 DIAGRAMA DE CAUSA Y EFECTO<sup>1</sup>

En las secciones anteriores se han enfatizado en la variabilidad como una característica inherente a las observaciones realizadas en las distintas fases de un proceso productivo. El grado de variabilidad de la variable es un aspecto que se debe controlar y tratar de reducir al mínimo posible, con el objeto de evitar el riesgo de producir partes inadecuadas para su uso, por el hecho de que sus dimensiones se alejan de los límites de tolerancias especificados, teniendo siempre en mente la idea de que mejora las necesidades del cliente, la dispersión de los valores observados de la variable estudiada en un proceso productivo se debe en su mayor parte a:

a) Las materias primas, las cuales difieren en su composición aunque ligeramente, especialmente si se obtienen de distintos proveedores. Aún cuando estén dentro de los límites permitidos, se observan diferencias en las de medidas de las características que son relevantes en la calidad del resultado del producto.

---

<sup>1</sup>Esta sección está apoyada en el capítulo 3 del libro: Guide to Quality del Dr. Kaoru Ishikawa. Editorial: Asian Productivity Organization.

- b) La maquinaria o equipo. Aunque aparentemente las máquinas estén funcionando del mismo modo, la dispersión puede sugerir de diferencias en el ajuste debido al hecho de que las máquinas operan en su forma óptima solo parte del tiempo, etc.
- c) Los métodos de trabajo. En apariencia se pueden estar siguiendo los mismo métodos de trabajo, pero generalmente existen diferencias aunque estas sean apenas notorias.

Al conjuntar todos estos motivos de dispersión en un proceso de producción, se puede obtener como resultado un alto grado de variabilidad en la calidad.

La calidad que deseamos controlar y mejorar está representada por cifras que se refieren a longitud, dureza, porcentaje de defectuosos, etc; por lo que a este tipo de variables suele llamárseles CARACTERISITCAS DE CALIDAD; en tanto que a factores tales como composiciones químicas de la materia prima, longitud del eje de la máquina, entrenamiento de los trabajadores, etc., son llamados FACTORES CAUSALES. A manera de simplificación identificaremos los factores causales como las CAUSAS y a las características como el EFECTO.

Una de las técnicas de análisis para ayudar a la solución de problemas es el DIAGRAMA DE CAUSA Y EFECTO conocido también como Diagrama de Ishikawa, el cual permite analizar los factores que intervienen en la calidad del producto a través de una relación de causa y efecto, ayudando a sacar a la luz las causas de la dispersión y también a organizar las relaciones entre las causas.

El diagrama de causa y efecto por su forma recibe el nombre de "esqueleto de pescado", en el que la espina dorsal es el camino que conduce a la cabeza del pescado que es en donde se coloca el problema que se desea analizar; las espinas o flechas que la rodean, indican las causas y subcausas que lo provocan.

DIAGRAMA DE CAUSA-EFECTO

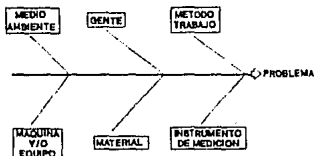


FIG. 4.E

#### 4.8.1 BENEFICIOS DEL USO DEL DIAGRAMA DE CAUSA Y EFECTO

Una gran variedad de ventajas se deriva del uso de este tipo de diagramas.

A continuación se mencionan las más relevantes:

1.- Ayuda a detectar las causas de la dispersión en las características de calidad. Los Diagramas de Causa y Efecto se trazan para ilustrar con claridad los diversos factores que afectan un resultado, clasificándolos y relacionándolos entre sí; lo cual facilita la tarea de selección de causas que se deberían investigar primero, con el propósito de mejorar el proceso.

2.- Su análisis ayuda a determinar el tipo de datos que deben obtenerse, para confirmar el efecto de los factores que fueron seleccionados como causas del problema.

3.- Ayuda a prevenir problemas. Si no se está experimentando con un problema de calidad, puede elaborarse un diagrama de causa y efecto del tipo "clasificación del proceso por fases", preguntándose. ¿Qué problema de calidad se podría provocar en esta etapa? detectando así, causas potenciales de un problema de calidad que puede prevenirse, si se adoptan controles apropiados.

4.- Es un instrumento que favorece el trabajo en grupo. Ayuda a un grupo de personas a trabajar hacia un fin común. Sirve de guía para la discusión, evitándose así desviaciones del tema, con la consecuente ventaja de llegar más rápido a la conclusión sobre las acciones a tomar.

5.- Se adquieren nuevos conocimientos al conocer las interrelaciones de los factores causales dentro del proceso. Los miembros del grupo que participan en el análisis del problema adquieren mayor conocimiento del funcionamiento del proceso.

6.- Muestra el nivel de conocimiento tecnológico. Si un diagrama puede trazarse en su totalidad, significa que las personas conocen bastante del proceso y, por tanto con mayor facilidad se lleva a cabo el análisis del problema.

7.- Se usa para analizar cualquier problema de calidad, productividad, seguridad, etc.

#### 4.9 PROCEDIMIENTO DEL CONTROL ESTADÍSTICO DEL PROCESO

OBJETIVO: Analizar detenidamente la necesidad de la estadística dentro de las áreas de trabajo para contar con sistemas de planeación entrenamiento, aplicación y medición de la efectividad de la mejora continua en calidad y productividad.

DEPARTAMENTOS AFECTADOS: -Producción  
-Ingeniería de Calidad  
-Ingeniería de Procesos  
-Ingeniería de la Planta  
-Ingeniería Manufactura

#### ACTIVIDADES/(RESPONSABLES)

1.- Definir 100% de las características críticas significantes de la información de diseño del vehículo y de los indicadores de calidad. (Ing. Calidad, Ing. Procesos, Producción, M.P.E.O.).

2.- Desarrollara planes de control para definir especificaciones de las características, método de evaluación, tamaño de muestra, frecuencia y método de análisis, así como desarrollar planes de reacción para aquellas condiciones fuera de control y/o de especificación. (Ingeniería Calidad, Procesos, Producción).

3.- Desarrollar programas de entrenamiento en operación, C.E.P. y manejo de instrumentos de medición del personal que estará en contacto con el uso, manejo e interpretación de los procesos que estarán monitoreados por gráficas de control. (Calidad, Producción).

4.- Desarrollar programa del C.E.P. para aquellas características que hayan sido seleccionadas por este método de análisis. (Calidad, Producción).

5.- Una vez seleccionada las características de acuerdo al programa, el paso inicial y fundamental del C.E.P. es la evaluación del instrumento de medición, en el que los resultados deberán estar comprendidos dentro de los criterios de aceptación y por lo tanto, de la certificación del mismo (que en una forma periódica se verificarán de acuerdo a un programa establecido).

Los estudios de evaluación de los instrumentos de medición deberán ser efectuados conjuntamente en grupo, con el propósito de corregirlos o reemplazarlos cuando no satisfagan los criterios de aceptación. (Calidad, Producción).

6.- Paralelamente a los estudios de evaluación de los instrumentos de medición se deberá llevar a cabo un estudio de habilidad de máquina y/o equipo que se utilizara en el proceso de la característica que se desea controlar. Al igual que el

punto anterior los resultados de este estudio deberán ser aprobatorios ( $Cpk \geq 1.33$ ). (Procesos, Htas. Neumáticas).

7.- Evaluación del estudio preliminar del proceso ( $Ppk \geq 1.33$ ).

Una vez que se ha determinado que el instrumento de medición y la máquina o equipo son capaces de cumplir los requerimientos para su uso, la evaluación preliminar del proceso deberá ser obtenida como una fase inicial de la implantación de las gráficas de control.

Estos estudios son de corta duración y no pueden proporcionar información relacionada con la habilidad del proceso a largo plazo. Para gráficas por variables la mínima cantidad de subgrupos deberá ser de 30. Para gráficas por atributos se recomienda que durante la evaluación preliminar el tamaño de la muestra sea constante para 30 subgrupos. (Calidad, Producción).

8.- Estudio Continuo del Proceso.

Si el proceso no cumple con el  $Ppk \geq 1.33$ , acciones correctivas apropiadas deberán implantarse para mejorar el proceso. Es en este momento cuando contando con el estudio preliminar se deberá continuar con una "Carta de Control Estadístico", para lo cual la gráfica obtenida durante el estudio servirá de inicio para continuar con la implantación de la gráfica de control. La cual podrá proporcionar



información relacionada con la habilidad del proceso a largo plazo.

Para este caso se deberá colocar en el area de trabajo la gráfica iniciada en el estudio preliminar y de aquí iniciar la implantación del C.E.P. con la cual el personal de producción registrara oportunamente de acuerdo al tamaño de muestra y frecuencia los datos del proceso, anexando a la gráfica una bitácora en la que se llevara el historial clínico o registro del análisis y acciones tomadas al proceso por el personal involucrado. (Calidad, Procesos, Producción).

9.- Interpretación de la estabilidad de los procesos:

- Indicación de la existencia o falta del control en el proceso.

- Indicación de tendencias, corridas, adhesiones, puntos fuera de control o cualquier causa especial que origine o provoque anomalías asignables al proceso. (Calidad, Procesos, Producción).

10.- Extensión de los límites de control para un plan cotidiano (períodos futuros) y cálculo de la habilidad de los procesos. (Calidad).

11.- Interpretación de la habilidad de los procesos:

-Primera etapa. Eliminar causas comunes para disminuir la variación del proceso y tenerlo potencialmente hábil.

-Segunda etapa. Mover distribución del proceso y tenerlo realmente hábil.

-Tercera etapa. Monitorear, auditar el proceso y buscar oportunidades de mejora en la habilidad.

(Calidad, Procesos, Producción, Ingeniería Industrial, Herramientas Neumáticas, Manejo de materiales, Proveedores).

12.- Disminución del tamaño de muestra.

Esta disminución se llevara a cabo cuando el proceso haya demostrado una habilidad real  $Cpk \geq 1.67$  durante un intervalo de 150 períodos (muestras o subgrupos).

Siendo la mínima parte representativa y aceptable el 10% de un volumen de producción, mismo que deberá registrarse en el plan de control. (Calidad, Procesos, Producción).

13.- Unificación y/o estratificación de cartas de control.

Para este punto se deberá tomar en consideración el uso de las "Pruebas de Hipótesis" y del "Análisis de variancias", bajo el criterio del nivel de significancia del 5%. (Calidad).

#### CONCEPTOS

1.-CONTROL ESTADÍSTICO DEL PROCESO. Uno de los grandes beneficios obtenidos con la implantación del C.E.P. es que da mayor importancia a la prevención que a la detección; las inspecciones se realizan por medio de muestreos adecuados en las operaciones de tal

modo que se localice y corrija un procesos defectuoso antes de producir piezas fuera de especificación.

Los siguientes conceptos básicos para el C.E.P. son de gran importancia:

- a) El estado del C.E.P. no es natural para un proceso productivo, mas bien, ello es un logro alcanzado por la eliminación de las causas de variación, una por una.
- b) El C.E.P. debe usarse para alcanzar la mejora continua de los procesos más que el simple cumplimiento con las especificaciones.
- c) La mejora continua de los procesos se deriva del uso permanente de cartas de control, de su adecuada interpretación y del uso de la información que de ellas se obtiene para instituir los controles del proceso necesarios.

El control estadístico del proceso es una forma de pensar y vivir, el y que requiere de la participación y del compromiso de todos los niveles de la empresa.

2.- SELECCIÓN DE CARACTERÍSTICAS. Una fase fundamental del proceso de implantación es la previa selección de las características que se pretenden monitorear a través del C.E.P. las características deberán ser seleccionadas bajo el concepto de características críticas y significantes, que de acuerdo al plan de control se elijan aquellas que por método de análisis hayan sido por C.E.P.

3.-DEFINICIÓN DEL TIPO DE GRÁFICA A UTILIZAR. Los datos son la información que se tiene acerca del comportamiento del proceso y que se desean graficar, con la finalidad de obtener información estadística y poder analizar las condiciones naturales del proceso.

Existen diversas clases de datos, siendo las mas importantes por su uso las variables y los atributos. Es necesario distinguir los tipos de datos con la finalidad de seleccionar que tipo de gráfica se va a emplear.

a) Datos por Variables.- Son medibles y pueden ser expresados en unidades básicas de torque, longitud, masa, tiempo, velocidad, presión, corriente eléctrica, voltaje, temperatura, intensidad luminosa, etc.

b) Datos por atributos.- Un atributo es una propiedad o característica. Al juzgar datos por atributos se verifica si la determinada característica esta o no presente. Los datos por atributos se emplean cuando al medir resulta muy costoso, consume demasiado tiempo o resultaría impráctico obtener datos variables.

La selección del tipo de gráfico por parte del usuario deberá estar fundamentado en que tipo de característica se pretende monitorear y cual será el sistema de medición.

#### 4.- TAMAÑO DE MUESTRA Y FRECUENCIA.

-El tamaño de muestra se define como la parte representativa

de una población que estadísticamente se comporta similar a cualquier proceso aleatorio. En nuestro caso esta porción representativa deberá oscilar entre el 15 y el 30 % de la producción, según la frecuencia determinada al iniciar el estudio del proceso, indicada en los planes de control.

-La frecuencia se refiere a la periodicidad de verificación de una característica de calidad, ya sea horaria, diaria, semanal, mensual, etc.

5.- INTERPRETACIÓN DEL CONTROL DEL PROCESO. El objetivo de analizar una gráfica de control es identificar cual es la variación del proceso, las causas comunes y causas especiales de dicha dispersión y en función de esto tomar alguna acción apropiada cuando se requiera.

Las condiciones anormales mas comunes en la gráfica de control son las siguientes:

Puntos fuera de control.- La presencia de uno o más puntos mas alla de los límites de control es evidencia de una inconsistencia en el proceso. Una regla práctica para decir que un proceso esta bajo control es que no exista más de un punto fuera de los límites considerando 35 muestras (o subgrupos) o más de dos considerando 100.

Series.- Sucesión de puntos que presentan una característica

particular, tal como puntos por encima del promedio (corridas) o puntos de valor decreciente (tendencias). Cuando solo se presentan causas comunes de variación se puede predecir el comportamiento de series típicas dentro de ciertos límites. El alejamiento de este patrón de comportamiento aleatorio es evidencia de la existencia de causas especiales de variación. Los criterios para identificar estos tipos de anomalías en las gráficas de control son los siguientes:

a) Corridas.- Se dice que una gráfica presenta una corrida cuando 7 o más puntos consecutivos están situados por arriba o debajo de la media del proceso.

b) Tendencias.- Una tendencia se presenta cuando 7 o más puntos consecutivos tienden a subir o bajar en el proceso.

Adhesiones.- Las adhesiones son patrones anormales de un proceso que se presentan dentro de los límites de control de una gráfica de promedios (dividida su amplitud en tres partes iguales), de acuerdo a las zonas en que un conjunto de puntos se sitúan por los tercios exteriores (superior e inferior) o por el tercio central.

El criterio para identificar las adhesiones al centro o a los extremos es el siguiente:

-Se considera una adhesión al centro cuando más del 80% de los puntos se concentran en el tercio medio de la gráfica.

-Una adhesión a los extremos se considera cuando más del

40% de los puntos se sitúan en los tercios exteriores (aproximadamente el 20% para cada extremo).

Este tipo de patrón no es aplicable a gráficas por lecturas individuales.

Periodicidad/ciclos.- Se dice que el proceso muestra periodicidad o ciclos, si los puntos se mueven hacia arriba y hacia abajo más o menos a intervalos iguales.

Mezclas.- La mezcla corresponde a una combinación de gráficos diferentes. Si los componentes de una distribución se muestran más o menos constantes con relación a la posición proporcional, se dice que es una mezcla estable; de no ser así se clasifica como mezcla variable.

NOTA.- Se dice que un proceso esta en "Control Estadístico" cuando todas las causas especiales de variación han sido eliminadas y solamente permanecen las causas comunes; esto se evidencia en la gráfica de control por la ausencia de puntos fuera de los límites de control y por la ausencia de patrones no casuales o tendencias dentro de los límites de control.

6.- INTERPRETACIÓN DE LA HABILIDAD DEL PROCESO. Una vez que se ha determinado si el proceso está en control estadístico la siguiente pregunta será si el proceso es hábil. Si la habilidad no es aceptable, entonces un cambio importante debe

ser hecho para mejorar el sistema dado que la habilidad refleja una variación de causas comunes, ya que las causas 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 puede ser potencial o real. La habilidad potencial se identifica por  $C_p$  y el real  $C_{pk}$ .



5 CASOS DE EXITO FORD MOTOR COMPANY (PLANTAS DE ENSAMBLE  
CUAUTITLAN)

5.1 CASO 1: TORQUE DE SUJECIÓN DE CAJA PICK-UP A CHASIS

5.1.1 HISTORIA

a) IMPACTO EN EL CLIENTE

El apriete de la caja pick-up al chasis es una característica crítica (Delta Invertida), por lo que se requiere de la máxima atención para la seguridad y satisfacción total del cliente.

Por falta de atención a este apriete se puede ocasionar en el campo que la caja pick-up provoque ruidos por falta de apriete o se rebase el límite de cedencia de los materiales en caso de sobreapriete lo cual podría poner, en caso extremo, la vida del cliente en peligro.

Para controlar esta característica, se decidió implementar una carta de control por variables de ambos turnos por lado, utilizando la técnica de estaciones para identificar cada tornillo.

b) IMPACTO EN LOS INDICADORES DE CALIDAD

Durante el último semestre del año esta característica ha sido reportada en cuatro ocasiones por concesionarios en

previa entrega, presentándose por última vez en el mes de abril, dado que esta característica es de clase crítica, y que de presentar problemas en el campo puede poner en peligro la integridad física de los clientes, en el mes de mayo se implantó el uso de las técnicas estadísticas para controlar el par de apriete de esta operación, teniéndose a la fecha resultados satisfactorios, reduciendo la incidencia a cero casos durante los meses de mayo y junio.

#### 5.1.2 PARETO DE DEFECTOS

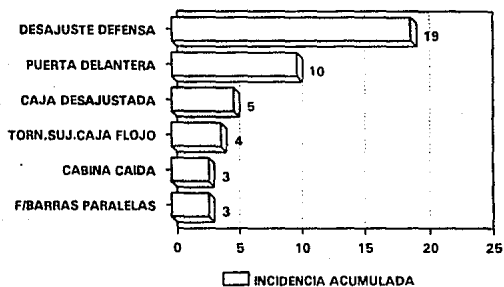
El primer paso a seguir en la utilización de las herramientas estadísticas básicas a fin de resolver nuestro problema, es elaborar un Pareto de Defectos.

En el Pareto se grafican los defectos y de ahí podemos encontrar que defecto es el que nos está afectando más, como podemos ver el mayor defecto es el desajuste de la defensa.

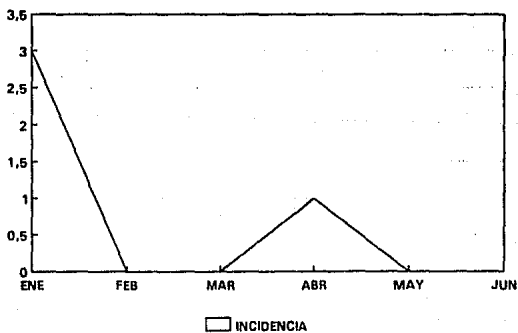
En el siguiente diagrama se grafica la incidencia de los tornillos flojos de la caja pick-up durante el año.

Estos diagramas nos dan la idea de que es lo que nos está ocasionando problemas y con qué frecuencia se nos presentan.

## PARETO DE DEFECTOS (DE ENERO A JUNIO)



## TORNILLO CAJA PICK UP FLOJOS

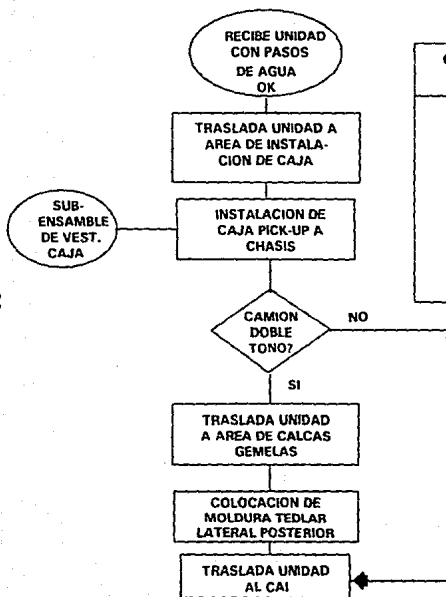


### 5.1.3 DIAGRAMA DE FLUJO DEL PROCESO

Es importante contar con un diagrama de flujo que nos permita comprender el proceso que vamos a tratar de mejorar. El hecho de contar con un diagrama de flujo es de vital importancia, ya que una vez detectado el problema podremos localizarlo dentro del proceso.

- a) Por punto de control
- b) Por operación

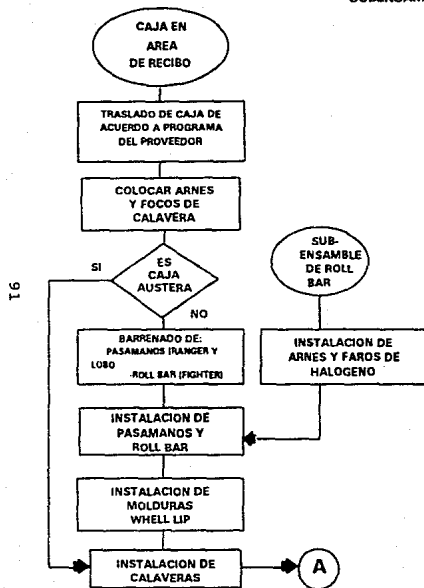
## GARAGE CAJAS PICK-UP DIAGRAMA DE FLUJO



CARACTERISTICA	CLASE	METODO DE ANALISIS	PLAN DE CONTROL
TORQUE DE SUJECION DE CAJA PICK-UP A CHASIS	▼	GRAFICA X-R	4
ADEHERENCIA DE MOLDURA	•	REGISTRO DE CONTROL DE CALIDAD	2

**GARAGE CAJAS PICK-UP**  
**DIAGRAMA DE FLUJO**  
**SUBENSAMBLE DE VESTIDO DE CAJAS**

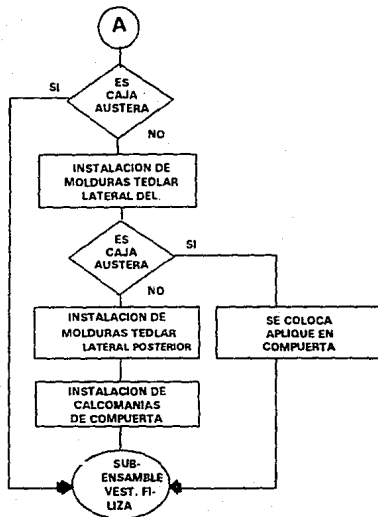
FECHA EMISION: 16-ABR-91



CARACTERISTICA	CLASE	METODO DE ANALISIS	PLAN DE CONTROL
INSTALACION DE FOCOS EN CALAVERA	▼	VISUAL	1
TORQUE DE SUJECION DE ROLL BAR A PISO CAJA PICK-UP	•	TORQUIMETRO	3

**GARAGE CAJAS PICK-UP**  
**DIAGRAMA DE FLUJO**  
 SUBENSAMBLE DE VESTIDO DE CAJAS

FECHA EMISION: 16-ABR-91



CARACTERISTICA	CLASE	METODO DE ANALISIS	PLAN DE CONTROL
ADHERENCIA DE MOLDURA TEDLAR	*	REGISTRO	2
ADHERENCIA DE MOLDURA TEDLAR	*	REGISTRO	2

#### 5.1.4 PLAN DE CONTROL

Otro aspecto importante es contar con el plan de control, ya que este nos indica las características significativas y críticas del proceso, así mismo nos señala que tipo de acción tomar para corregir el problema.

El plan de control también indica el flujo del proceso y la maquinaria y/o equipo a usar, así como la forma en que se evalúa el proceso, el tamaño de muestra y el método de análisis.



## PLAN DE CONTROL

FORD MOTOR COMPANY			PLANTA GARAGE CAMIONES				APROBADO				
PLANTAS DE ENSAMBLE			AREA GARAGE				MANUFACTURA		M.P.E.O		
CHASSIS			PUNTO DE CONTROL CAJAS PICK-UP				PRODUCCION		INFORMA DE CALIDAD		
VEHICULO F 150 Y F 250											
FLUJO DEL PROCESO		MADINARIA	CARACTERISTICA				METODOS				
NO.	NOMBRE DEL	Y/O	PARAMETRO	CARACTERISTICA	REFERENCIA	CLASE	ESPEC	EVALUACION	TAMAÑO DE	MÉTODO	PLAN DE REACCION PARA
P.C.	PROCESO	EQUIPO	DE PROCESO	DEL PRODUCTO					MUESTRA	ANALISIS	DE CONDICIONES FUERA DE CONTROL
1	INSTALACION DE FOCOS A CALVERA	-----	-----	INSTALACION DE FOCOS EN CALVERA	ER-3040		NÚMERO DE SINALETA	VISUAL	N=1 F=CAJERA	CHECK LIST INSTRUMENTOS	APLICAR PLAN DE REACCION NO. 1
2	INSTALACION DE MOLDURAS TEDLAR	RODILLO	-----	ADHERENCIA DE MOLDURA TEDLAR	P71-100		25 LBS MINIMO	FORCE GAGE	N=10 MOLD F=10 VEHICULO	REGISTRO C. CALIDAD	APLICAR PLAN DE REACCION NO. 3
3	SUJECCION DEL ROLL BAR A PISO CAJA PICK-UP	HTA. CAM 12 DADO 10MM	-----	TORQUE DE SUJECCION	TA-8000		35-32 LBS/FT	TORQUE METER	N=1 F=1/2 HORA	CHECK LIST APPROVED	APLICAR PLAN DE REACCION GENERAL PARA TORQUES
	ENSAMBLE DE CAJA PICK-UP A CHASSIS	HTA. CAM 14 TORQUE CONTROL	-----	TORQUE DE SUJECCION	CA-1000 H97-800		40-70 LBS/FT	TORQUE METER	N=10 VEHICULO F=1 HORA PRODUCCION	MANEJAR REACCION	APLICAR PLAN DE REACCION GENERAL PARA TORQUES

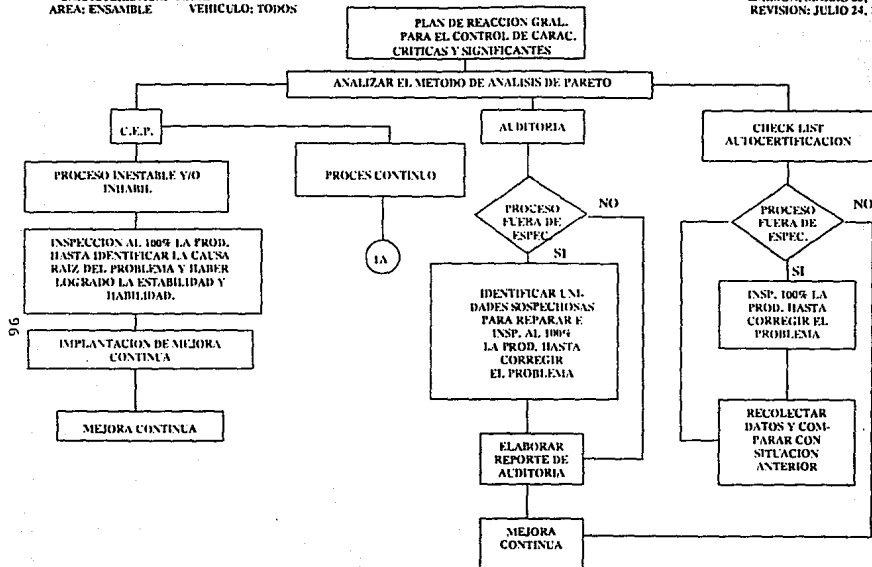
#### 5.1.5 PLAN DE REACCIÓN

En este plan de reacción se indica que tipo de acciones se deberán tomar, en el plan de control se indica que plan de reacción tomar y aquí ya se pueden encontrar las acciones correctivas.

PLAN DE REACCION GENERAL

CARACTERISTICA: TODAS  
 AREA: ENSAMBLE VEHICULO: TODOS

EMISION: MARZO 25, 1991  
 REVISION: JULIO 24, 1991

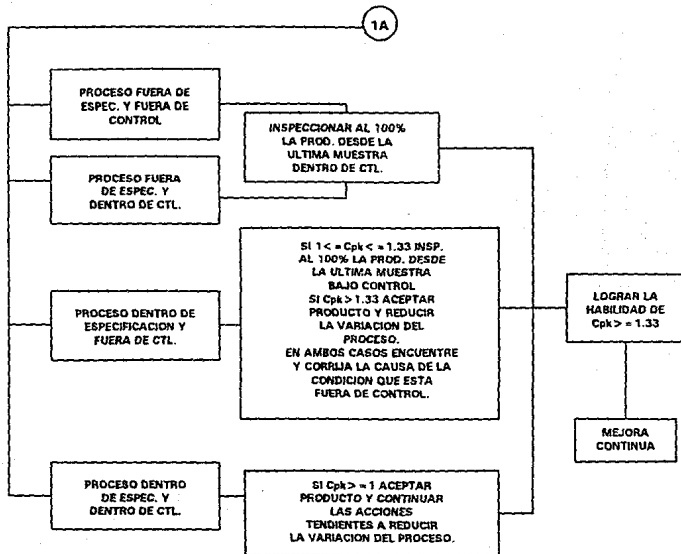


PLAN DE REACCION GENERAL

CARACTERISTICA: TODAS  
 AREA: ENSAMBLE VEHICULO: TODOS

EMISION: MARZO 25, 1991  
 REVISION: JULIO 24, 1991

97



#### 5.1.6 ESTUDIO R&R

Este estudio se realiza para checar la validez del instrumento de medición. En este caso nuestro instrumento de medición es un torquímetro, al cual se le realizó el siguiente estudio.

En el estudio se validó el instrumento, ya que se encontró dentro de los límites de variación permitidos.

Es importante la realización de este estudio, ya que mediante este podemos identificar si estamos realizando nuestras mediciones correctamente. Estos estudios deben de realizarse constantemente, ya que una fuente de variación en un proceso significativa pueden ser los instrumentos de medición.

Este estudio demuestra que el instrumento de medición es válido, por lo tanto las mediciones que se realicen.

GAGE REPEATABILITY AND REPRODUCIBILITY STUDY  
 TITLE: TORQUIMETRO APRIETE CAJAS PICK-UP  
 FECHA: JUL 10 23, 1991 No. TNC-02337-100  
 USL: 70  
 LSL: 40  
 SPREAD: 30

OPERATORS	A			RANGE	B			RANGE
	1	2	3		1	2	3	
1	40	40		0	42	41		1
2	44	44		0	44	45		1
3	48	49		1	48	49		1
4	50	59		9	50	50		0
5	43	43		0	43	43		0
6	47	49		2	49	48		1
7	46	46		0	45	45		0
8	41	42		1	41	41		0
9	55	55		0	55	55		0
10	52	52		0	52	51		1
	534	538	0	4	537	536	0	5
				0.4				0.5

SUM 1072      SUM 1075  
 AVERAGE \*A\* 53.6      AVERAGE \*B\* 53.75

R\*A\* 0.4 0 TRAILS      D(4)      R      x      D(4)      \*KCL R      H      53.75  
 R\*B\* 0.5 2      3.27                                                        H      53.6  
           3      2.50      0.45      x      3.27      =      1.4715      0.10  
 SUM 0.9  
 AVEB 0.45

REPEATABILITY. - Equipment Variation (E.V.)

E.V. = (R) x (K1) 0 TRAILS (K1)  
 2.052 = 0.45 x ( 0.56 ) 3 4.56  
 \*\*\*\*\*

REPRODUCIBILITY -Appraiser Variation (A.V.)

A.V. = I DIFF x (K2) OPERATOR (K2)  
 0.5475 = 0.15 x ( 3.65 ) 3 2.70  
 \*\*\*\*\*

REPEATABILITY AND REPRODUCIBILITY (R & R)

R & R = Squareroot (E.V.) sq + (A.V.)sq  
 2.123784 4.210704 + 0.299756  
 \*\*\*\*\*

1 TOLERANCE ANALYSIS

% E.V. = 100 ((E.V.)sq / (R & R) x (Tolerance))  
 6.408806 = 100 2.052 sq. / 2.123784 x 30  
 \*\*\*\*\*

% A.V. = 100 ((A.V.)sq / (R & R) x (Tolerance))  
 0.470475 = 100 0.5475 sq. / 2.123784 x 30  
 \*\*\*\*\*

% R & R = (%E.V.) + (%A.V.)  
 7.079281 = 6.408806 + 0.470475

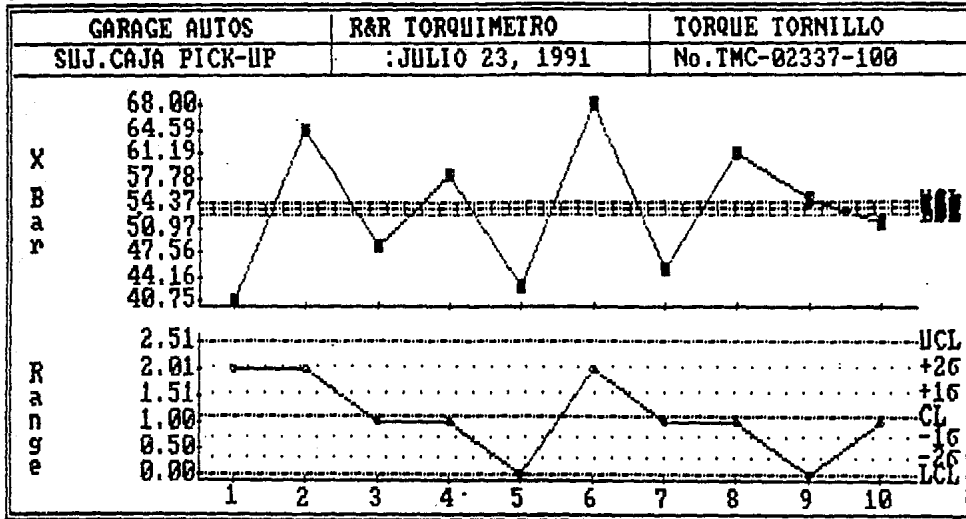
.....

CRITERIO DE ACEPTACION	
1).....	1
2).....	1
3).....	1
4).....	1
5).....	1
6).....	1
7).....	1
8).....	1
9).....	1
10).....	1
11).....	1
12).....	1
13).....	1
14).....	1
15).....	1
16).....	1
17).....	1
18).....	1
19).....	1
20).....	1
21).....	1
22).....	1
23).....	1
24).....	1
25).....	1
26).....	1
27).....	1
28).....	1
29).....	1
30).....	1

.....

CONCLUSION: EL INSTRUMENTO DE MEDICION  
 SE VALIDA CONSIDERANDO EL PORCENTAJE  
 DE PPM = 7.079281  
 PRIMERA REVISION 23/10/91

AUDITOR: R. JIMENEZ  
 INC. DE CALIMA  
 AREA ESTADISTICA



100

#### 5.1.7 ESTUDIO DE HABILIDAD DE MÁQUINA

Otro aspecto importante de variación en un proceso es la máquina, de ahí la importancia de realizar un estudio de habilidad y detectar en caso de que así sea, que la posible causa de nuestro defecto este en la máquina.

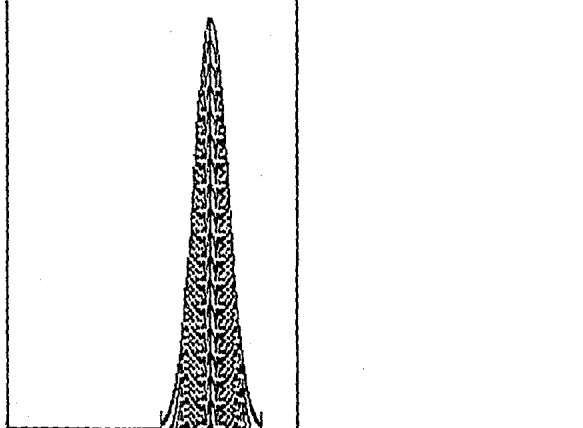


EST. POT. AL CAN DE SUJ. CAJAS

UTL:+65.00

LTL:+50.00

ND:+57.50



+55.26

File name:  
No. Subgroups: 6  
Subgroup Size: 5  
No. Values: 30

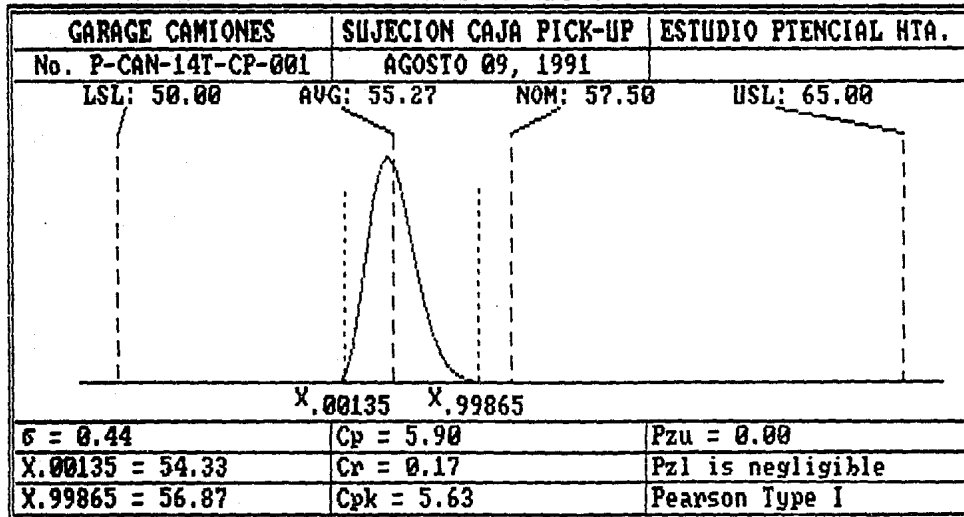
Average: 55.27  
Pop Std Dev: 0.43  
(Using within subgroup  
variation only)

Process Cap: 2.59  
CPK Index: 4.06  
P. C. Index: 5.78  
P. C. Index formula:  
 $PCI = (\text{Tol Range}) / (6 \text{ SD})$

% Above UTL: 0.00 %  
% Below LTL: 0.00 %  
Skewness: 0.5432  
Kurtosis: 3.3797  
Geary's Z: -0.14

FILE: POTEKAN

SIZE:



### 5.1.8 DIAGRAMA DE CAUSA-EFECTO

Una vez hecho los estudios requeridos para analizar el problema, el siguiente paso será el diagrama de Causa-Efecto.

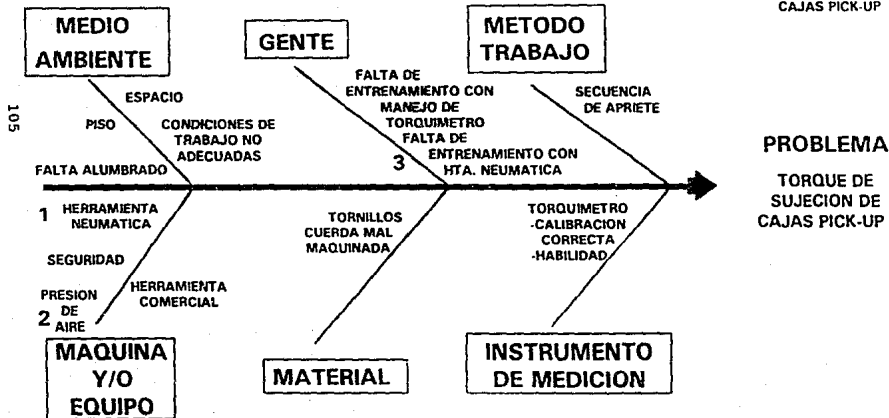
De acuerdo a nuestro diagrama podemos ver que los factores que están afectando el proceso son los siguientes:

- 1 Herramienta neumática
- 2 Presión de aire
- 3 Falta de entrenamiento

Una vez identificadas las causas de nuestro problema se puede aplicar de inmediato las acciones correctivas necesarias.

# DIAGRAMA DE CAUSA-EFECTO

**PLANTA:** ENSAMBLE  
**AREA:** GARAGE CAMIONES  
**PTO. CTRL.:** CAJAS PICK-UP  
**VEHICULO:** CAMIONES  
**FECHA:** 30-ABR.-91  
**CARACTERISTICA:** TORQUE DE SUJECION DE CAJAS PICK-UP



#### 5.1.9 PLAN DE ACCIÓN

El siguiente paso es elaborar un plan de acción donde se señalen las acciones, los responsables, las fechas de inicio y terminación, así como también el avance que se va logrando.

## PLAN DE ACCION

PARAMETRO: SUJECCION DE CAJA

PICK-UP A CHASIS

PLANTA: GARAGE

VEHICULO: AUTOS

P.CTL.: HORNO

DESCRIPCION DE LA ACCION	FECHA	FECHA	RESPONSABLE	AVANCE %				
	INICIO	TERM.		20	40	60	80	100
CAMBIAR HTA. NUEMATICA	30-ABR-91	10-MAY-91	PROCESOS					X
ESTUDIO DE HABIL. DE MAQUINA	3-MAY-91	6-MAY-91	ESTADISTICO					X
PROP. A LOS OPERARIOS HTA. ADECUADA A LA OPERACION Y EN BUENAS CONDICIONES	15-JUN-91	24-JUN-91	SUPERVISOR					X
REGULAR ALIMENTACION DE AIRE	9-MAY-91	9-MAY-91	MANITTO.					X
ESTUDIO RAR AL INSTR. DE MEDICION	30-ABR-91	6-MAY-91	ESTADISTICO					X
MEJORAR EL ALUMBRADO	30-ABR-91	17-JUN-91	PROYECTOS					X
MEJORAR CONDICIONES DE TRABAJO	30-ABR-91	17-JUN-91	PROYECTOS					X
ENTRENAR OPERARIOS	9-MAY-91	23-MAY-91	SUPERVISOR					X
DEFINIR PTOS. DE APOYO PARA LA HTA.	9-MAY-91	23-MAY-91	SUPERVISOR					X
ENTRENAR OPERARIOS EN EL INSTR. DE MED.	2-JUL-91	25-JUL-91	ESTADISTICO					X
MEJORAR INST. DE AIRE COMPRIMIDO	17-JUN-91	18-JUN-91	MANITTO.					X
ESTABLECER SECUENCIA DE APRIETE	9-MAY-91	23-MAY-91	SUPERVISOR					X
BUSCAR PROVEEDORES DE HTA. NEUMATICA	15-JUN-91	23-AG(1)-91	PROCESOS					X

### OBSERVACIONES:

LA HTA. NUEMATICA QUE SE HA ENCONTRADO EN EL MERCADO, CON EL PROVEEDOR RUTOR TOOL ES DE TIPO PISTOLA CON UNA BARRA DE REACCION, PERO LAS

REACCIONES SON DIFICILES DE CONSEGUIR. POR LO QUE SE SIGUE BUSCANDO CON MAS PROVEEDORES.

#### 5.1.10 SUMARIO DE ACCIONES TOMADAS

En este sumario, de acuerdo a las causas encontradas en el diagrama de causa-efecto, se ven todos los aspectos relacionados con dichas causas. El sumario contiene las causas, acciones, responsables así como la fecha de realización de las acciones correctivas y comentarios.

## SUMARIO DE ACCIONES TOMADAS

FORD MOTOR COMPANY  
PLANTAS DE ENSAMBLE CUAUTITLAN  
GARAGE CAMIONES

FECHA EMISION: 30/ABR/91  
FECHA REVISION: 25/JUL/91

PLANTA: GARAGE  
AREA: GARAGE CAMIONES  
PTO. CTL: CAJAS PICK-UP  
VEHICULO: CAMIONES  
CARACTERISTICA: APRIETE  
CAJA PICK-UP A CHASIS

FACTOR A CONTROLAR	SUB-CAUSA	ACCIONES	RESPONSABLE	FECHA REALIZACION	COMENTARIOS
-----------------------	-----------	----------	-------------	----------------------	-------------

MAQUINARIA Y/O EQUIPO	1	A) HERRAMIENTA NUEVA- TICA INTRUSCA B) HERRAMIENTA NUEVA- TICA ESTUDIO DE HABILIDAD	SE CAMBIO LA HTA. POR LA CORRECTA SE HIZO EL ESTUDIO DE HA- BILIDAD DE MAQUINA CON UN C/A DE 1.51 CON EL AJUSTE DE PEARSON	ING. PROCESOS SUPERVISOR ESTADISTICO	18-MAY-91 7-MAY-91	PARA EL USO CORRECTO DE LA HTA. SE REQUIERE DE ENTRENAMIENTO AL REALIZAR EL PRIMER ESTUDIO A PESAR DE SER UNA HTA. NUEVA, RESULTO INSATIS- FACTORIO POR LO QUE SE RECALIBRO LA HTA. ENCONTRANDOSE RESULTADOS SATISFACTORIOS
	2	C) PRESION DE AIRE SOLIDOS EN EL SIST. DE AIRE	SE REGULO ALIMENTACION SE UNIO EL TUBO DE AIRE	MANTTO. MANTTO.	7-MAY-91 18-JUN-91	PROBLEMA DERIVADO A CAMBIO DE INST.
GENTE	3	A) FALTA ENTRENAMIENTO B) FALTA DE ENTRENAMIENTO CON EL TORQUIMETRO	SE ENTRENO A LA GENTE PARA MANEJAR LA HERRAMIENTA SE DIO ENTRENAMIENTO A LOS OPERARIOS CON EL TORQUIMETRO	ING. PROCESOS SUPERVISOR ESTADISTICO PRODUCCION SUPERVISOR	23-MAY-91 25-JUL-91	PROGRAMA CONTINUO DE ENTRENAMIENTO PROGRAMA CONTINUO DE ENTRENAMIENTO



## 5.1.11 RESUMEN DE CARTAS DE CONTROL DURANTE EL ESTUDIO

### 1. PROCESO INICIAL

Se decidió correr un estudio preliminar del proceso separando lado izquierdo de lado derecho monitoreando los cuatro tornillos de cada lado, lo anterior fue fundamentado a través de una prueba de hipótesis y un análisis de varianza efectuados durante este período.

En estas cartas se observa un comportamiento inestable para lo cual fue necesario realizar un diagrama causa efecto, encontrándose:

-Puntos fuera de control debido a problemas con la presión de aire.

-Puntos fuera de control debidos a que la herramienta no era la correcta ya que se estaba utilizando una herramienta de impacto en lugar de un can 14 con torque control.

### 2. PROCESO DURANTE ACCIONES DE MEJORA Y MOSTRANDO ESTABILIDAD

Una vez que se cambió la herramienta (ya calibrada y con el estudio de habilidad ya elaborado), y se corrigió el problema de la presión de aire de alimentación a la herramienta así como el cambio de herramienta comercial adecuada y en buen estado se presenta en las gráficas tanto lado izquierdo como derecho lo siguiente:

-Se recalcularon límites en la carta #2 (- y +) debido al cambio de distribución por la utilización de una nueva

herramienta neumática.

-Puntos fuera de control debido a que se estaba entrenando a toda la gente de la operación.

-Se implantó en el entrenamiento la secuencia de apriete de los tornillos.

-Fue necesario el recálculo de límites debido a que la distribución había cambiado por lo que la mayor parte de la gente había adquirido habilidad.

Una vez ya resueltos los problemas de herramienta inadecuada, y calibración de herramienta, se alcanza estabilidad para el lado derecho e izquierdo.

### 3.PROCESO MOSTRANDO HABILIDAD

La habilidad se alcanza para esta característica particular, cuando logramos tener estabilidad en el comportamiento del proceso, obteniendo el 31 de julio un Cp de 4.06 y un Cpk de 2.88 para el lado izquierdo, así como un Cp de 4.41 y un Cpk de 3.11 para el lado derecho.

Al aplicar el concepto de mejora continua se realizó un nuevo estudio de hipótesis para llevar una sola carta con lecturas del lado izquierdo y lado derecho. El cual resultó positivo, por lo que a partir del 10. de agosto de 1991, se decidió llevar una sola carta la cual presenta un Cp de 4.17 y un Cpk de 3.0.

# PLANTA DE ENSAMBLE CUAUTITLAN

## RESUMEN DE HABILIDADES

CARACTERISTICA: TORQUE DE SUJECION  
CAJA PICK UP A CHASIS

### ESTUDIO AL INSTRUMENTO DE MEDICION

R & R = 7.08%

FECHA: 23 JUL 81

### ESTUDIO DE HABILIDAD DE MAQUINA

CPk = 5.63

FECHA: 8-AGO 81

### ESTUDIO DE HABILIDAD DEL PROCESO

INICIO	ACTUAL
R = 7.4 lbxpie (-)	R = 2.8 lbxpie
R = 6.4 lbxpie (+)	CP = 4.17
NOTA: NO ES ESTABLE POR LO TANTO NO SE CALCULA HABILIDAD	CPk = 3.00
FECHA: 9 MAY 81	FECHA: 8-AGO-81

## 5.2 CASO 2: VELOCIDAD DEL TRANSPORTADOR DEL HORNO

### 5.2.1 HISTORIA

#### a) Impacto en el cliente

La velocidad del transportador del horno es un parámetro significativo que esta íntimamente ligado a la temperatura del horno y al balanceo de este: parámetros que en conjunto forman las condiciones para el cocido de la pintura bicapa de las áreas de la unidad que fueron reparadas.

De no estar correctamente controlados estos parámetros. Existe la posibilidad, en un caso extremo, de que la pintura no cure correctamente, quedando cruda, sobrehorneada o manchada: de llegarse a dar el caso. Se vuelven a procesar estas unidades.

#### b) Impacto en los indicadores de calidad

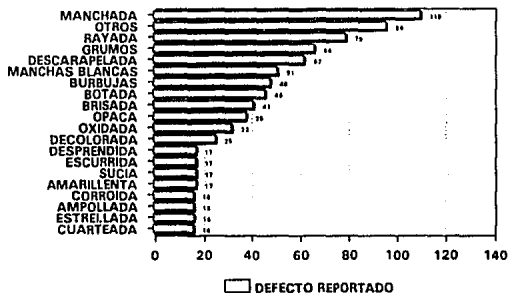
Uno de los principales problemas reportados por concesionarios ha sido la pintura manchada, durante la producción del año modelo 1991. Problema que ha disminuido paulatinamente a medida que los parámetros del horno de reparación han sido controlados, como es el caso de la velocidad del transportador.

### 5.2.2 DIAGRAMA DE PARETO

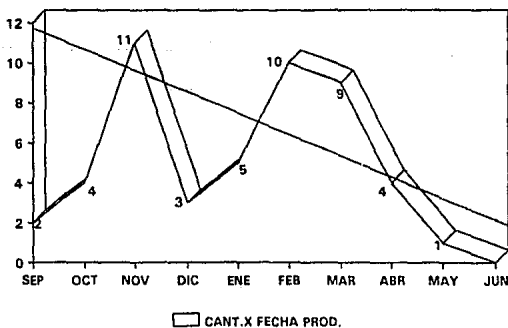
En el diagrama podemos encontrar que el defecto mas reportado ha sido la pintura manchada.

En el siguiente diagrama podemos observar la tendencia de las manchas blancas en pintura, reportadas por las concesionarias.

## MANCHAS BLANCAS EN PINTURA DEFECTOS REPORTADOS POR CONCESIONARIOS



## TENDENCIA DE MANCHAS BLANCAS EN PINTURA CONCESIONARIAS



### 5.2.3 MÉTODO DE TOMA DE LECTURAS DE VELOCIDAD (PARA LA CARTA DE CONTROL)

Es importante tener presente el método de toma de lecturas que se utiliza para graficar en la carta de control.

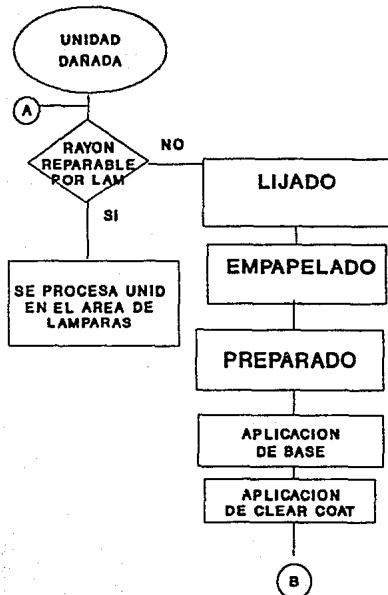
En el instante en que el punto de referencia de la cadena del transportador, coincida con el punto fino inicial de la regleta, se empieza a tomar tiempo con un cronómetro, cuando la cadena ha recorrido una distancia de 40 pulgadas, se detiene el cronómetro. Registrándose la anterior lectura en minutos y segundos, con este dato se entra a la tabla de equivalencia a velocidad en pulg/min, registrándose el dato de velocidad en la carta de control

EQUIVALENCIA DE TIEMPO A VELOCIDAD  
 DISTANCIA FIJA DE 40 PUL

LECT. CRONOMETRO MIN:SEG	VELOCIDAD PUL/MIN	
1:10	34.3	
1:11	33.6	
1:12	33.3	
1:13	32.9	
1:14	32.4	
1:15	32.0	
1:16	31.6	
1:17	31.2	
1:18	30.8	
1:19	30.4	
1:20	30.0	
1:21	29.6	
1:22	29.3	
1:23	28.9	
1:24	28.6	
1:25	28.2	
1:26	27.9	LIMITE SUPERIOR ESP
1:27	27.6	
1:28	27.3	
1:29	27.0	
1:30	26.7	
1:31	26.4	
1:32	26.1	
1:33	25.8	
1:34	25.5	
1:35	25.3	
1:36	25.0	MEDIA DE ESP
1:37	24.7	
1:38	24.5	
1:39	24.2	
1:40	24.0	
1:41	23.8	
1:43	23.3	
1:44	23.1	
1:45	22.9	
1:46	22.6	
1:47	22.4	
1:48	22.2	
1:49	22.0	LIMITE INFERIOR ESP
1:50	21.8	
1:51	21.6	
1:52	21.4	
1:53	21.2	
1:54	21.1	
1:55	20.9	

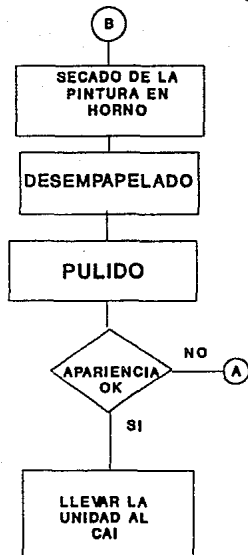


## GARAGE AUTOS DIAGRAMA DE FLUJO



CARACTERISTICA	CLASE	METODO DE ANALISIS	PLAN DE CONTROL
SOLVANTACION DE PRIMER	•	REGISTRO	1
PRESION DE AIRE PARA APLICACION DE PRIMER	•	REGISTRO	2
TEMP. INT. CASETA	•	GRAF. RANGO MOVIL	3
VEL. INYEC. AIRE INT. CASETA	•	GRAFICA ESTRAT. 4 PTOS.	4
LIMPIEZA DE CASETA	•	REGISTRO MANTTO.	6
HUMEDAD REL. INT. CASETA	•	GRAF RANGO MOVIL	6
PRESION DE AIRE PARA APLICACION DE BASE	•	REGISTRO MANTTO.	7
CATALIZACION DE BASE	•	REGISTRO	8
CATALIZACION DE CLEAR COAT	•	REGISTRO	9

## GARAGE AUTOS DIAGRAMA DE FLUJO



CARACTERISTICA	CLASE	METODO DE ANALISIS	PLAN DE CONTROL
LIMPIEZA DEL HORNO	•	REGISTRO	12
VELOCIDAD DEL TRANSPORTADOR	•	GRAF. RANGO MOVIL	13
TEMPERATURA DE LAMINA A 8MIN	•	GRAFICA DATAPAC	14
BRILLO DE PINT. BICAPA	•	REGISTRO	10
APARIENCIA DE PINTURA	•	REGISTRO	11

#### 5.2.5 PLAN DE CONTROL

En este plan de control al igual que en el caso anterior se incluyen los mismos conceptos: Operaciones, maquinaria y/o equipo, característica, metodos de evaluación y análisis, así como también que plan de reacción aplicar para cualquier problema. En este caso, el plan de control es más extenso debido a que en este caso el proceso es mas largo y complicado, pero las bases para elaborar el plan son las mismas.

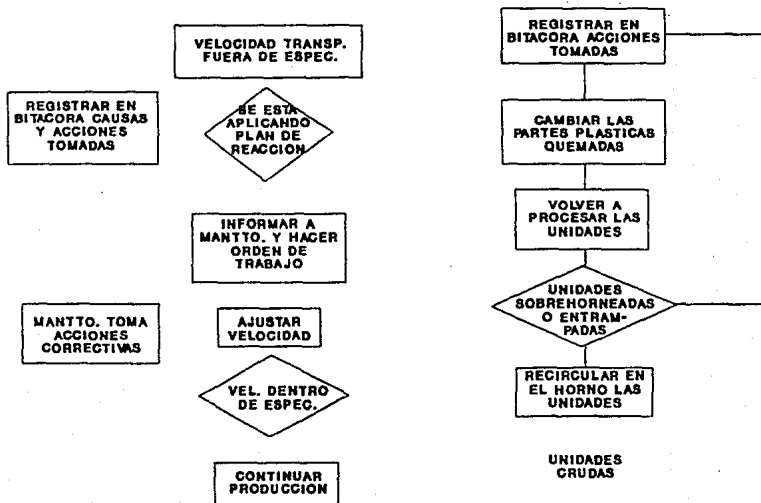
# PLAN DE CONTROL

FORD MOTOR COMPANY PLANTA DE ENSAMBLE QUAUTITLAN			PLANTA: GARAGE AREA: AUTOS PUNTO DE CONTROL: HORNO VEHICULO: AUTOS				APROBO: MANUFACTURA PRODUCCION				M.P.E.O. INGRIA. DE CALIDAD	
FLUJO DEL PROCESO		MAQUINARIA	CARACTERISTICA		REFERENCIA	CLASE	MPTORNO		METODO DE ANALISIS	PLAN DE REACCION PARA CONDICIONES FUERA DE CONTROL		
NO. NO. P.C.	NOMBRE DEL PROCESO	YO EQUIPO	PARAMETRO DE PROCESO	CARACTERISTICA DEL PRODUCTO			PSFC.	EVALUACION			TAMAFIO DE MUESTRA	
1	APLICACION DE PRIMER	----	----	SOLVENTACION DE PRIMER	PS-019	*	EL. 75 MP. TL. ETIL. CETONA	PROBETA	N=1 F=OTURNO	CHECKLIST SUPERVISOR	APLICAR PLAN DE REACCION NO. 1	
2	APLICACION DE PRIMER	PISTOLA NO BOQUILLA II	PRESION AIRE PARA APLIC.	----	PS-019	*	94-2 PSI	MANOMETRO	N=1 VECS F=6 HRS	REGISTRO MANTEN.	APLICAR PLAN DE REACCION NO. 2	
3	APLICACION DE BASE Y CLEAR COAT	CASETA DE APLIC. DE COLOR	TEMP. INTERNA CASETA	----	PS-103	*	210-17	TERMOMETRO	N=1 VECS F=02 HRS	GRAF. RANEO MOVIL	APLICAR PLAN DE REACCION NO. 3	
4	APLICACION DE BASE Y CLEAR COAT	CASETA DE APLIC. DE COLOR	VEL. INYECCION DE AIRE	----	PS-103	*	180-125 MEMEN PSI	ANEMOMETRO PSI	N=4 LECT F=1 P. TURNO	GRAF. ESTRA-TRIFICADA	APLICAR PLAN DE REACCION NO. 4	
5	APLICACION DE BASE Y CLEAR COAT	CASETA DE APLIC. DE COLOR	LIMPIEZA DE LAMINA	----	DICT. PAINT-PANEL PAGE XIII-22	*	# BALANAS MAS EN 1 LB	PROBETA DE PANEL VISUAL	N=1 VEZ F=02 HRS	REGISTRO MANTEN.	APLICAR PLAN DE REACCION NO. 5	
6	APLICACION DE BASE Y CLEAR COAT	CASETA DE APLIC. DE COLOR	IRMA REL. EN DPT. CAJETA APLIC.	----	ESTANDAR DE MANUFACTURA	*	110-95	TERMOMETRO	N=1 VEZ F=01 HRS	GRAF. RANEO MOVIL	APLICAR PLAN DE REACCION NO. 6	
7	APLICACION DE BASE	PISTOLA NO BOQUILLA II	PRESION DE AIRE	----	PS-019	*	94-2 PSI	MANOMETRO	N=1 VEZ F=01 HRS	REGISTRO MANTEN.	APLICAR PLAN DE REACCION NO. 7	
8	APLICACION DE BASE	----	----	CATALIZACION DE BASE	FLT-B-1-11-2	*	M. P.	PROBETA	N=1 VEZ F=OPREP.	REGISTRO PRODUCCION	APLICAR PLAN DE REACCION NO. 8	
9	APLICACION DE CLEAR COAT	----	----	CATALIZACION DE CLEAR COAT	FLT-B-1-11-2	*	M. P.	PROBETA	N=1 VEZ F=OPREP.	REGISTRO PRODUCCION	APLICAR PLAN DE REACCION NO. 9	
10	REPARACION DE PINTURA	----	----	BRILLO DE PINTURA CAPA	FLTM-R-1-1-1	*	40 MIN 3.2%	CRONOMETRO	N=1 VEZ F=OTURNO	REGISTRO PRODEFDOR	APLICAR PLAN DE REACCION NO. 10	
11	REPARACION DE PINTURA	----	----	APARIENCIA DE PINTURA	PROCEDIMIENTO	*	SIN DEFECTOS	VISUAL	F=01 HRS	REGISTRO CALIDAD	APLICAR PLAN DE REACCION NO. 11	
12	HORNEO	HORNO	LIMPIEZA DEL HORNO	----	DICTIONARY PAINT-PANEL	*	# RASTROS EN 1 P.	PRUEBA DE PANEL VISUAL	N=1 VEZ F=02 HRS	REGISTRO MANTEN.	APLICAR PLAN DE REACCION NO. 12	
13	CICLO DE HORNEO	HORNO	VEL. DEL TRANSPORTADOR	----	PS-408	*	2 A 31	CRONOMETRO	N=1 VEZ F=02 HRS	GRAF. RANEO MOVIL	APLICAR PLAN DE REACCION NO. 13	
14	CICLO DE HORNEO	HORNO	TEMP. DE LAMINA	----	PS-013	*	114-110C	DATAPAC	N=1 VEZ F=02 HRS	GRAFICA DATAPAC	APLICAR PLAN DE REACCION NO. 14	

## PLAN DE REACCION

PLANTA: GARAGE  
AREA: AUTOS PTO. CTL.: HORNO  
PARAMETRO/NO.: VEL. DEL TRANSP.  
NOMBRE DEL PROCESO: CICLO DE HORNEO

EMISION: 28-ABR-91  
REVISION 30-AGO-91



#### 5.2.7 ESTUDIO R&R

El instrumento a validar es el cronómetro con el cual se registran los tiempos.

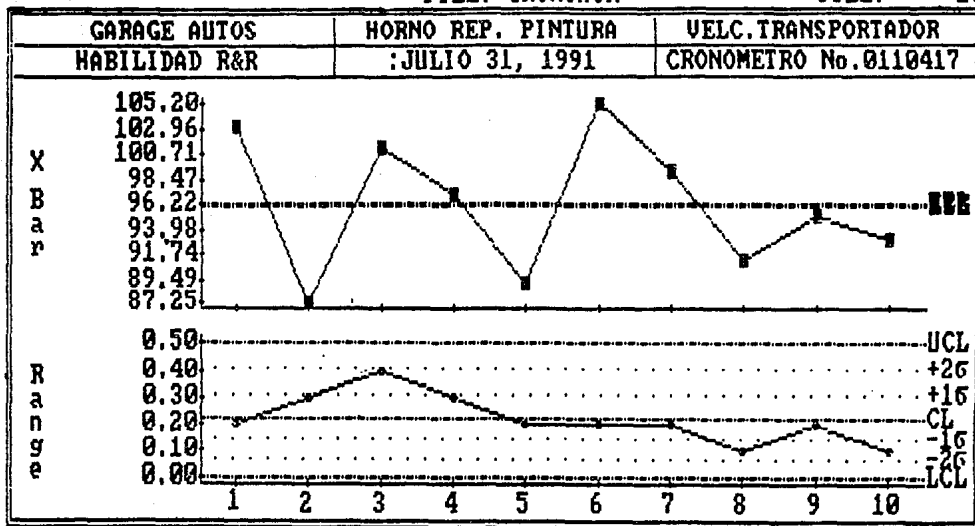
A partir de este estudio se valida el instrumento de medición.

De acuerdo al estudio que se realizó valida el cronómetro, lo cual indica que los tiempos han sido tomados correctamente.



FILE: CRONHOR

SIZE: 10



125



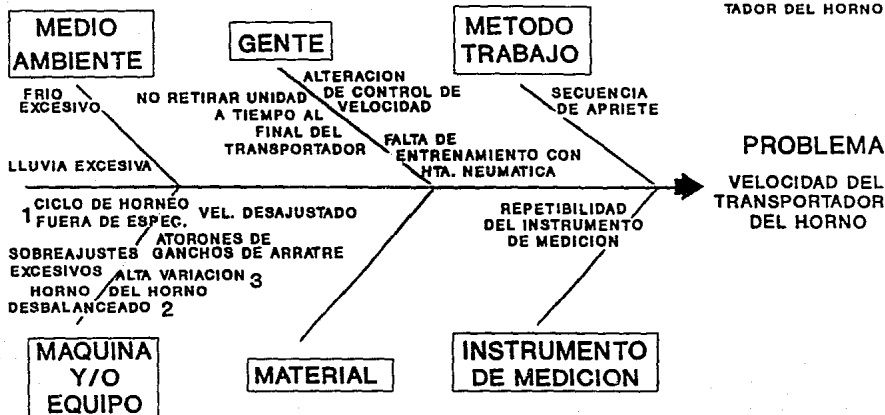
### 5.2.8 DIAGRAMA DE CAUSA-EFECTO

De acuerdo con el diagrama se encontraron las siguientes causas:

- 1 Ciclo de horneo fuera de especificación.
- 2 Horno desbalanceado.
3. Alta variación del transportador del horno.

# DIAGRAMA DE CAUSA-EFECTO

PLANTA: ENSAMBLE  
 AREA: GARAGE AUTOS  
 PTO. CTRL.: HORNO  
 VEHICULO: AUTOS  
 FECHA: 17-JUN.-91  
 CARACTERISITCA: VELOCIDAD  
 DEL TRANSPOR-  
 TADOR DEL HORNO



## PLAN DE ACCION

PARAMETRO: VELOCIDAD DEL

TRANSPORTADOR DEL HORNO

PLANTA: GARAGE

VEHICULO: AUTOS

P.CTL.: HORNO

DESCRIPCION DE LA ACCION	FECHA	FECHA	RESPONSABLE	AVANCE %				
	INICIO	TERM.		20	40	60	80	100
ESTUDIO DE HABILIDAD DEL TRANSPORTADOR	10-JUN-91	1-AGO-91	ESTADISTICO					X
COLOCACION DE UN CANDADO EN EL CTL. DE VEL.	13-JUN-91	5-AGO-91	MANTTO.					X
REVISION DEL CICLO DE HORNEO PARA DEFINIR LOS PARAMETROS OPTIMOS PARA CUMPLIR LA ESPEC.	20-JUN-91	CONTINUO	PROCESOS PINTURA					X
REV. DEL METODO DE PREP. DE BASE Y CLARA	24-JUN-91	26-JUN-91	PROVEEDOR					X
BALANCEO DEL HORNO	25-JUN-91	CONTINUO	MANTTO.					X
REVISION DE LA ESPEC. DE VELOCIDAD	25-JUN-91	6-JUL-91	PROCESOS					X
IMPARTICION DE CAPACTACION DE REPINTADO	5-JUL-91	CONTINUO	PROVEEDOR					X
CAMBIO DEL TRANSF. DEL VARIADOR DE VEL.	15-JUL-91	20-JUL-91	MANTTO.					X
ESTUDIO R&R DEL CRONOMETRO	17-JUL-91	31-JUL-91	ESTADISTICO					X
ESTUDIO DE TIEMPOS Y MOVIMIENTOS A PERSONAL QUE RETIRA LA UNIDAD DEL TRANSP.	17-JUL-91	31-JUL-91	ING. IND.					X
CAMBIO DE FREC. PARA QUE LOS DATOS DE LA GRAF. SE PUEDAN CORRELACIONAR CON CARTAS DE HUM. Y TEMP.	31-JUL-91	1-AGO-91	PROCESOS SUPERVISOR					X

OBSERVACIONES:

## SUMARIO DE ACCIONES TOMADAS

FORD MOTOR COMPANY  
 PLANTAS DE ENSAMBLE CUAUTTLAN  
 GARAGE AUTOS

FECHA EMISION: 17/JUN/91

FECHA REVISION: 1/AGO/91

PLANTA: GARAGE  
 PLANTA: GARAGE  
 AREA: GARAGE AUTOS  
 VEHICULO: AUTOS  
 PTO. CTL.: HORNO

CARACTERISTICA: VEL. DEL TRANS

FACTOR A CONTROLAR	SUB-CAUSA	ACCIONES	RESPONSABLE	FECHA REALIZACION	COMENTARIOS
MQUINARIA Y O EQUIPO	<p>1</p> <p>AJUSTE DE HORNO FUERA DE ESPEC. ESPECIFICACION</p>	<p>EST. DEL CICLO DE HORNO PARA DET. LA MEJOR COMB. DE LOS PARAMETROS (TEMP., VEL.) DE LOS RESULTADOS OBTENIDOS</p>	<p>PROCESOS PINTURA SUPTE GARAGE</p>	<p>29-JUN-91</p>	<p>SE OBSERVO LA NECESIDAD DE MODIFICAR LA ESPECIFICACION DE LA VEL. DEL TRANS.</p>
	<p>2</p> <p>HORNO DE ENCAMBUDO</p>	<p>SE MODIFICO LA ESPEC. SE BALANCEO DE ACTUANDO A LOS RESULTADOS DEL ESTUDIO</p>	<p>PROCESOS PINTURA SUPTE GARAGE</p>	<p>8-JUL-91</p>	<p>AFECTA LA VEL. POR QUE SE TIENE QUE AJUSTAR EL PLAN DE REACCION #11</p>
	<p>3</p> <p>ALTA VARIACION DEL TRANSPORTADOR</p>	<p>SE CAMBIO EL MOTOR DEL TRANS. (V) QUE NO DABA EL VOLTAJE ADECUADO</p>	<p>MANTTO.</p>	<p>CONTINUA</p>	<p>SE CORRIGIO LA ALTA VARIACION ORIGINADA POR EL EQUIPO</p>
METODO DE TRABAJO	<p>4</p> <p>FALTA DE METODO DE TOMA DE LEECTURAS</p>	<p>SE IMPLANTO METODO DEFINIDO PARA TOMA DE LECTURAS</p>	<p>MANTTO. SUPERVISOR</p>	<p>1-AGO-91</p>	<p>SE TIENE UN PROGRAMA CONTINUO DE ENTRENAMIENTO PARA NUEVOS OPERARIOS</p>

## 5.2.11 RESUMEN DE CARTAS DE CONTROL DURANTE EL ESTUDIO

### 1.PROCESO INICIAL.

La gráfica de velocidad del transportador del horno cuando se empezó a monitorear, se encontro que mostraba un comportamiento totalmente inestable, por la presencia de puntos fuera de control debidos a variaciones del transportador y a "Sobreajustes excesivos del control de velocidad, por lo que se decidio realizar un diagrama causa efecto.

### 2.PROCESO DURANTE ACCIONES DE MEJORA.

Despues de realizar el diagrama causa efecto, se hicieron estudios al ciclo de horneo para verificar y redefinir las especificaciones en caso de ser necesario, de los diferentes parametros en función de los resultados obtenidos de este estudio, la conclusión con respecto a la velocidad del transportador fué la de cambiar la especificación.

### 3.PROCESO MOSTRANDO ESTABILIDAD.

Una vez ya definida la especificación optima y con el equipo del transportador en buenas condiciones, la carta de control muestra una reducción en la variación del proceso.

### 4.PROCESO MOSTRANDO HABILIDAD.

Una vez alcanzada la estabilidad, se alcanzo simultaneamente habilidad del proceso debido a la reducción de la variabilidad del equipo, obteniendose los valores de Pp de 2.56 y de Ppk de 2.07, evaluados para 6 sigma por medio del ajuste de Pearson.

Posteriormente se cambio el tamaño de la muestra con el proposito de correlacionar con los demas parámetros monitoreados en el area, para tal efecto se recalcularon límites de control mostrando estabilidad y una habilidad de  $C_p$  de 2.04 y  $C_{pk}$  de 1.97.

# PLANTA DE ENSAMBLE CUAUTITLAN

## RESUMEN DE HABILIDADES

CARACTERISTICA: VELOCIDAD DEL  
TRANSPORTADOR DEL HORNO

### ESTUDIO AL INSTRUMENTO DE MEDICION

R & R = 3.71%

FECHA: 31-JUL-91

### ESTUDIO DE HABILIDAD DE MAQUINA

CPk = 1.47

FECHA: 22-JUL-91

### ESTUDIO DE HABILIDAD DEL PROCESO

INICIO

ACTUAL

R = 1.3 pul/min

R = 0.8 pul/min

CP = 2.04

CPk = 1.97

NOTA: NO ES ESTABLE  
POR LO TANTO NO  
SE CALCULA HABILIDAD  
FECHA : 13-MAY-91

FECHA: 13-AGO-91

## CONCLUSIONES

En la industria automotriz, uno de los puntos mas importantes es la calidad, pero debido a la complejidad de sus operaciones, la calidad se convierte en uno de los aspectos mas difíciles con los que las armadoras tienen que enfrentarse.

Para el proceso de armado de un automóvil, se requiere de un sinnúmero de operaciones y estas son llevadas a cabo por un número importante de operarios. Por estas dos razones es de vital importancia contar con un buen sistema de calidad, el cual permita controlar los procesos y a su vez mejorarlos. En Ford el proceso de armado de un automóvil tiene muchas variaciones, ya que las operaciones dependen 100% de la mano de obra. Otro aspecto importante es que en un automóvil existen características en las cuales se deben de realizar con mucho cuidado, ya que de estas depende muchas veces la seguridad del cliente y de terceros. Un ejemplo de esto podría ser una operación de instalación de balatas, ya que si estas llegaran a fallar provocarían serios problemas.

Como se ha visto debido a la complejidad de la aplicación de un sistema de calidad en la industria automotriz, y de acuerdo a los resultados obtenidos en los dos casos anteriores; las herramientas estadísticas resultan ser de suma importancia y de gran utilidad.

El corporativo de Ford tiene un programa llamado Q1, en



donde tiene como principal objetivo alcanzar un alto nivel de calidad. Este programa se aplica a todos sus proveedores o por lo menos a al mayoría de ellos, y es un premio importante para sus plantas alrededor del mundo. En la planta de Ensamble de Cuautitlán este premio fué conseguido gracias a la aplicación de las herramientas estadísticas. Los casos que se presentaron anteriormente forman parte de este programa, en dicho programa se trabajo en aproximadamente el 100% de las operaciones del proceso de ensamblado de un automóvil.

Como se pudo observar en los casos anteriores, el uso de las herramientas estadísticas es muy sencillo, y se obtienen resultados satisfactorios. Los diagramas de Pareto y de Causa-Efecto, son de suma importancia, ya que con ellos se pueden conocer los problemas que existen en el proceso y cuales son los que mas afectan. Esto es de gran ayuda, ya que una vez que se tienen las causas se pueden aplicar las soluciones y por medio de las gráficas se obtienen los resultados rápidamente de las acciones tomadas.

La intención de esta tesis es demostrar como se pueden usar estas herramientas y por medio de los casos de éxito observar como favorecen al logro de la calidad en una industria tan compleja como lo es la industria automotriz.

Otro punto importante que viene como conclusión de este trabajo es el concepto de Calidad y Productividad. Muchas veces se piensa erróneamente que estos dos conceptos están peleados, y de acuerdo a lo que se ha visto ambos conceptos

van de la mano. Cuando se mejora la calidad en las operaciones del proceso, se puede producir más y a menos costo. Lo que si implica un gasto muy fuerte es la implantación de un sistema de calidad de acuerdo a las necesidades de cada armadora, pero una vez instalado y trabajando como debiera se ahorra y se puede aumentar el volumen de producción. Esto se debe a que con un buen sistema de calidad se reducen las pérdidas por desperdicio y se logra una mayor productividad por parte de la mano de obra.

Un buen sistema de calidad es un "traje a la medida", es decir debe adecuarse a las necesidades de cada industria. Esto quiere decir que no se pueden aplicar los conceptos de Deming o de Ishikawa tal como son, sino que deben adaptarse a cada problema.

Con todo lo visto en este trabajo, podemos afirmar que la Calidad no es difícil de conseguir, y los beneficios que se pueden obtener son muy grandes. Además el hecho de tener un buen sistema de calidad, provoca un mejor nivel de vida para todos los participantes, ya que proporciona una forma de vida con Calidad. Esto quiere decir que es importante que a los empleados se les inculque una forma de pensar y actuar con Calidad.

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

ISHIKAWA KAOURU  
"¿QUE ES EL CONTROL TOTAL DE CALIDAD?"  
EDITORIAL NORMA  
MEXICO D.F. 1982

STONER JAMES A.F. / WANKEL CHARLES  
"ADMINISTRACION"  
PRENTICE HALL  
BARCELONA 1985

PROCESS CAPABILITY REVIEW  
PLANTAS DE ENSAMBLE CUAUTITLAN, FORD MOTOR CO.

GUIA UNIFICADA DE CALIDAD EN LA INDUSTRIA AUTOMOTRIZ  
COMITE DE CALIDAD DE LA INDUSTRIA AUTOMOTRIZ TERMINAL  
MÉXICO

PLANEACION DE CALIDAD  
OFICINA CORPORATIVA DE CALIDAD FORD MOTOR COMPANY

SISTEMA OPERATIVO DE LA CALIDAD  
OFICINA CORPORATIVA DE CALIDAD FORD MOTOR COMPANY

PROGRAMA Q1 PARA PLANTAS DE LA COMPAÑIA  
OFICINA CORPORATIVA DE CALIDAD FORD MOTOR COMPANY

AUDITORIA DEL SISTEMA DE CALIDAD Y LINEAMIENTOS DE  
EVALUACION  
OFICINA DE CALIDAD TOTAL FORD MOTOR COMPANY

PREMIO Q1 A LA CALIDAD PREFERENTE  
OFICINA DE CALIDAD TOTAL FORD MOTOR COMPANY

CALIDAD, EL SECRETO DE LA PRODUCTIVIDAD  
ARRONA HDZ. FELIPE

MONOGRAFIA DE CALIDAD TOTAL  
FUNDACION MEXICANA DE CALIDAD