

22  
2ej



**UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO**

**FACULTAD DE INGENIERIA**

**ASEGURAMIENTO DE CALIDAD  
APLICADO A UN TALLER DE  
MANTENIMIENTO CORRECTIVO DE  
TRANSFORMADORES DE DISTRIBUCION**

**T E S I S**

**QUE PARA OBTENER EL TITULO DE  
INGENIERO MECANICO ELECTRICISTA  
P R E S E N T A N  
PEDRO CAMARENA MIRANDA  
EDMUNDO EGON HERRERO PEÑA  
SAULO MUNGUIA MONROY**

**Director de Tesis: ING. BONIFACIO ROMAN TAPIA**

**MEXICO, D. F.**

**FALLA DE ORIGEN**

**1991**



Universidad Nacional  
Autónoma de México



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

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

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

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

## INDICE GENERAL

	Pág.
I. INTRODUCCION.	
II. MARCO DE REFERENCIA .....	5
II.1 DEFINICIONES .....	6
II.2 EVOLUCION DE LOS SISTEMAS DE CALIDAD .....	9
II.3 BREVE HISTORIA DEL CONTROL DE CALIDAD JAPONES .....	10
II.4 CONCEPTOS FUNDAMENTALES DEL CONTROL TOTAL DE LA CALIDAD.	13
II.5 EL CONTROL DE CALIDAD TOTAL COMO SISTEMA ADMINISTRATIVO.	14
II.6 IMPORTANCIA Y VENTAJAS DEL SISTEMA DE CONTROL TOTAL DE LA CALIDAD .....	19
II.7 PRINCIPALES HERRAMIENTAS ESTADISTICAS Y ADMINISTRATIVAS.	21
II.8 CIRCULOS DE CALIDAD .....	27
II.9 GARANTIA DE CALIDAD .....	30
II.10 AUDITORIAS DE CONTROL DE CALIDAD .....	32
III. ANALISIS DE LA PROBLEMATICA EN EL MANTENIMIENTO CORRECTIVO A TRANSFORMADORES .....	35
III.1 GENERALIDADES .....	36
III.2 OBJETIVOS A ALCANZAR EN LA REPARACION A TRANSFORMADORES.	39
III.3 DESCRIPCION Y FUNCIONAMIENTO DE UN TRANSFORMADOR .....	39
III.4 PARTES PRINCIPALES DE UN TRANSFORMADOR.....	42
III.5 CARACTERISTICAS DE LAS FALLAS MAS COMUNES EN UN TRANSFORMADOR .....	46
IV. PLANTEAMIENTO DE SOLUCIONES Y APLICACION DEL ASEGURAMIENTO DE LA CALIDAD .....	49
IV.1 FILOSOFIA DEL ASEGURAMIENTO DE CALIDAD EN LA EMPRESA ...	50

	Pág.
IV.2 GENERALIDADES .....	50
IV.3 NORMAS DE CALIDAD APLICABLES .....	51
IV.4 ESTANDARES DE MATERIAL .....	59
IV.5 ESTRUCTURA DE LA EMPRESA .....	61
IV.6 OPERACION INTEGRAL DE LA EMPRESA .....	65
IV.7 DEPARTAMENTO DE ASEGURAMIENTO DE LA CALIDAD .....	69
IV.8 IMPLEMENTACION DEL SISTEMA DE CALIDAD .....	72
IV.9 PROCEDIMIENTOS DE CONTROL DE CALIDAD "PCC".....	91
IV.10 AUDITORIAS INTERNAS DE CONTROL DE CALIDAD .....	105
IV.11 ANALISIS Y TOMA DE DECISIONES SOBRE RECHAZOS .....	119
V. EVALUACION ECONOMICA .....	124
V.1 INTRODUCCION .....	125
V.2 PORQUE HACER EVALUACIONES ECONOMICAS.....	126
V.3 ESTUDIO ECONOMICO .....	127
VI. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES .....	146
VII. BIBLIOGRAFIA.	

CAPITULO I  
INTRODUCCION

La época moderna, refleja sin duda, una era de avances tecnológicos, de nuevos productos y servicios, de nuevas relaciones entre productores y consumidores y por supuesto, una época que refleja un entorno de competencia internacional por la venta de productos.

La dinámica del entorno económico-industrial generado a nivel mundial a fines de la década de los setenta, así como posteriormente la apertura comercial de México originada por su ingreso al acuerdo general sobre aranceles y comercio (GATT), motivó una verdadera necesidad por desarrollar y mantener la calidad de los bienes y servicios nacionales como uno de los parámetros básicos de las Empresas.

Tanto las Organizaciones Internacionales, las Empresas Grandes, las Empresas Medianas y Pequeñas e incluso los Negocios Familiares, compiten por el voto del consumidor final en la selección de sus productos y servicios para la satisfacción de sus necesidades.

Sin embargo, el competir no es suficiente, la Organización que desee competir exitosamente en un mercado de productos específico, debe considerar el interrogante de como entrar, como permanecer y como triunfar en dicho mercado.

Las Organizaciones exitosas definen e identifican su mercado objetivo y después realizan estrategias y tácticas para lograrlo, pero, además de considerar estas filosofías de liderazgo organizacional, se requiere de excelentes niveles de productividad, costo, servicio, dis-

tribución, mercadeo, automatización de procesos y sobre todo, de excelente nivel de calidad.

Toda empresa que busque como primer fin de su existencia, la satisfacción máxima de las necesidades del cliente, debe estar, sin lugar a dudas, comprometida con los más altos estándares de calidad en todas y cada una de sus actividades y debe estar guiada por el concepto de calidad total en la Organización.

A raíz de la situación por la que atraviesa nuestro país, actualmente con grandes obstáculos y problemas referentes al aspecto económico, financiero, político y social, nos vemos obligados a buscar y aplicar ciertos cambios e innovaciones tecnológicas, las cuales aprovechadas a su máxima capacidad nos conducen a alternativas y a métodos nuevos y diferentes para el mayor beneficio y óptimo rendimiento en la Industria Mexicana.

Es de todos sabido que el factor fundamental en toda la industria, es optimizar en forma realista y factible la calidad de sus productos sin la cual se adolece de nivel competitivo.

Debido a esto, es necesaria la implementación de nuevos sistemas que se enfoquen al mejoramiento y eficiencia de los niveles de calidad nacionales, trayendo como consecuencia la independencia tecnológica y por ende la autosuficiencia y una mejor posición para competir tanto en el mercado interno como en el exterior.

Estos sistemas deben ser más objetivos y definidos respecto a criterios y normas, que permiten controlar y prevenir principalmente aquellos parámetros fundamentalmente técnicos, que directamente o casi en forma directa afectan la calidad, con lo que se obtienen resultados más fáciles de lograr y de medir respecto a la productividad, competitividad y calidad.

El desarrollo industrial de México ha requerido de sistemas adecuados con el objeto de mantener índices de productividad y calidad que el país necesita para su crecimiento.

La calidad de los productos se ha convertido en un factor significativo, no sólo en la decisión de los consumidores, sino también en el interés de los gobiernos, los inversionistas, los administradores y los técnicos en mantener y mejorar dichos productos, involucrándose así las necesidades de controlar la calidad de la mano de obra, materia prima, materiales, maquinaria y métodos de trabajo.

De las ideas anteriores se derivan los siguientes objetivos generales del presente trabajo:

- La creación e implementación de una serie de procedimientos para conformar un sistema de aseguramiento total de la calidad en un taller de mantenimiento correctivo para transformadores de distribución.

- Por medio de la aplicación del sistema propuesto, asegu-



rar una correcta reparación de los transformadores, garantizándose una pronta reincorporación a su sistema de trabajo y asegurando su correcto funcionamiento después de la reparación.

**CAPITULO II**  
**MARCO DE REFERENCIA**

## II.1. DEFINICIONES.

### II.1.1. QUE ES LA CALIDAD?

Calidad tiene varias definiciones como "lo justo para el uso", "encontrar lo esperado", "grado de excelencia", y "de acuerdo a estándares", así como otras frases. Todas ellas tienen mérito, dependiendo el punto de vista. Dos principales aspectos de la calidad son los criterios de funcional y apariencia. Las características de funcionalidad comprenden factores como confiabilidad, durabilidad y posibilidad de recibir servicio, mientras a los criterios de apariencia pertenecen las características como color, línea, textura, etc.

En el concepto tradicional, la calidad se liga siempre con especificaciones. Un artículo o servicio tiene calidad si cumple con las especificaciones establecidas. En la medida que no las cumple, deja de tener calidad (fig. 1).

### NUEVO CONCEPTO DE CALIDAD.

Aun cuando es muy importante cumplir con especificaciones establecidas y con regulaciones gubernamentales, el concepto de calidad implica algo más: "LA CALIDAD TIENE QUE VER CON LOS REQUISITOS DE LOS CONSUMIDORES".

La calidad debe de definirse como "CUMPLIR CON LOS REQUISITOS". Esta definición, permite a una organización operar con algo más

## CRITERIO DE CALIDAD POR ESPECIFICACIONES

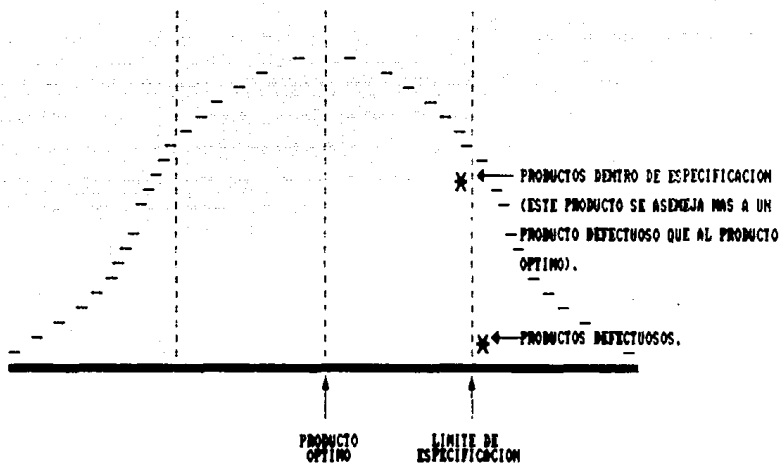


FIG. 1

que la opinión o la experiencia. Significa que los esfuerzos se invertirán en establecer previamente los requisitos, y no en lo que se puede hacer para corregir defectos.

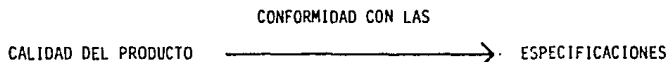
"UN PRODUCTO O SERVICIO TIENE CALIDAD EN LA MEDIDA EN QUE SATISFACE LAS EXPECTATIVAS DEL CLIENTE".

O definido de otra manera, LA CALIDAD ES EL GRADO DE ADECUACION DE UN PRODUCTO AL USO QUE DESEE DARLE EL CONSUMIDOR.

En el siguiente esquema se compara el concepto tradicional de calidad con el moderno.

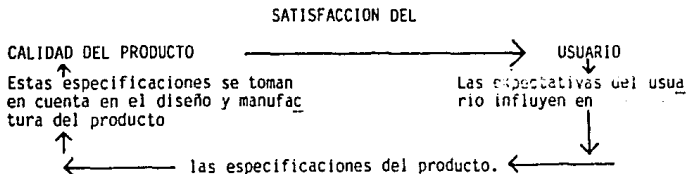
- Concepto tradicional de Calidad.

Calidad como grado de conformidad de un producto o servicio con respecto a una norma o estándar.



- Nuevo concepto de Calidad.

Calidad como satisfacción de los usuarios o adecuación al uso.



### II.1.2. QUE ES EL 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".

Kaoru Ishikawa define lo 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".

Hayes and Roming en su libro "Modern Quality Control", nos dan la siguiente definición:

"El control de calidad es una función de administración donde el control de calidad de materiales y productos es aplicable para prevenir la producción de bienes o servicios defectuosos".

### II.1.3. QUE ES EL CONTROL TOTAL DE LA CALIDAD?

El Control Total de la Calidad significa en términos amplios,

el control de la administración misma.

El control Total de la 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".

Se designa Control Total de la Calidad al sistema administrativo en el que quedan coordinados los esfuerzos de todos, administradores y trabajadores, en favor de la calidad del producto o servicio que presta la empresa. A este sistema se le conoce con las siglas TQC (Total Quality Control), o bien, CWQC (Company-Wide Quality Control). Este último nombre se aplica específicamente al modelo japonés de control total de calidad.

## 11.2. EVOLUCION DE LOS SISTEMAS DE CALIDAD.

La búsqueda de la solución que resuelva el problema de satisfacer las necesidades relacionadas con la calidad de los productos y servicios, no ha sido estática. A lo largo del tiempo tanto para la fabricación industrial, como para la implantación de los diversos tipos de servicios, se han venido desarrollando, aplicando, cambiando y combinando diversos sistemas de calidad.

Inicialmente estos sistemas se basaban solamente en aspectos muy reducidos de control, los que además frecuentemente no eran bien aceptados por los departamentos de producción, pero con el paso del tiempo, tanto la aplicación de las matemáticas a los conceptos de calidad como el establecimiento de medidas preventivas que se anticiparan a los problemas provocaron una evolución determinante y significativa en los conceptos y actitudes respecto a la calidad.

La aplicación de controles de calidad data desde hace miles de años, pero la evolución acelerada de la aplicación de los sistemas se ha presentado en esta época. Revisando los sistemas a través del tiempo, podemos decir a manera de visualización del desarrollo de los sistemas de calidad, que cada decenio han venido ocurriendo cambios significativos en los mismos; la fig. 2 nos muestra dicha evolución.

### 11.3. BREVE HISTORIA DEL CONTROL DE CALIDAD JAPONES.

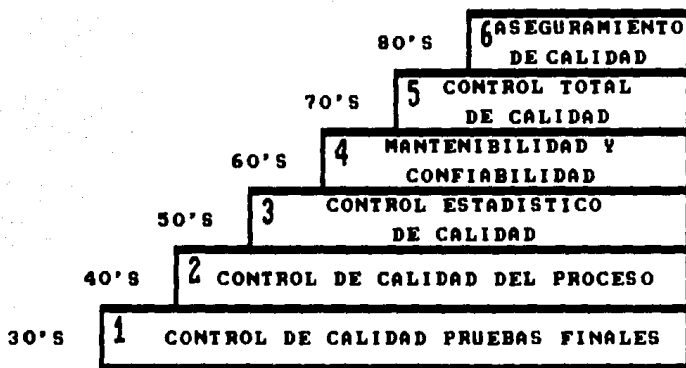
El control de calidad moderno, o control de calidad estadístico (CCE) como lo llamamos hoy, comenzó con la aplicación industrial del cuadro de control ideado por el Dr. W. A. Shewhart, de Bell Laboratories.

La segunda guerra mundial fue el catalizador que permitió aplicar el cuadro de control a diversas industrias en los Estados Unidos.

Inglaterra también desarrolló el control de calidad muy pron-



# EVOLUCION DE LOS SISTEMAS DE CALIDAD



## ALCANCES Y OBJETIVOS DE CADA SISTEMA

- 1) PRODUCTO TERMINADO
- 2) PROCESO Y PRODUCTO TERMINADO
- 3) PROCESO Y PRODUCTO TERMINADO
- 4) DISEÑO , PROCESO Y OPERACION
- 5) DISEÑO , ABASTECIMIENTO , PROCESO Y CONSERVACION DE LA CALIDAD
- 6) CALIDAD DE LA ORGANIZACION

FIG. 2

to. Había sido hogar de la estadística moderna, cuya aplicación se hizo evidente en la adopción de las Normas Británicas 600 en 1935, basadas en el trabajo estadístico de E.S.Pearson.

El Japón se había enterado de las primeras Normas Británicas 600 en la preguerra y las había traducido al japonés durante la misma. Algunos académicos japoneses se dedicaron seriamente al estudio de la estadística moderna pero su trabajo se expresaba en un lenguaje matemático difícil de entender, y la estadística no logró una acogida popular.

El control de calidad dependía enteramente de la inspección pero esta no era cabal para todos los productos. En aquellos días el Japón seguía compitiendo en costos y precios pero no en calidad. Seguía siendo la época de los productos "baratos y malos".

Derrotado en la segunda guerra mundial, el Japón quedó en ruinas. Las fuerzas de ocupación norteamericanas desembarcaron en el Japón y tuvieron que afrontar de inmediato un obstáculo grande: las fallas frecuentes en el servicio telefónico. Viendo estos defectos, las fuerzas norteamericanas ordenaron a la industria japonesa de comunicaciones que empezara a aplicar el control de calidad moderno. Además, tomaron medidas para educar a la industria. Este fue el comienzo de el control de calidad estadístico en el Japón: mayo de 1946.

En 1950, se realizó un seminario cuyo conferencista fue el Dr. W. Edwards Deming de los Estados Unidos. Fué un seminario sobre el

control de calidad estadístico para gerentes e ingenieros.

El Dr. Deming, experto reconocido en el campo del muestreo, es la persona que introdujo el control de calidad moderno al Japón.

En los años 50 se puso de moda en las fábricas japonesas el control de calidad moderno o control de calidad estadístico, con una amplia difusión de los métodos estadísticos, mas en la práctica esto dio origen a varios problemas.

Estos problemas eran los mismos que las fábricas japonesas ya habían tenido antes de la segunda guerra mundial:

1. Se había exagerado en la importancia de los métodos estadísticos.
2. Se crearon especificaciones y reglas que rara vez se respetaron.
3. El control de calidad seguía siendo un movimiento de los ingenieros y obreros en las plantas. La gerencia alta y media no mostraba mayor interés.

En 1954 el Dr. J. M. Juran, dictó seminarios para gerentes altos y medios, explicándoles las funciones que les correspondían en la promoción del control de calidad.

La visita del Dr. Juran, marcó una transición en las actividades de control de calidad en el Japón: Si antes se habían ocupado

principalmente de la tecnología en la planta, ahora se convirtieron en una inquietud global de toda la gerencia. Así se abrieron las puertas para el establecimiento del CONTROL TOTAL DE LA CALIDAD tal como lo conocemos hoy.

#### II.4. CONCEPTOS FUNDAMENTALES DEL CONTROL TOTAL DE LA CALIDAD.

El sistema administrativo de Control Total de la Calidad se basa en el concepto que actualmente se tiene de control de calidad.

Por control de calidad en su acepción moderna, se entiende un sistema de procedimientos para producir en forma económica bienes y servicios que satisfagan los requerimientos del consumidor.

Para comprender mejor la definición dada, cabe destacar tres rasgos o factores importantes:

1. Un cambio de Actitud. Más que recurrir a una inspección final, se debe atender el proceso mismo, detectando los defectos y poniendo las acciones correctivas correspondientes para prevenirlos en adelante.
2. Un Nuevo Punto de Referencia. De nada sirve que los productos estén bien hechos si éstos no satisfacen las espectativas de los consumidores. Por eso, el punto de referencia para definir la calidad es el hecho de que los productos y servicios cumplan con estas expectativas.

3. Una Nueva Filosofía. Se debe emprender un proceso de constante mejoramiento para que la empresa se consolide en un mercado de gran competitividad (MEJORAMIENTO CONTINUO).

## 11.5. EL CONTROL DE CALIDAD TOTAL COMO SISTEMA ADMINISTRATIVO.

### 11.5.1. PRINCIPIOS DE LA ADMINISTRACION POR CALIDAD TOTAL.

Cuando en una empresa todos sus integrantes, esto es, directivos y empleados, se han comprometido con la filosofía del mejoramiento continuo, se hace entonces necesario introducir un sistema que facilite y fomente la puesta en práctica de este compromiso.

La definición de Administración por Calidad Total esta constituida por dos elementos:

- TOTAL porque involucra a todos los miembros de una organización.
- ADMINISTRACION POR CALIDAD es una manera sistemática de garantizar el que las actividades se lleven a cabo según hayan sido planeadas.

Los principios fundamentales para que la Administración por Calidad Total funcione son los siguientes:

- La calidad de los servicios y de los productos dejarán de ser un problema cuando el grupo directivo esté convencido

de que no existe ninguna razón para tolerar el incumplimiento. Una organización puede capacitarse para evitar el incumplimiento y encaminarse hacia la cultura de la Administración por Calidad Total.

- La calidad es un sistema, no una función.
- Todo trabajo es un proceso, y los procesos se deben administrar por medio de los Cuatro Principios Absolutos de la Administración de la Calidad.

Los Principios Absolutos de la Administración de la Calidad proporcionan una manera consistente de ver a todos los procesos que existen en una organización, así como un lenguaje común en lo referente a la calidad.

A continuación se explica cada uno de ellos:

- \* La calidad se define como cumplir con los requisitos.

El mejoramiento de la calidad se va a alcanzar cuando todo el mundo "haga las cosas bien desde la primera vez".

En realidad se tienen que realizar tres tareas: (1) establecer los requisitos que se deben cumplir; (2) suministrar los medios necesarios para que se cumpla con los requisitos; (3) dedicar todo el tiempo a estimular y ayudar a dar cumplimiento a esos requisitos.

- \* El sistema para la calidad es la prevención.

El costo más visible relacionado con los criterios convencionales de la práctica de la calidad, reside en el área de la verificación.

La verificación, ya sea se le llame comprobación, inspección, prueba o con cualquier otro nombre, siempre se hace después de que ocurre algo, y esto es una forma cara y poco fiable de obtener calidad.

Verificar, seleccionar y evaluar sólo filtra lo que ya está hecho. Lo que hace falta es PREVENCIÓN.

El concepto de la prevención, se basa en la comprensión del proceso que requiere la acción preventiva. El secreto de la prevención estriba en observar el proceso y determinar las posibles causas de error. Estas causas pueden ser controladas. Cada producto o servicio está formado por un gran número de componentes, cada uno de los cuales debe tratarse por separado, con el fin de eliminar las causas de los problemas.

En los procesos de fabricación, en especial en montaje o en las operaciones de alta producción, existe una técnica que ayuda al proceso de prevención. Se denomina Control Estadístico de la Calidad o CEC. Con este método se identifica cada variable y luego se mide conforme avanza el proceso. Cuando una variable empieza a salirse de control, se ajusta de nuevo; si todas las variables se encuentran controladas, el resultado final será el que fue previsto.

- \* El Estandar de realización es cero defectos.

Las personas han sido perfectamente condicionadas en su vida privada a aceptar el hecho de que las personas no son perfectas y que, por tanto, es lógico que cometan errores. Cuando ingresan a la vida industrial, tal forma de pensar se encuentra muy avanzada.

En efecto, las personas cometen errores, sobre todo las que esperan cometerlos todos los días y no se inquietan cuando ocurren.

Se podría decir que han aceptado un estandar que requiere de unos cuantos errores para que se les pueda confirmar como seres humanos.

Los errores son causados por dos factores: falta de conocimiento y falta de atención. El conocimiento puede medirse y las deficiencias se corrigen a través de medios comprobados. En cambio la falta de atención deberá corregirse por la propia persona a través de una reevaluación concienzuda de sus valores morales. La persona que se compromete a vigilar cada detalle y a evitar con cuidado los errores, está dando un paso enorme hacia la fijación de la meta de CERO DEFECTOS en todas las cosas.

- \* La medida de la calidad es el precio del incumplimiento.

El principal problema de la calidad es que no se le considera como un sistema administrativo, sino como una función técnica. Nunca-



se visualiza en términos financieros, siempre se enfoca de forma relativa, por ejemplo en grados de excelencia. Se requiere de una nueva medida de la calidad. La mejor medida es la misma que para todo lo demás: el dinero.

El costo de la calidad se divide en dos áreas: el precio del incumplimiento (PI) y el precio del cumplimiento (PC). El precio del incumplimiento de los requisitos lo constituyen todos los gastos realizados en hacer las cosas mal. Comprende rectificar el producto o servicio sobre la marcha, volver a hacer el trabajo o pagar la garantía y demás reclamaciones debido a la falta de cumplimiento con los requisitos.

El precio de cumplimiento de los requisitos es el que hay que gastar para que las cosas resulten bien. Abarca la mayoría de los costos de las funciones profesionales de la calidad, los esfuerzos de prevención y la educación en calidad.

Calcular el costo de la calidad no es una tarea difícil, pero en muy pocas ocasiones se hace en las compañías. La regla consiste en calcular todo lo que no tendría que hacerse si todo se hubiera hecho bien desde la primera vez.

#### 11.5.2 BASES PARA UN SISTEMA DE CONTROL TOTAL DE CALIDAD.

Como sistema, la calidad deberá estar constituida por varios -

elementos:

- OBJETIVOS.
- UN PLAN PARA LOGRAR DICHOS OBJETIVOS.
- MEDIDAS/CONTROLES.
- MEJORAMIENTO CONTINUO.

Los objetivos determinan lo que una organización quiere de sus servicios y/o productos.

Un PLAN identifica y documenta la acción que asegura el cumplimiento de los objetivos: que es lo que hay que hacer, como se hará, quien será el responsable y en cuanto tiempo.

Las MEDIDAS Y CONTROLES permiten analizar la situación e identificar lo que necesita mayor atención.

El MEJORAMIENTO CONTINUO de todos los procesos de trabajo evita que se repita el incumplimiento y evalúa como se puede mejorar lo que ya es satisfactorio.

#### II.6. IMPORTANCIA, VENTAJAS Y LOGROS DEL SISTEMA DE CONTROL TOTAL DE CALIDAD.

La Administración por Calidad Total ayuda a las organizaciones a llegar a las siguientes metas:

- Crear una cultura organizacional enfocada a cumplir con requisitos de los clientes al entregar servicios o productos.
- Aumentar la productividad y disminuir los costos de operación.
- Lograr una participación proactiva de los empleados, en todos los esfuerzos para el mejoramiento de la calidad.
- Controlar la calidad en una base integrada en toda la organización.
- Asegurar utilidades destinadas al beneficio de todos los empleados.
- Establecer el control de calidad como un conjunto de disciplinas.
- Estructurar y reportar los costos de calidad.
- Hacer de la motivación por la calidad un proceso continuo.
- Ayudar para la medición y monitoreo continuo de la satisfacción del cliente.
- Establecer una empresa cuya salud y carácter corporativos permitan un crecimiento sostenido, combinando las energías creativas de todos los empleados con la meta de alcanzar la mejor calidad.
- Crear un lugar de trabajo agradable.
- Lograr mejoramiento continuo en la calidad de los servicios y los productos, así como de los procesos utilizados.

Los resultados del mejoramiento continuo serán:

- Procesos mejorados.
- Reducción de la variabilidad.
- Satisfacción de los clientes/usuarios.
- Reducción de costos operacionales.

## II.7. PRINCIPALES HERRAMIENTAS ESTADÍSTICAS Y ADMINISTRATIVAS.

La experiencia que se ha tenido a través de los años en la puesta en práctica del Control Total de la Calidad ha demostrado la necesidad de usar determinadas herramientas que facilitan las tareas involucradas en dicho control.

Un grupo de estas herramientas son ~~mu~~ muy útiles para el análisis de datos, análisis que es básico, entre otras cosas, para llevar a cabo el control estadístico del proceso; razón por la cual llevan el nombre herramientas estadísticas. Las principales son las siete siguientes:

1. Diagrama de Pareto.
2. Diagrama de Causa-Efecto.
3. Histograma.
4. Estratificación.
5. Hojas de verificación.
6. Diagrama de dispersión.
7. Corridas y gráficas de control.

Estas son las siete herramientas llamadas indispensables para el control de calidad, usadas actualmente por presidentes de empresas, gerentes intermedios, supervisores y trabajadores de línea. Estas herramientas también se emplean en diferentes divisiones, no solo en la de manufactura, sino también en la de planeación, diseño, mercadeo, compras, servicio, etc.

#### **DIAGRAMA DE PARETO.**

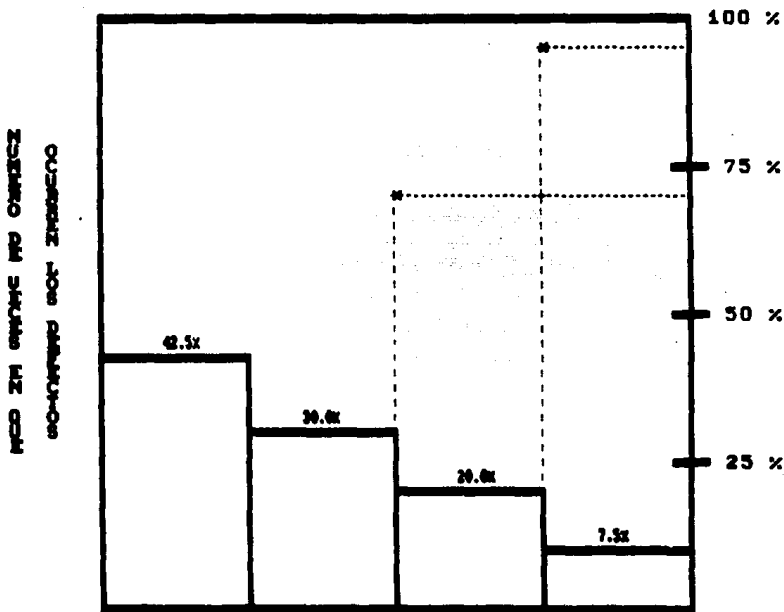
El diagrama de Pareto se utiliza con el propósito de visualizar rápidamente que factores de un problema, que causas o que valores en una situación determinada son los más importantes, y por consiguiente cuáles de ellos hay que atender en forma prioritaria a fin de solucionar el problema o mejorar la situación, fig. 3.

#### **DIAGRAMA DE ISHIKAWA O DE CAUSA-EFECTO.**

El diagrama de Ishikawa o de Causa-Efecto tiene como propósito expresar en forma gráfica el conjunto de factores causales que intervienen en una determinada característica de calidad.

Se llama de Ishikawa, porque el Dr. Kaoru Ishikawa lo desarrolló en 1960 al percatarse de que no era posible predecir el resultado o efecto de un proceso sin entender las interacciones causales de los factores que influyen en él, fig. 4.

# DIAGRAMA DE PARETO



CAUSAS DE LOS DEFECTOS

## DIAGRAMA CAUSA - EFECTO

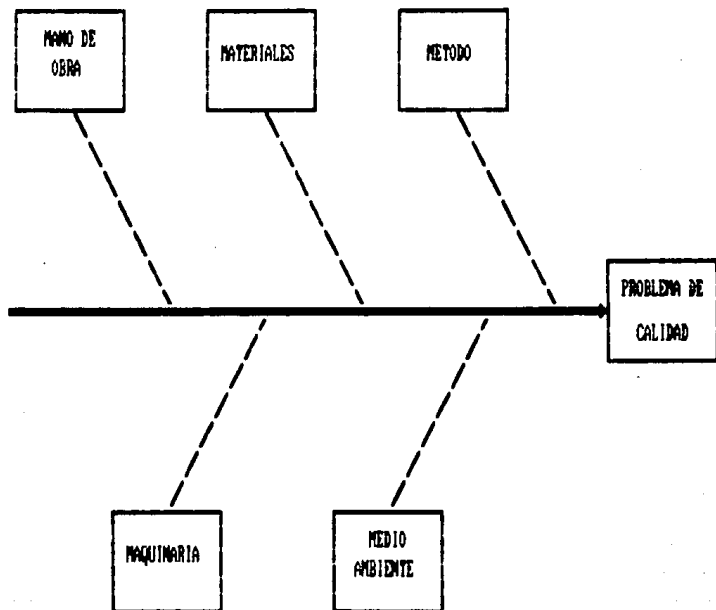


FIG. 4

## HISTOGRAMA.

El histograma ordena las muestras tomadas de un conjunto, en tal forma que se vea de inmediato con que frecuencia ocurren determinadas características que son objeto de observación. En el control estadístico de la calidad, el histograma se utiliza para visualizar el comportamiento del proceso con respecto a determinados límites, fig. 5

## ESTRATIFICACION.

La estratificación es la herramienta estadística que clasifica los datos en grupos con características semejantes. A cada grupo se le denomina ESTRATO. La clasificación se hace con el fin de identificar el grado de influencia de determinados factores o variables en el resultado de un proceso.

## HOJAS DE VERIFICACION.

En el control estadístico de la calidad se hace uso con mucha frecuencia de las hojas de verificación, ya que es necesario comprobar constantemente si se han recabado los datos solicitados o si se han efectuado determinados trabajos, fig. 6-9.

## DIAGRAMA DE DISPERSION.

Con el propósito de controlar mejor el proceso y de mejorarlo,



# HISTOGRAMA

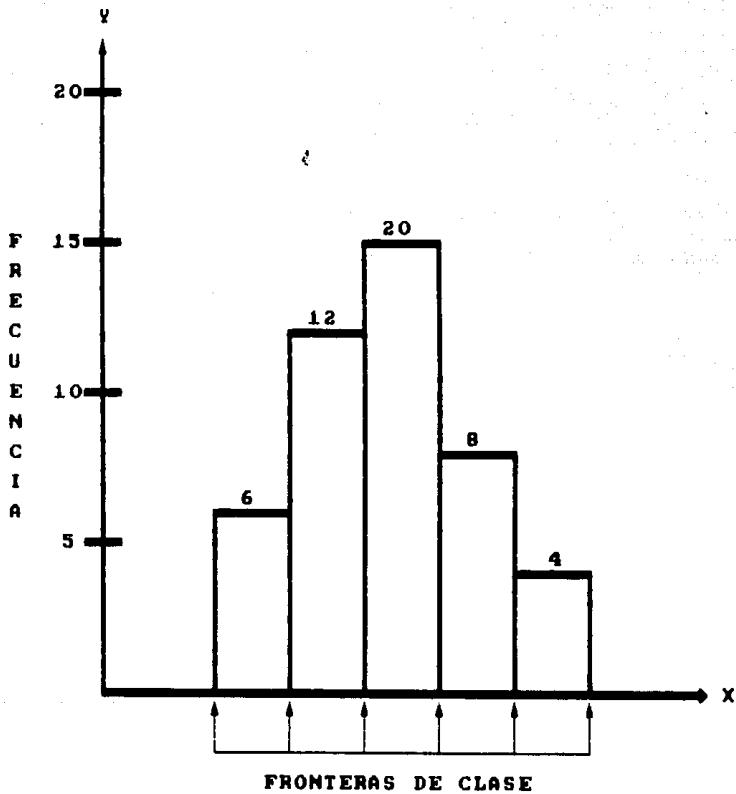


FIG. 5

# HOJA DE VERIFICACION

No. \_\_\_\_\_

Nombre del producto _____	Fecha _____
Clave _____	Nombre de la Compañía _____
Uso _____	Nombre de la sección _____
Especificación _____	Nombre del empleado _____
No. de Inspecciones _____	Nombre del grupo _____
Núm. de lote _____	Observaciones _____

## RANGOS DE LAS LECTURAS

FRECUENCIA DE LAS LECTURAS


FREC. TOTAL

FIG. 6  
PARA VERIFICAR LA DISTRIBUCION DEL PROCESO

Producto: \_\_\_\_\_ Fecha: \_\_\_\_\_  
 Etapa de fabricacion: insp. final: \_\_\_\_\_ Seccion: \_\_\_\_\_  
 Tipo de defecto: \_\_\_\_\_ Nombre del Inspector: \_\_\_\_\_  
 Total inspeccionado: \_\_\_\_\_ Lote No.: \_\_\_\_\_  
 Comentarios: \_\_\_\_\_ Orden No.: \_\_\_\_\_

TIPO DE DEFECTO	CHEQUEO (CANTIDAD)	SUB - TOTAL
	TOTAL	
TOTAL DE RECHAZOS		

FIG. 7

PARA VERIFICAR LOS DEFECTOS

EQUIPO	TRABAJADOR	LUNES		MARTES		MIÉRCOLES		JUEVES		VIERNES	
		AM	PM	AM	PM	AM	PM	AM	PM	AM	PM
MAQUINA 1	A										
	B										
MAQUINA 2	C										
	D										

FIG. 8

PARA VERIFICAR LAS CAUSAS DE LOS DEFECTOS

<p>GRAFICA DEL AREA A INVESTIGAR DEL PRODUCTO</p>	
FECHA: _____	<p>OBSERVACIONES:</p>
TIPO DE PRODUCTO: _____	
_____	

FIG. 9

PARA VERIFICAR LA LOCALIZACION DE LOS DEFECTOS

resulta a veces indispensable conocer la forma como se comportan entre sí algunas variables; esto es, si el comportamiento de unas influye en el comportamiento de otras, o no, y en que grado. Los diagramas de dispersión muestran la existencia, o no, de esta relación, fig. 10.

#### CORRIDAS Y GRAFICAS DE CONTROL.

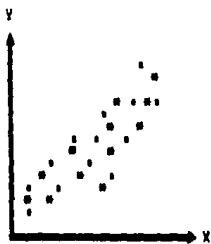
Las CORRIDAS permiten evaluar el comportamiento del proceso a través del tiempo, medir la amplitud de su dispersión y observar su dirección y los cambios que experimenta, fig. 11.

Las GRAFICAS DE CONTROL son herramientas estadísticas más complejas que permiten obtener un conocimiento mejor del comportamiento del proceso a través del tiempo, ya que en ella se transcriben tanto la tendencia central del proceso como la amplitud de su variación, fig. 12.

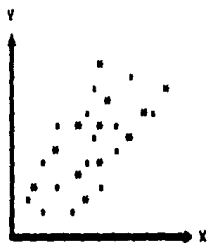
Las denominadas NUEVAS SIETE HERRAMIENTAS ADMINISTRATIVAS sirven, sobre todo, para facilitar los procesos administrativos relacionados con los planes de acción. Unas sirven para sintetizar el pensamiento de personas con diferente punto de vista, lo que es frecuente en la resolución de problemas interdepartamentales o interfuncionales; otras ayudan a traducir las metas en procedimientos y medidas, a analizar datos y a presentar en forma gráfica los planes de acción.

Estas nuevas siete herramientas son:

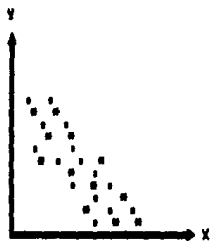
## DIAGRAMAS DE DISPERSION



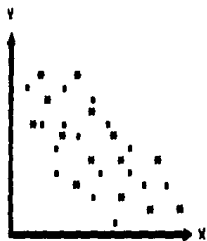
CORRELACION POSITIVA



POSIBLE CORRELACION POSITIVA



CORRELACION NEGATIVA



POSIBLE CORRELACION NEGATIVA



NO EXISTE CORRELACION

FIG. 10

# GRAFICA DE CORRIDAS

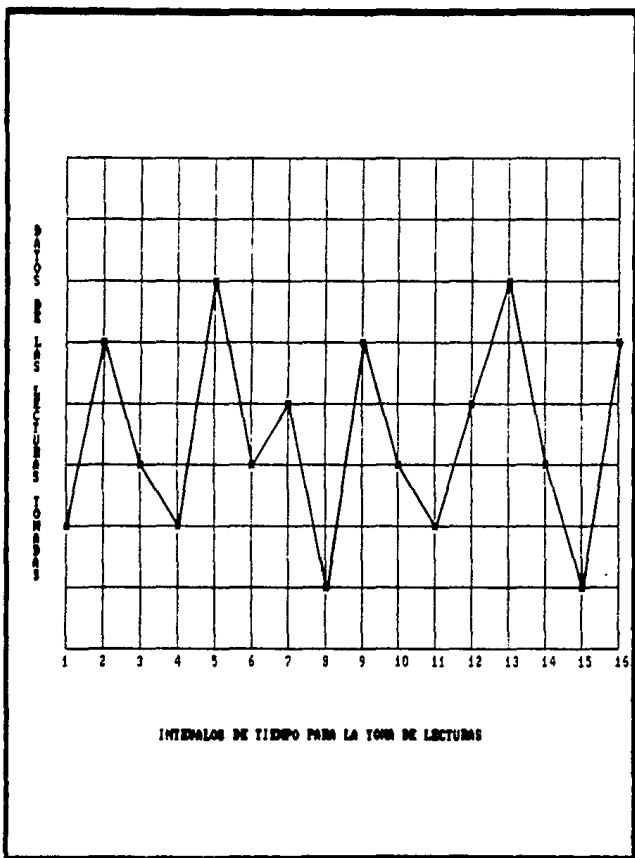


FIG. 11



# GRAFICA DE CONTROL $\bar{X}$ -R

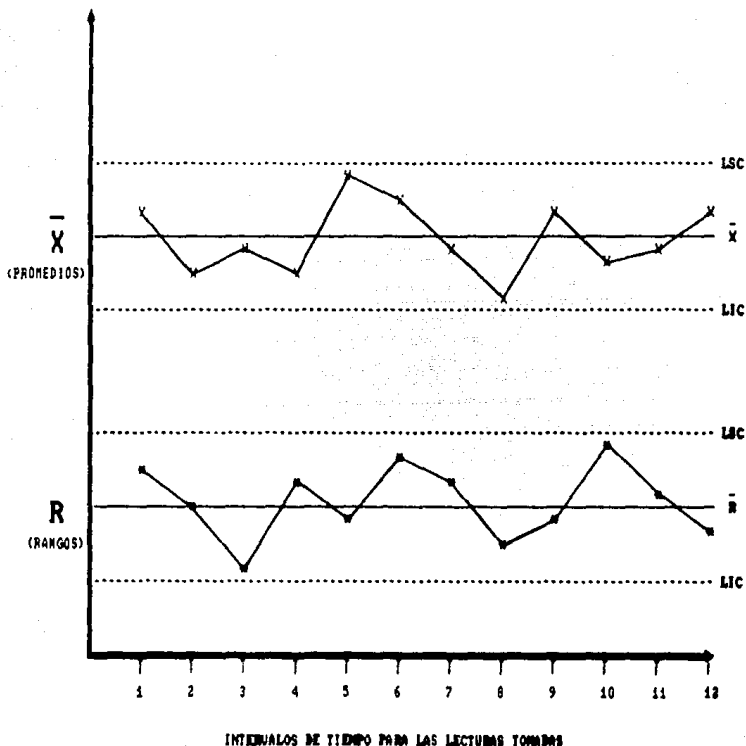


FIG. 12

1. Diagrama de Afinidad.
2. Diagrama de Relaciones.
3. Diagrama de Arbol.
4. Matrices.
5. Análisis matricial.
6. Diagrama de Actividades.
7. Diagrama de Flechas.

#### **DIAGRAMA DE AFINIDAD.**

Sirve para sintetizar un conjunto más o menos numeroso de opiniones, pues las agrupa en pocos apartados o rubros.

Este diagrama se basa en el hecho de que muchas opiniones son afines entre sí y de que, por tanto, se pueden agrupar en torno a unas cuantas ideas generales.

#### **DIAGRAMA DE RELACIONES.**

Este diagrama presenta, en visión de conjunto, que causas están en relación con determinados efectos y como se relacionan entre sí diferentes conjuntos de causas y efectos.

#### **DIAGRAMA DE ARBOL.**

Con el diagrama de árbol se obtiene una visión de conjunto de

los medios mediante los cuales se alcanza una meta.

El diagrama de árbol es el resultado de la organización sistemática de metas y de los medios correspondientes para el logro de dichas metas. Sirve, pues, para presentar en forma organizada el conjunto de medidas con las que se alcanza un determinado propósito.

### **MATRICES**

Las matrices facilitan la identificación de la relación que eventualmente pueda existir entre factores de un problema, pues son esquemas que permiten relacionar, mediante un sistema de columnas e hileras, los diferentes elementos o factores del problema que se analiza. El análisis se hace con el fin de identificar las medidas más convenientes a tomar para solucionar el caso que se estudia.

### **ANÁLISIS MATRICIAL.**

Este análisis ayuda a encontrar diferencias significativas en los diferentes segmentos del mercado y propicia la generación de un diagrama general para ubicar productos ya existentes y para compararlos en relación con otros productos que se piensan introducir en el mercado bajo una gama de hipótesis.

El análisis matricial tiene como punto de partida los datos obtenidos a través de encuestas y entrevistas, mediante los cuales es

posible estimar la sensibilidad promedio de los diferentes grupos que constituyen un mercado con respecto a toda una serie de productos.

#### **DIAGRAMA DE ACTIVIDADES.**

El diagrama de actividades es muy útil para visualizar:

- \* que problemas pueden surgir en la realización de un determinado programa de acción;
- \* con que medidas se pueden prevenir dichos problemas;
- \* y, en caso de que estos se den, cual es la mejor forma de resolverlos.

#### **DIAGRAMA DE FLECHAS.**

El diagrama de flechas sirve para visualizar el tiempo durante el cuál deben llevarse a cabo las diferentes actividades que requiere el desarrollo de un plan.

Se elabora con base en una matriz que conjuga las diferentes actividades a realizar y los plazos durante los cuales deben llevarse a cabo dichas actividades.

### **11.8 CIRCULOS DE CALIDAD.**

#### **11.8.1. ORIGEN DE LOS CIRCULOS DE CALIDAD.**

El desarrollo de los círculos de calidad en el Japón posible-

mente tuvo su origen en una experiencia de autogestión que tuvo lugar durante la segunda guerra mundial, particularmente en la industria del acero. Por la escasez de mano de obra y por el patriotismo comprendido en el esfuerzo bélico, los obreros se encargaron de funciones de control y administración que normalmente les correspondían a los supervisores.

El nombre de círculos de calidad aparece en 1962, integrando al supervisor como líder del mismo. El profesor Kaoru Ishikawa asumió la responsabilidad y a través de la Unión Japonesa de Ingenieros Científicos desarrolló cursos y materiales para los círculos de calidad.

Los círculos de calidad son parte de un proceso más amplio, que esta relacionado con el desarrollo industrial y con la especialización del trabajo, fenómenos que sobrepasan el nivel de la historia de un país. Los círculos de calidad son ya una experiencia común a la empresa del mundo contemporáneo.

#### **II.8.2. ESTRUCTURA Y PROCESO DE LOS CIRCULOS DE CALIDAD.**

##### **ESTRUCTURA.**

Un círculo de calidad esta integrado por un pequeño número de empleados de la misma área de trabajo y su supervisor, que se reúnen voluntaria y regularmente para estudiar técnicas de mejoramiento de la calidad y la productividad, con el fin de aplicarlas en la identificación y solución de dificultades relacionadas con problemas vinculados a sus trabajos.

## PROCESO.

El proceso del círculo de calidad esta dividido en cuatro subprocesos:

1. Identificación de problemas, estudio a fondo de las técnicas para mejorar la calidad y la productividad, y diseño de soluciones.
2. Explicar, en una exposición para la gerencia, la solución propuesta por el grupo, con el fin de que los gerentes y - los expertos técnicos que esten relacionados con el asunto decidan si se puede poner en práctica o no.
3. Ejecución de la solución por parte de la organización general.
4. Evaluación del éxito de la propuesta por parte del círculo y de la organización.

### 11.8.3. REQUISITOS PARA LOS CIRCULOS DE CALIDAD.

Los círculos de calidad firmemente establecidos deben cumplir con los siguientes requisitos:

- Cubrir la totalidad de la organización en todos los niveles.
- Ser permanentes.
- Ser promovidos, capacitados y sustentados por los niveles

medios de la gerencia.

Además la organización en general:

- Se dedica al estudio permanente de formas que podrían contribuir a mejorar la calidad y la productividad; capacita a su personal y brinda experiencia técnica.
- Brinda una estructura de incentivos que favorece grandemente la participación en los círculos de calidad.
- Facilita los mecanismos burocráticos necesarios para poner en práctica las propuestas aprobadas de los círculos de calidad.
- Evalúa los resultados que benefician a la organización con el fin de determinar si el programa va por el camino correcto.
- La gerencia en su más alto nivel brinda su respaldo incondicional.

## II.9. GARANTIA DE CALIDAD.

### II.9.1. DEFINICION DE GARANTIA DE CALIDAD.

Garantía de calidad es el conjunto de acciones planeadas y sistemáticas para asegurar que un servicio o producto, funcionará en forma satisfactoria.

### II.9.2. APLICACION DE LA GARANTIA DE CALIDAD.

La aplicación de la garantía de calidad constituye una forma de gestión, cuya premisa principal es la eliminación total de actividades improvisadas que se relacionan con los servicios y productos.

Lo anterior, se basa en la sistematización y aplicación programada de criterios de calidad existentes.

Existen cuatro acciones que nos pueden llevar al desarrollo y aplicación de la garantía de calidad, estas son:

- Plantea: Consiste en fijar un sistema por realizar, esto puede ser a través de un Plan o Políticas de Calidad.
- Realiza: Llevar a la práctica la planeación.
- Verifica: Ejecutar una acción en la medida del bien o servicio, ejemplos: inspección, pruebas, mediciones, vigilancias, auditorías, etc.
- Actúa: En función de los resultados de la verificación, se fija una medida correctiva o de normalización, y se reinicia el ciclo, ya que la planeación tomará en cuenta la experiencia y resultados obtenidos.

Para el establecimiento de un sistema de garantía de calidad, se requiere la creación de un Plan de Garantía de Calidad, que dicte las normas de actuación en todas las actividades de desempeño de los bienes o servicios producidos.



## **II.10. AUDITORIAS DE CONTROL DE CALIDAD.**

Cuando se implanta el control de calidad, una de las tareas más importantes es la de vigilar la manera como se lleva a cabo.

Las auditorías de Calidad permiten asegurar la aplicación de los procedimientos generales del sistema establecido a todos los niveles de la organización.

### **II.10.1. AUDITORIAS INTERNAS.**

Son realizadas por el responsable del aseguramiento de calidad en colaboración con los responsables de cada departamento de producción.

Las Auditorias Internas:

- Deben asegurar la aplicación de los procedimientos relativos a la organización y control de calidad de los productos o servicios.
- Deben asegurar a los clientes la capacidad de alcanzar los objetivos de calidad establecidos.

Las Auditorías deben ser realizadas:

- Sistemáticamente. Como seguimiento de la aplicación del Aseguramiento de la Calidad.

- Periódicamente. Se realiza en función de las fechas previstas para ello.
- En circunstancias especiales. Cuando se detectan variaciones en el nivel de calidad o en la organización.
- Bajo petición del responsable. Cuando el responsable de la actividad industrial lo considere conveniente.

La aplicación correcta de las Auditorías deberá permitir detectar las desviaciones en la operación, así como los puntos a mejorar, esto con objeto de tomar las acciones correctivas oportunas.

#### II.10.2 AUDITORIAS EXTERNAS.

Estas Auditorías son una investigación documentada, realizada desde el exterior.

El objetivo principal es el de verificar la aplicación de los sistemas de Aseguramiento de la Calidad implantados en una empresa.

Este objetivo esta encaminado a:

- Cuantificar los niveles de calidad.
- Homologación de los productos.
- Calificar a los proveedores para tener un grado de confiabilidad.

Estas Auditorías son realizadas por:

- Compradores a proveedores.
- Organismos Oficiales.
- Consultores.

**C A P I T U L O   I I I**

**ANALISIS DE LA PROBLEMÁTICA EN EL MANTENIMIENTO**

**CORRECTIVO A TRANSFORMADORES.**

### III.1 GENERALIDADES.

La importancia de los conceptos mencionados en el capítulo anterior, integran un sistema cuya aplicación a cualquier actividad permite que esta se realice apegada a los requisitos que se hayan establecido previamente. Por tal motivo y tomando como base este Marco Teórico, buscaremos como finalidad la aplicación del aseguramiento de la calidad a un taller de servicio y reparación de transformadores por ser estos equipos ampliamente utilizados en toda instalación eléctrica.

Como antecedente para tener una mejor comprensión de los requerimientos del mercado, hay que considerar que la creciente mecanización y automatización de las plantas industriales y la amplia utilización de aparatos eléctricos en el campo, en la ciudad y en los hogares, ha provocado que la energía eléctrica se convierta en aspecto fundamental y trascendente para su operación. Toda suspensión en este suministro, provoca un paro en el trabajo y en los servicios con el consiguiente costo perdido por retardos en producción, problemas en las máquinas y perjuicios en general por la no utilización de los equipos eléctricos instalados.

Estos requerimientos por parte de los usuarios han generado exigencias más severas de una buena calidad y confiabilidad en todos los aparatos y materiales que intervienen en el abastecimiento de energía eléctrica. Los transformadores eléctricos, tema de este trabajo, son aparatos íntimamente ligados con esta función que por su importancia

deben estar dentro de programas de mantenimiento preventivo relativamente fácil de llevar a cabo, pero no están exentos de fallas inesperadas, imprevistas o accidentales. Normalmente, el usuario de un transformador considera a este como un aparato que tiene terminales de entrada y de salida a las que se conectan, la primera a una fuente de energía eléctrica y la segunda a una carga que debe funcionar a un voltaje diferente.

Un factor primordial de interés por parte de los usuarios, es poder contar con el suministro permanente de potencia al voltaje requerido por sus instalaciones, manteniendo un máximo grado de "confiabilidad" en la capacidad de los transformadores para resistir las inclemencias climatológicas, las sobrecargas y los sobrevoltajes; aunque éstos representan una no muy considerable inversión, son equipos esenciales en la conservación de la importantísima continuidad del servicio eléctrico, fuente básica para la operación de casi todo lo que nos rodea.

Siendo los transformadores aparatos completamente estáticos y requiriendo de un mínimo de cuidado y atención en comparación con otros equipos, éstos nunca deben ser olvidados durante su operación. Dependiendo de las condiciones de trabajo, se deben establecer programas rígidos de inspección a fin de conservarlos en condiciones de dar un servicio confiable evitando así circunstancias que podrían hacerlos fallar, lo que originaría un paro en los aparatos conectados y posibles consecuencias perjudiciales en algunos de ellos.

No obstante lo anterior y a pesar de tener un transformador

cuidadosamente diseñado y que cuente con la adecuada protección, se pueden presentar ciertas circunstancias que provoquen una falla en ellos y la necesidad imprescindible de su inmediata desconexión.

Bajo estas circunstancias, en la mayoría de los casos, los transformadores averiados deben ser enviados al fabricante original o a empresas especializadas en su reparación ya que deben ser reconstruidos de preferencia siguiendo los lineamientos que se utilizaron en su manufactura.

Debido al constante incremento en la demanda de transformadores, a la distancia que influye por el peso de estos y a la prioridad del tiempo en la restauración del suministro de energía eléctrica; los fabricantes a menudo se encuentran imposibilitados para cumplir y atender las necesidades imperiosas de los usuarios, lo que obliga a estos últimos a solucionar sus problemas de mantenimiento correctivo en empresas generalmente poco confiables.

Por las razones anteriores y debido a la importancia para nuestro país de contar con una infraestructura adecuada para ofrecer un servicio de reparación confiable, eficiente y oportuno; se desarrolla el presente estudio con el fin de participar activa y dinámicamente con esta actividad, dentro del marco pujante de un mercado de competencia que cada día se vuelve más internacional.

### III.2. OBJETIVOS A ALCANZAR EN LA REPARACION DE TRANSFORMADORES.

Siendo los transformadores la parte vital de toda instalación eléctrica, su reparación en caso de falla debe cumplir ante el usuario con los siguientes objetivos fundamentales:

1. Reproducir en su totalidad las partes dañadas en forma idéntica al diseño y construcción del fabricante, buscando de esta forma, lograr los mismos grados de eficiencia y operación que se programaron alcanzar en su diseño y especificación.
2. Brindar en su operación futura un servicio y características de trabajo similares a las que se exigían originalmente.
3. Garantizar ampliamente una continuidad de trabajo evitando la costosa paralización de actividades.
4. Permitir una mayor continuidad de servicio procurando evitar problemas subsecuentes similares al que provocó la falla.
5. Cumplir satisfactoriamente con los requisitos y necesidades del usuario ejerciendo un estricto control en la calidad del trabajo a efectuar en el equipo.

### III.3. DESCRIPCION Y FUNCIONAMIENTO DE UN TRANSFORMADOR.

En los inicios de la industria eléctrica, la energía tenía



que ser distribuida como corriente directa a bajo voltaje, de este modo, los circuitos de distribución tenían una longitud limitada por la caída de voltaje en las líneas.

El uso de la electricidad estaba destinado a las pocas áreas urbanas cercanas a los centros de generación y su incremento, significaba aumentar el voltaje de transmisión con altos costos difíciles de recuperar por lo reducido de los usuarios conectados.

La necesidad de dotar de energía eléctrica a prácticamente todo el mundo pudo satisfacerse con la transmisión de corriente alterna a voltajes superiores en la que los transformadores jugaron un papel fundamental.

En el año de 1882, nació el primer transformador de corriente alterna construido por Groulard y Gibbs en forma comercial, marcando en la historia de la humanidad uno de los pasos más firmes en su desarrollo, ya que permitió llevar a los rincones más apartados de los países los beneficios de la energía eléctrica a costos accesibles.

Para consolidar la trascendencia del uso de transformadores, cabe mencionar que actualmente, por cada unidad de energía generada se requiere un mínimo de 4 unidades en transformadores de aproximadamente similar capacidad.

- El primero es un transformador que eleva el voltaje de

generación a un valor elevado para transmisión.

- El segundo reduce el valor anterior a uno de sub-transmisión para su entrada a las áreas urbanas.
- El tercero reduce a un valor de tensión de distribución urbana y
- El cuarto reduce el voltaje a los valores de utilización usual en los centros de consumo.

Lo anterior es posible, ya que un transformador es un aparato muy eficiente, que es capaz de recibir la potencia eléctrica a un valor determinado de voltaje y entregarla en casi idéntica magnitud a un voltaje diferente; de este modo, para la misma potencia elevando el voltaje, requerimos de poca corriente y reduciendolo la podemos aumentar.

Un transformador es un dispositivo eléctrico que por inducción electromagnética, transfiere energía de uno o más circuitos, a uno o más circuitos a la misma frecuencia y transformando usualmente los valores de tensión y corriente. El circuito que recibe la alimentación se denomina "primario" y el circuito que se conecta a la carga se le llama "secundario" encontrándose los dos, montados en un núcleo magnético común.

Estas tres partes fundamentales: bobinas primarias, bobinas secundarias y núcleo magnético que constituyen un transformador, generan durante su operación calor, el cual puede ser disipado por los medios que son:

1. El contacto con el aire o;
2. Sumergiendolos en algún líquido aislante.

Estos medios refrigerantes, los dispositivos adicionales que requieren para su utilización y los empleados para protección del transformador, así como otras partes necesarias para su ensamble, son sus elementos constitutivos llamados elementos auxiliares, de cuyo adecuado funcionamiento depende la vida y rendimiento óptimo del mismo.

Las características generales y particulares de cada transformador, son factores que deben definirse para su construcción y operación, tanto por los fabricantes originales como por los reparadores, siguiendo estrictamente los lineamientos que se encuentran indicados en las normas vigentes nacionales o internacionales.

Este estudio lo basaremos exclusivamente en la norma oficial mexicana (NOM), la que debe ser tomada en su totalidad como referencia.

Norma: - NOM-J-116-1989 Productos Eléctricos - Transformadores distribución tipo Poste y tipo Subestación.

### III.4. PARTES PRINCIPALES DE UN TRANSFORMADOR.

#### III.4.1. BOBINAS:

Se construyen con alambres o lámina de cobre electrolítico o aluminio de alta pureza y baja resistividad. Dependiendo del tipo de

núcleo magnético sobre el cual se colocan y del voltaje de trabajo, el devanado primario puede ir arrollado sobre el secundario o viceversa.

A fin de aislar física y eléctricamente los devanados, se colocan barreras, separadores y cuñas entre ambos devanados o entre estos y el núcleo, lo que adicionalmente, permite libre circulación de aceite o aire, contribuyendo en esta forma a una correcta disipación del calor generado.

Durante el proceso de construcción de las bobinas debe tenerse especial cuidado en la colocación y fijación de las vueltas ya que están expuestas en caso de eventuales cortocircuitos a grandes esfuerzos mecánicos.

#### **III.4.2. NUCLEO MAGNETICO.**

Se construye con láminas de acero al silicio de alta permeabilidad, lo que asegura una gran eficiencia por las bajas corrientes circulantes que se generan para su excitación. El constante desarrollo en estos materiales ha permitido reducir considerablemente el peso y dimensiones de los transformadores. Durante su armado, debe procurarse una correcta colocación de las láminas y una sujeción firme de éstas, con objeto de evitar vibraciones que generan calentamiento adicional y posibles ruidos arriba de los niveles permitidos.

#### **III.4.3. HERRAJES.**

En la construcción de transformadores se utilizan herrajes de fierro o madera los que permiten, lograr un apriete adecuado del núcleo y una buena sujeción de las bobinas; así mismo, también sirven para la colocación de algunos accesorios y para sujetar el conjunto al tanque facilitando el transporte y una operación segura y confiable.

#### III.4.4 CAMBIADORES DE DERIVACIONES.

Normalmente y con objeto de ajustarse a las posibles variaciones del voltaje de entrada para proporcionar un voltaje adecuado en la salida, los transformadores se diseñan con varias derivaciones que ajustan los valores a un determinado porcentaje arriba o abajo del voltaje nominal, éstas se conectan para su selección, a un aparato llamado cambiador de taps o derivaciones.

#### III.4.5 TANQUE.

El conjunto nucleo-bobinas que compone el transformador propiamente dicho, debe estar aislado de otros equipos para su protección y la de los operadores; esto se logra introduciéndolos en un tanque o gabinete de lámina debidamente diseñado para resistir el intemperismo y la acción de un ambiente polucionado.

El área de este tanque, debe ser tal que permita la correcta disipación del calor que genera en su interior el transformador.

En el caso de transformadores sumergidos en aceite, según su tamaño, el tanque debe estar dotado de medios apropiados para aumentar la disipación del calor permitiendo una libre circulación del aceite; estos medios, comunmente llamados radiadores, se acoplan directos al tanque o a través de sistemas independientes que permiten la circulación del líquido aislante.

En su construcción, los tanques deben estar perfectamente sellados con buena soldadura y adecuados empaques en su tapa, registros, terminales, accesorios, etc., para evitar fugas y posibles contaminaciones del exterior, sobre todo de la humedad que afecta notablemente las propiedades del aceite y genera fallas graves.

#### III.4.6. ACEITE.

Debido a que el aire no es un buen dieléctrico y a la permanente necesidad del mercado consumidor de obtener transformadores de menor tamaño y máxima eficiencia, estos equipos se sumergen en aceite el cual además de proporcionar una excelente capacidad dieléctrica y de aumentar la resistencia del aislamiento de los otros materiales, sirve como un medio para conducir el calor generado en bobinas y núcleo hacia el exterior a través del tanque y radiadores.

Siendo el aceite el elemento más importante en la conservación de los transformadores, su calidad debe estar permanentemente controlada ya que, cualquier cambio en su química, produce alteración en sus fun-

ciones dieléctricas y debilitamiento en los factores de seguridad originalmente diseñados.

La concentración de humedad, de oxígeno y la presencia de ciertos catalizadores como el cobre y la temperatura, son los principales factores que provocan cambios y deterioro en el aceite, lo que obliga a ser muy estrictos en la selección de los límites adecuados en los que este líquido debe ser filtrado o reemplazado.

### III.5. CARACTERISTICAS DE LAS FALLAS MAS COMUNES EN UN TRANSFORMADOR.

Las fallas que se presentan en los transformadores, pueden generalmente, clasificarse en dos clases:

1. Fallas en los devanados de los transformadores:
  - 1.1. Contactos flojos (pobre conexión eléctrica).
  - 1.2. Fallas entre espiras adyacentes o entre capas.
  - 1.3. Fallas a tierra de cualquier devanado.
  - 1.4. Fallas entre devanados.
2. Fallas en elementos auxiliares:
  - 2.1. En el aceite aislante por deterioro o bajo dieléctrico.
  - 2.2. En las puntas de conexión del cambiador de derivaciones.
  - 2.3. En los empaques de las tapas y de las terminales.
  - 2.4. En el termómetro, válvulas, ventiladores, indicador

de nivel de aceite, relevadores, sistemas de enfriamiento, etc.

Los síntomas que determinan que un transformador se retire del servicio y sea puesto bajo inspección especial, se reúnen en dos grupos:

1. Problemas detectados en operación:
  - 1.1. La presencia de ruidos extraños en el interior o exterior del tanque.
  - 1.2. Alto ó bajo nivel del aceite.
  - 1.3. Operacion de alguno de los sistemas de protección tales como:
    - Fusibles fundidos.
    - Relevadores de control.
    - Ruptura de válvulas de alivio de presión.
  - 1.4. Incrementos anormales en la temperatura del transformador.
  - 1.5. Excesiva vibración del tanque o de cualquier otro elemento.
  - 1.6. Abombamiento y deformación del tanque.
  - 1.7. Oxidación y deterioro de la pintura exterior del tanque.
  - 1.8. Fugas visibles del aceite aislante.
  - 1.9. Calentamiento excesivo de las terminales externas.
2. Problemas detectados en las revisiones correspondientes a un programa de mantenimiento preventivo.



- 2.1. Baja capacidad dieléctrica del aceite aislante.
- 2.2. Incremento en la resistencia óhmica de los devanados.
- 2.3. Baja resistencia de aislamiento entre devanados o entre estos y tierra.
- 2.4. Cambios en la relación de transformación de algunas de las derivaciones normales.
- 2.5. Rotura de cualquiera de las terminales de salida o entrada.
- 2.6. Falla en la operación de alguno de los equipos auxiliares.
- 2.7. Operación del transformador bajo condiciones anormales de carga en relación a su capacidad nominal.

**CAPITULO IV**  
**PLANTEAMIENTO DE SOLUCIONES Y APLICACION**  
**DEL ASEGURAMIENTO DE LA CALIDAD.**

#### **IV.1. FILOSOFIA DEL ASEGURAMIENTO DE LA CALIDAD EN LA EMPRESA.**

La Empresa reconoce y cree, que la calidad es esencial en todas las actividades que desarrolla y se compromete por lo mismo, a establecer y mantener una serie de sistemas y procedimientos de aseguramiento de calidad que aseguren que su trabajo final es confiable y que ha sido bien desarrollado.

Se implanta para lograr lo anterior un Departamento especial de Aseguramiento de Calidad al que se otorga la responsabilidad y autoridad para establecer, controlar y comunicar a todo el personal las políticas de operación acordes con los objetivos fijados.

Es bien conocido el hecho de que un producto de calidad no es aquel que se basa solamente en la comprobación de sus cualidades al final de la línea de producción, sino que es el producto que ha sido procesado, siguiendo rígidos lineamientos establecidos para tener la certeza de que soportará las pruebas de trabajo a las que será sometido durante su operación cumpliendo con los requisitos del cliente.

#### **IV.2. GENERALIDADES.**

El objetivo de este trabajo, es el establecer una serie de procedimientos básicos estandarizados de control de calidad, que garanticen que los productos elaborados por la Empresa, cumplan con los requisitos de diseño y fabricación, así como los solicitados por los

usuarios en sus contratos y ordenes de compra, procurando siempre satisfacer normas de calidad, funcionamiento y duración.

Los procedimientos incluyen chequeos y verificaciones, para asegurar que los requerimientos de calidad y confiabilidad se satisfagan en todas las fases de fabricación y en todos los departamentos de la Empresa.

Los procedimientos contemplan una detección rápida y segura de deficiencias, incompatibilidades de sistema, tendencia y condiciones que puedan desembocar en productos y acciones fuera de los estándares, por lo que se requiere la implantación de medidas correctivas, efectivas y a tiempo.

Este manual de procedimientos de control de calidad, se aplicará en forma común a los equipos a los que se proporcione servicio y reparación como son los transformadores eléctricos de distribución, estableciéndose para su desarrollo una serie de pasos que deben ser afines al sistema de aseguramiento de calidad implantado en las fábricas.

#### **IV.3. NORMAS DE CALIDAD APLICABLES.**

El principal reto que enfrenta la modernización industrial de México, es el elevar la competitividad de la industria nacional. Habiendo crecido bajo la protección de mercados muchas veces cautivos, la industria mexicana se encuentra actualmente en un proceso de apertura

comercial improrrogable. Esto le afecta profundamente, ya que la competitividad a nivel internacional es indispensable para la supervivencia en un mercado abierto. Dicha competitividad solo podrá ser el resultado de un incremento significativo en la calidad y la productividad de la industria nacional, así como de un sostenido desarrollo tecnológico de la misma.

Para ser competitivos el ingeniero mexicano debe diseñar e interconstruir calidad en los productos, procesos y SERVICIOS, para que cumplan con los requerimientos y expectativas del consumidor o clientes en base a monitoreo en todas las etapas de manufactura y SERVICIOS que facilite un proceso de mejora continua de la calidad. Para lograr esto es necesario inducir un verdadero cambio cultural, el cual incluya el desarrollo de una mentalidad estadística no solo entre los ingenieros, sino desde los niveles más altos de dirección hasta el último operario.

La competitividad de un producto, ya sea en mercados locales o internacionales, se mide generalmente en función de su precio y de la calidad que ofrece.

Para cumplir con los requerimientos de calidad del cliente, es necesario cumplir con normas y especificaciones ya sean nacionales, internacionales y en especial las particulares del cliente; para esto es necesario efectuar mediciones, ya que por lo general una norma es un procedimiento ordenado de mediciones.

"CALIDAD ES EL CUMPLIMIENTO DE ESPECIFICACIONES"

"NO SE PUEDE CONTROLAR LO QUE NO SE PUEDE MEDIR"

#### IV.3.1. DESCRIPCIÓN Y CLASIFICACIÓN DE NORMAS.

**NORMA:** Una norma es esencialmente un criterio de medida de calidad, de funcionamiento o de práctica, establecido por la costumbre, por el consentimiento o por la autoridad. De acuerdo con esto, podemos identificar diferentes tipos de normas que rigen en todas las actividades y objetos que nos rodean: normas de conducta, normas científicas, normas técnicas, normas artísticas, normas industriales, etc.; algunas operan independientemente o en relación con otras, pero todas en sí persiguen la perfección.

Los materiales o métodos varían de acuerdo con las normas adoptadas para cada producto.

Para nuestro estudio podemos hablar de la Norma Industrial la cual se refiere a la fijación de normas o patrones y la coordinación de factores industriales para llevarse a cabo y para que las mantengan en uso durante el tiempo en que resulten eficientes. En otras palabras, norma industrial es un conjunto de reglas orientadas a la obtención de la máxima y homogénea calidad en los productos elaborados.

Muchas Empresas desde hace años, han preparado especificaciones para sus productos y a medida que se producen adelantos en dichos productos las especificaciones van siendo revisadas para mantenerles acordes con los progresos que se realizan.

## CLASIFICACION DE NORMAS INDUSTRIALES.

**NORMAS DE NOMENCLATURA.** Las que sirven para precisar los términos, expresiones, abreviaturas, símbolos, diagramas que pueden expresarse en el uso de las medidas y en el lenguaje técnico industrial.

**NORMAS DE FUNCIONAMIENTO.** Las que determinan la eficiencia de sistemas, máquinas, aparatos, instrumentos y dispositivos empleados en las operaciones industriales.

**NORMAS DE CALIDAD.** Las que determinan el conjunto de características físicas, químicas o biológicas que debe tener un material o producto útil para el uso al que se destine.

Las Normas de Calidad y Funcionamiento, constarán de las siguientes partes:

1. Definición y Generalidades.
2. Clasificación y Características.
3. Métodos de Prueba.

La primera parte comprenderá la definición clara del material o maquinaria cuya calidad o funcionamiento se pretenda normalizar. Las generalidades deberán referirse de preferencia a las aplicaciones usuales del artículo de que se trate.

La segunda parte comprenderá la clasificación por tipos bien definidos y por grados, si fuera necesario, así como la enumeración de

las especificaciones físicas, químicas y biológicas referidas, con los límites de tolerancia respectivos.

Son normas para los métodos de prueba oficiales las disposiciones que regulan los sistemas y procedimientos de prueba elegidos por la SECOFI (en el caso de México). Las normas para los métodos de prueba oficiales fijarán los procedimientos de muestreo con la amplitud necesaria en cada caso; así como los procedimientos de análisis químicos, pruebas físicas y biológicas y la descripción del equipo de acuerdo con las ilustraciones que se consideren convenientes.

Las normas pueden ser opcionales u obligatorias.

Las normas opcionales son las que satisfacen los requisitos que establece la SECOFI para que los solicitantes obtengan la autorización para el uso en sus productos del sello oficial de garantía.

Las normas obligatorias son las que la SECOFI fije a los materiales, procedimientos o productos que afecten la vida, la seguridad o la integridad corporal de las personas, así como, las que se señalen a juicio de la Secretaría, en las mercancías objeto de exportación.

#### IV.3.2. QUE ES UNA ESPECIFICACION?

Las especificaciones indican, en cifras, las características de los materiales. Generalmente se refieren a la resistencia (a la



flexión, a la tensión, a la presión, al corte, a la torsión o al desgaste), a su duración y a los métodos para su conservación.

Las especificaciones nos sirven para seleccionar los materiales adecuados para determinado trabajo y también para que éste sea realizado por los operarios con la mayor eficiencia y con la mayor economía posibles.

Una especificación -entre tantas- nos dice que una vigueta de acero, por ejemplo, debe trabajar "como máximo" a una tensión de aproximadamente 1,300 Kg/cm<sup>2</sup>., cifra que no debe ser rebasada para que la pieza mencionada, "trabaje" dentro de las condiciones de seguridad y eficiencia que hemos planeado, cuando le apliquemos cargas verticales que producen en ella tensión interna.

Existen especificaciones de diferente tipo. En términos generales, las especificaciones indican características de algo. Así, cada especie, clase, parte, cosa, forma, individuo, etc., tiene características especiales que es necesario señalar para su correcta identificación.

Un concepto más general de las especificaciones, es el que contiene la siguiente definición:

Una especificación es una clasificación condensada que califica a un material determinado (o a un conjunto de materiales unidos

entre sí) por sus cualidades o características que lo identifican, clasifican perfecta y claramente, y lo diferencian de otros similares.

Las especificaciones tienen como objetivo lograr el máximo aprovechamiento de materiales y máquinas para obtener de éstos más rendimiento y más productividad mediante un manejo eficiente.

La importancia de la especificación estriba en que aclara todas las dudas para llevar a cabo cualquier actividad, porque explica hasta el último detalle nuestros deseos, y en esa forma quienes, las realicen, las ejecuten sin tropiezos y sin pérdidas de tiempo.

#### IV.3.3. NORMA OFICIAL MEXICANA PARA TRANSFORMADORES DE DISTRIBUCION TIPO POSTE Y TIPO SUBESTACION. NOM-J-116-1989.

Esta Norma Oficial Mexicana establece los requisitos mínimos que deben cumplir los transformadores de distribución tipo poste y tipo subestación. Para lo cual se establecen las siguientes definiciones y clasificaciones:

**TRANSFORMADOR:** Un transformador es un dispositivo eléctrico, que por inducción electromagnética transfiere energía eléctrica de uno o más circuitos, a uno o más circuitos a la misma frecuencia y transformando usualmente los valores de tensión y corriente.

**TRANSFORMADOR DE DISTRIBUCION:** Es aquel transformador que

tiene una capacidad hasta de 500 KVA; hasta 67 000 V nominales en alta tensión y hasta 15 000 V nominales en baja tensión.

CLASIFICACION:

- 1) En función de las condiciones de servicio.
  - a) Para uso interior.
  - b) Para uso a la intemperie.
  - c) Tipo costa.
- 2) En función de los sistemas de disipación de calor.
  - a) Sumergidos en líquido aislante o enfriados por aire.
- 3) En función de los lugares de instalación.
  - a) Tipo poste.
  - b) Tipo subestación.
  - c) Tipo pedestal.
  - d) Tipo bóveda o sumergible.

Las especificaciones que marca esta norma se clasifican de la siguiente forma, de las cuales se mencionan sólo algunas:

- 1) Condiciones generales de servicio.
  - 1.1. Frecuencia de operación:  $60 \pm 0.5$  Hz.
  - 1.2. Temperatura ambiente: Máxima 40°C.
- 2) Condiciones especiales de servicio.

Estas condiciones se deben especificar previamente al fabricante. Algunas pueden ser las siguientes:

- a) Presencia de polvos contaminantes, mezclas explosivas de gases, condiciones de humedad, etc.
  - b) Vibraciones anormales, cambios de posición.
  - c) Limitaciones de espacio.
  - d) Temperatura ambiente de:  $-5^{\circ}\text{C}$  y mayor de  $40^{\circ}\text{C}$ .
- 3) Especificaciones eléctricas.
  - 4) Especificaciones térmicas.
  - 5) Especificaciones mecánicas.
    - 5.1. Construcción del tanque: debe soportar una presión 50 KPa. durante 3 horas.
    - 5.2. Registro de mano.
    - 5.3. Preservación del líquido aislante: Para preservar el aceite los transformadores se deben construir con un tanque hermético.
  - 6) Especificaciones para los accesorios.
  - 7) Especificaciones de cortocircuito.

#### IV.4 ESTANDARES DE MATERIAL.

ESTANDAR: SIGNIFICA NORMALIZAR O FABRICAR SIGUIENDO UN TIPO UNIFORME. La estandarización de materiales es un proceso permanente, que requiere la cooperación entre personal de los departamentos de Diseño, Producción y Compras, cuyo objetivo es minimizar tamaños, formas o grados. Los estándares se basan en las especificaciones que establece la Norma Oficial.

En el apéndice I se presentan ejemplos de estándares de material proporcionados por algunos fabricantes de transformadores.

#### IV.5. ESTRUCTURA DE LA EMPRESA.

Partiendo del análisis de las fallas que se enumeraron en el capítulo anterior, podemos deducir que en la reparación de transformadores eléctricos hay dos partes de ellos que se dañan generalmente bajo cualquier situación que se presente diferente a las condiciones normales de operación por envejecimiento natural de alguna de ellas.

Justamente nos referimos a dos partes fundamentales como son:

1. El aceite aislante.
2. Las bobinas primarias y secundarias.

Un tercer grupo de elementos posibles de reparar, son todos los equipos auxiliares al transformador en sí, como son los indicados en las tablas de accesorios normales de la norma NOM-J-116 y cualquier otro adicional o perteneciente a los componentes anteriores, incluyendo el tanque mismo.

Lo anterior indica que en la Empresa, es imprescindible contar con los siguientes departamentos necesarios para efectuar las reparaciones cumpliendo con los objetivos que hemos trazado y no olvidando que el aseguramiento de calidad efectuado a través de una serie de métodos, procedimientos y técnicas, se caracteriza por un esfuerzo conjunto de todos los diferentes grupos de trabajo que conforman a la Empresa.

Debe así mismo, tenerse en cuenta que la autoridad y responsabilidad no son solo parte del Departamento de Aseguramiento de la calidad sino, que deben estar inmiscuidos todos los Departamentos para realizar estas funciones, es decir, que si alguien es capaz de detectar un problema y promover su corrección, debe hacerlo sin que nadie lo interfiera.

#### **IV.5.1 DEPARTAMENTO DE VENTAS.**

- Es el responsable de establecer comunicación con los clientes, detectando y determinando sus requerimientos y necesidades en particular.
- Cualquier cambio en lo especificado con el cliente, debe aceptarlo y comunicarlo de inmediato a las áreas afectadas y al Departamento de Control de Calidad.

#### **IV.5.2. DEPARTAMENTO TECNICO.**

- Es el responsable de la recepción de los transformadores a reparar y de su minucioso análisis para determinar el alcance del trabajo.
- Genera las ordenes de producción al taller, indicando características, tolerancias, normas, planos de fabricación, etc.
- Proporciona al Departamento de Aseguramiento de la Calidad, toda la información necesaria para controlar que las

acciones requeridas y las medidas correctivas se realicen en las áreas y momentos adecuados.

#### **IV.5.3. DEPARTAMENTO ADMINISTRATIVO.**

- Es el responsable de que la administración de la empresa, se lleve de acuerdo a las leyes del país.
- Controla que los recursos financieros permitan llevar a cabo los egresos propios de la Empresa.
- Abastece materias primas de acuerdo con las especificaciones de ingeniería y con la programación de trabajo a desarrollar.
- Proporciona al Departamento de Aseguramiento de la calidad toda la información acerca de los proveedores y la contenida en las ordenes de compra, para que se verifique el estricto cumplimiento con lo especificado y con los requisitos de calidad establecidos.

#### **IV.5.4. DEPARTAMENTO DE PRODUCCION.**

- Es el encargado de llevar a cabo las labores necesarias para el desensamble del equipo a reparar, cuidando en forma especial, llevar anotaciones sobre dimensiones, pesos, distancias, características, etc. de todos los componentes para realizar su ensamble final totalmente similar al original de fábrica.

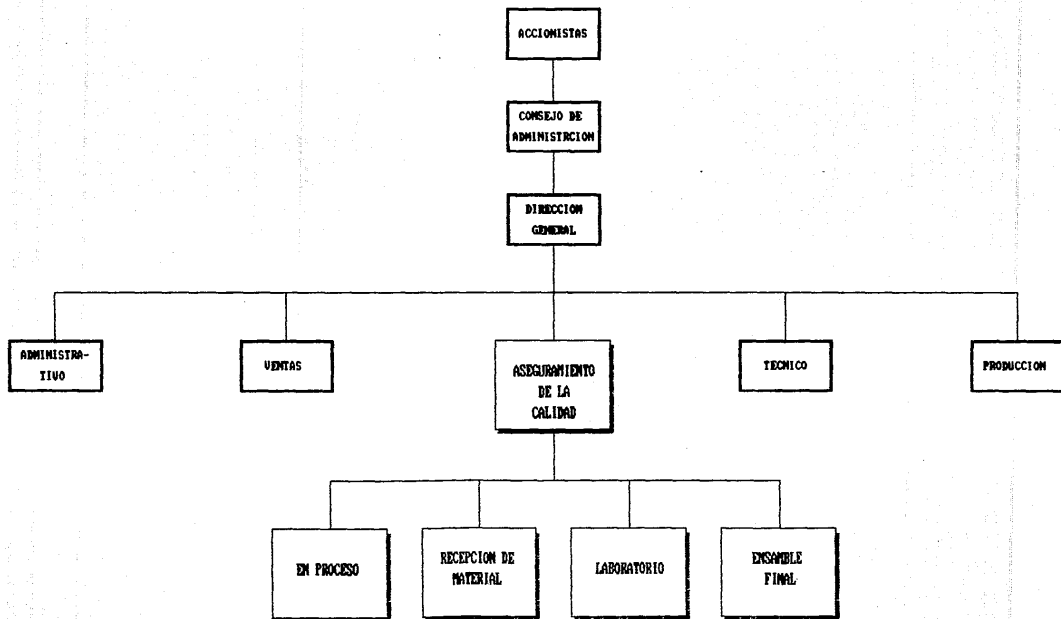


- Es responsable de que la producción de partes, sub-ensam-  
bles y ensamble total se lleven a cabo de acuerdo con la  
información técnica, planos, especificaciones, normas y  
diseños elaborados por el Departamento de Ingeniería.
- Debera sujetarse a las disposiciones dictadas por el  
Departamento de Aseguramiento de la Calidad en cuanto a  
reportes, inspecciones, comprobaciones y pruebas origi-  
nales actuando siempre con sistemas de retroalimentación.

#### **IV.5.5 DEPARTAMENTO DE ASEGURAMIENTO DE LA CALIDAD.**

- Es el responsable de la implantación de un sistema de  
aseguramiento de la calidad en toda la Empresa con objetode  
cumplir con los requisitos y lineamientos necesarios para  
que los productos y servicios que se proporcionen sean  
adecuados y confiables.
- Es el encargado de elaborar los manuales de calidad y de  
procedimientos, así como los controles estadísticos  
necesarios que permitan detectar cualquier desviación.
- Deberá lograr la participación de todos los empleados en  
actividades de calidad y será el responsable de promover  
la capacitación necesaria en estas áreas para lograr un  
constante mejoramiento.

# ORGANIGRAMA PARA UN TALLER DE MANTENIMIENTO A TRANSFORMADORES



#### IV.6 OPERACION INTEGRAL DE LA EMPRESA.

La operación de la Empresa se desarrolla en varias etapas consecutivas, en las que es necesario implantar los controles de aseguramiento de calidad que permitan verificar que cada actividad en lo individual así como formando parte del conjunto, sea realizada correcta, eficiente y completamente de acuerdo con los sistemas y procedimientos implantados.

Con base en los objetivos de la Empresa y en los tipos de falla que normalmente se presentan en un Transformador, las diversas etapas de trabajo se subdividen tal como se indica en el siguiente programa de actividades:

**VENTAS.** Recibe la orden de trabajo del cliente, recabando información general.

- a) Como sucedio la falla.
- b) Que necesidades particulares de uso se requieren.
- c) Datos generales:
  1. Nombre del cliente.
  2. Dirección y teléfono.
  3. Datos generales de la placa como son:
    - Número de serie.
    - Capacidad.
    - Voltajes.
    - Otros.

4. Uso al que está destinado el Transformador.
5. Carga de trabajo.

#### **ADMINISTRATIVO.**

Recibe del Departamento de Ventas la orden de trabajo del cliente y debe efectuar las siguientes actividades:

1. Abre expediente del cliente en el que se deben acumular todas las comunicaciones referentes.
2. Controla que los ingresos se realicen en las fechas convenidas.
3. Asigna los recursos necesarios y en el tiempo previsto para que su Departamento de Compras adquiera los insumos requeridos por el trabajo a desarrollar.
4. Vigila el cumplimiento de los egresos totales de la Empresa, primordialmente el correspondiente a salarios a fin de conservar un ambiente de trabajo agradable y una buena imagen en el exterior.
5. Debe de controlar que la operación y crecimiento de la empresa sean acordes con los objetivos de los empleados y de los accionistas.

#### **TECNICO.**

Analiza el equipo recibido en el taller y en unión con el laboratorio y el personal de producción efectúa las siguientes actividades:

1. Inspección ocular y revisión exterior de:

- Pintura.
  - Fugas de aceite.
  - Estado del tanque y radiadores.
  - Terminales de entrada y salida de corriente.
  - Equipos auxiliares como:  
Termómetro, indicadores de nivel, válvulas, medidores, relevadores, ventiladores, etc.
2. Pruebas preliminares.
- Medición de la relación de transformación para detectar circuitos abiertos o en cortocircuito, alta corriente de excitación, variación en los voltajes de salida.
  - Medición de resistencia de aislamiento para determinar el grado de humedad o posibles fallas entre devanados o entre éstos y tierra.
  - Medición en una muestra de aceite de su rigidez dieléctrica, factor de potencia, acidéz, etc., para encontrar su posible filtrado o cambio.
  - Medición de la resistencia óhmica de los devanados para detectar posibles falsos contactos o cortocircuito en los mismos.
3. Una vez determinada la existencia de una falla, se debe proceder a extraer el transformador de su tanque para definir su magnitud y afectación a otras partes del transformador.
4. Con base en los datos anteriores, procede a desarrollar

el programa de trabajo a seguir.

- Elabora planos de fabricación con especificaciones completas.
- Indica normas a seguir durante el proceso de fabricación.
- Desarrolla la planeación de los trabajos.
- En caso necesario diseña nuevos elementos que favorezcan la operación del producto final.
- Genera la requisición de materiales indicando las especificaciones a que se debe sujetar su fabricación.

#### **PRODUCCION.**

Es la encargada de recibir el producto en el estado en que se encuentra y entregarlo con las características que fijó el cliente o las indicadas en su placa de datos.

1. Recibe el transformador dañado y procede a su desensamble. Anota la disposición de cada una de sus partes, sus distancias, pesos y en general todas sus características necesarias.
2. Siguiendo instrucciones del Departamento Técnico, procede a llevar a cabo los trabajos a ejecutar hasta su terminación final de acuerdo con la planeación establecida.
3. Para la consecución de sus funciones debe organizar y controlar los siguientes Departamentos.
  - a) Ensamble.

- Armado de núcleo.
  - Ensamble de bobinas y núcleo.
  - Conexiones.
  - Horno de secado.
- b) Bobinas.
- Hechura de bobinas.
  - Corte de aislamientos.
- c) Pintura.
- Lavado.
  - Pintura.
- d) Tanque.
- Prueba de presión.
  - Soldadura.
- e) Acabado final.
- Introducción de transformador en tanque.
  - Filtrado o tratamiento de aceite.
  - Llenado de aceite en vacío.
  - Colocación de equipos auxiliares.

#### **IV.7. DEPARTAMENTO DE ASEGURAMIENTO DE LA CALIDAD.**

Es responsabilidad del Departamento de Aseguramiento de la Calidad, el llevar a cabo sus funciones conservando siempre como meta las políticas, filosofía y objetivos de la Empresa, basándose en las necesidades del cliente y apegándose a las especificaciones y normas propias del producto.

#### **IV.7.1. ALCANCES.**

El alcance de funciones de este Departamento debe establecerse principal e invariablemente en las siguientes actividades de la Empresa con la aplicación de procedimientos, sistemas y controles de calidad en:

1. La fijación de metas y políticas.
2. Las actividades de los Departamentos de Ventas, Administrativo y Técnico.
3. La Ingeniería desarrollada.
4. La recepción de materiales.
5. La fabricación de partes, subensambles y ensambles.
6. El archivo y análisis de la información sobre variaciones en lo esperado.
7. Las quejas de clientes y los análisis que se realizan en el campo.
8. El desarrollo de procesos especiales.
9. Auditorías de sistemas.
10. El entrenamiento del personal para efectuar sus funciones propias.

#### **IV.7.2. SISTEMA DE INSPECCION EN PLANTA.**

Una vez analizadas y desarrolladas las actividades y especificaciones por el Departamento Técnico, se deberá elaborar un plan de inspecciones siguiendo la secuencia de fabricación de cada pieza o



producto aplicando siempre los principios y procedimientos del control de calidad establecido.

1. Como mínimo deberán implantarse las siguientes estaciones de inspección en el área de producción:
  - a) Recibo de la orden de reparación.
  - b) Desensamble y pruebas.
  - c) Hechura de bobinas.
  - d) Armado del núcleo.
  - e) Ensamble de bobinas y núcleo.
  - f) Conexiones y colocación de cambiadores.
  - g) Pruebas de presión a tanque.
  - h) Pintura.
  - i) Acabado final.
  - j) Filtrado y colocación de aceite.
  - k) Pruebas de laboratorio.
  - l) Empaque y embarque.

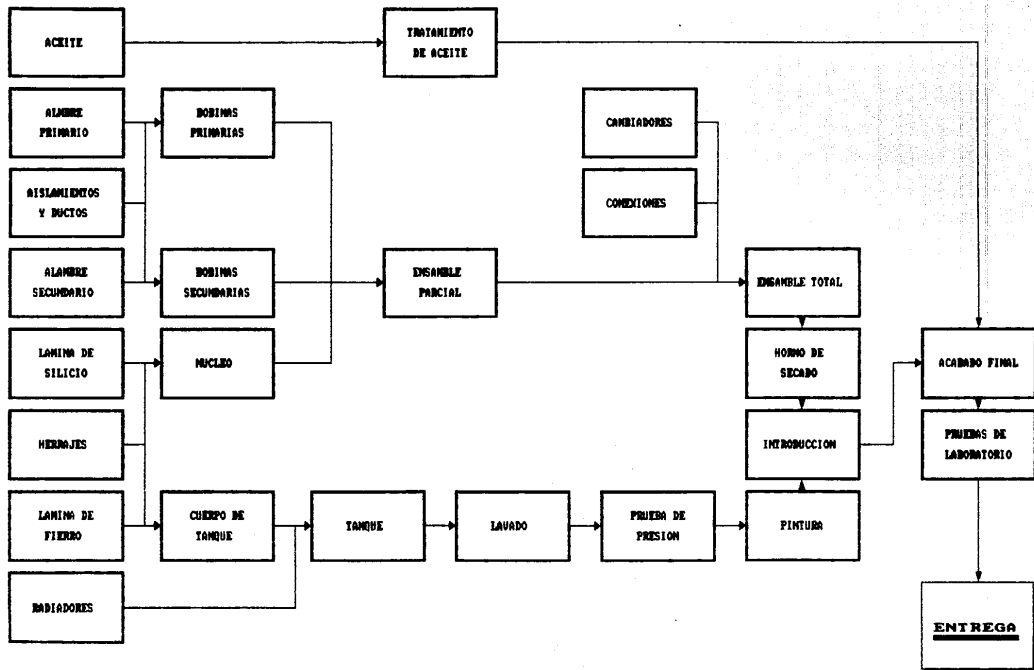
**NOTA.:**

Ver Diagrama de Bloques.

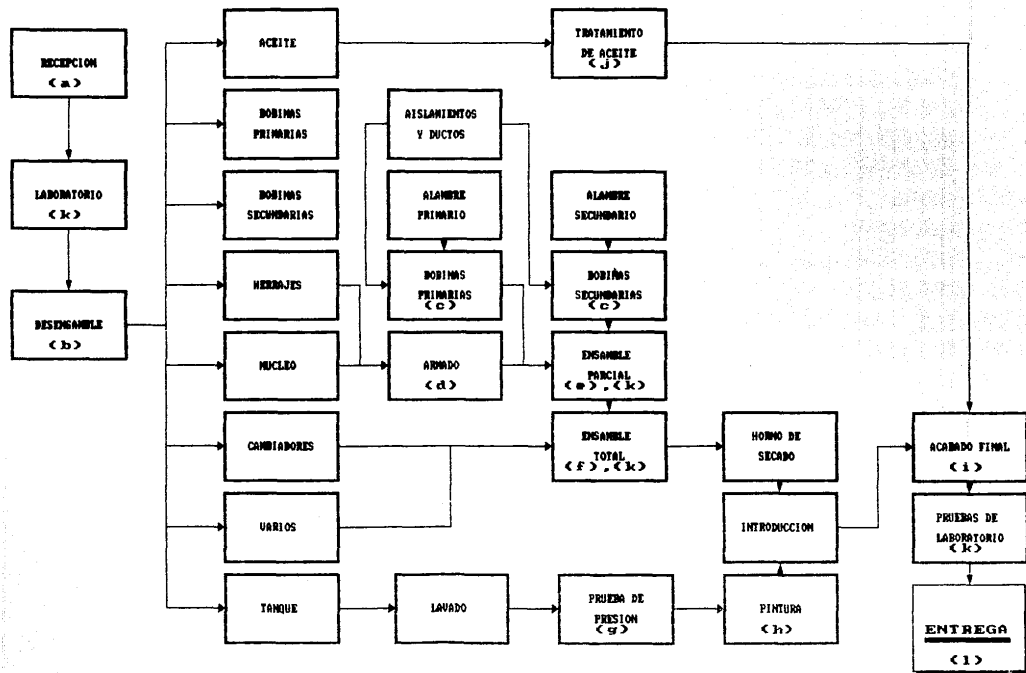
1.: Para la producción de un transformador.

2.: Para el proceso de reparación de un transformador.

# DIAGRAMA DE BLOQUES PARA LA PRODUCCION DE UN TRANSFORMADOR



# DIAGRAMA DE BLOQUES PARA EL PROCESO DE REPARACION DE UN TRANSFORMADOR



#### IV.8. IMPLEMENTACION DEL SISTEMA DE CALIDAD.

##### IV.8.1. IMPORTANCIA Y NECESIDADES DE UN SISTEMA DE CALIDAD.

Como ya se ha mencionado en el Capítulo II, es de gran importancia implementar un sistema de aseguramiento de la calidad debido a los beneficios que se obtienen, de los cuales vale la pena mencionar los siguientes:

- Creación de una cultura organizacional enfocada a cumplir con los requisitos de los clientes.
- Aumento en la productividad y disminución de costos.
- Control de la calidad en una base integrada en toda la organización.
- Establecer el control de calidad como un conjunto de disciplinas.

La necesidad de controlar la calidad de materiales, procesos y productos de un proceso productivo, debe estar basada en las necesidades del consumidor. Estas exigencias aumentan constantemente, requiriendo de mejoras en los sistemas, en equipos y en el personal. Estos tres elementos interactúan para producir satisfactores, cuyo control asegurará una calidad adecuada para los productos de "La Empresa". La necesidad de controlar la calidad obedece a tres hechos importantes; que son:

1. La intensa competencia en un plano local, nacional e

internacional, ha forzado a la industria a mantener niveles de calidad uniformes.

2. La economía en la producción, distribución y consumo es mayor cuando los productos son de una calidad definida y uniforme.
3. No hay dos artículos que sean exactamente iguales, es decir, la calidad varía continuamente tendiendo a salirse del estandar ideal o deseado.

Estos puntos también nos hacen ver la importancia que tiene el control de calidad dentro del proceso productivo de "La Empresa", por lo que debemos tener presente los factores que afectan o modifican a la misma.

#### **IV. 8.2. GENERALIDADES SOBRE UN SISTEMA PARA CONTROLAR LA CALIDAD.**

La creación de un sistema de control de calidad deberá ser de manera que se vean involucradas todas y cada una de las áreas de "La Empresa", y a todos los niveles. Deberá ser un sistema en el que el cliente sea también parte del complicado engranaje del sistema de aseguramiento de calidad, ya que el objetivo final de este sistema es el de satisfacer sus necesidades. Siendo su opinión la más valiosa respecto a los rendimientos de los procedimientos y métodos utilizados en "La Empresa".

Para llevar a cabo la implantación de un sistema de control de calidad, la Dirección de "La Empresa" tiene que tomar, lógicamente, una -

serie de numerosas decisiones. Estas decisiones se refieren sustancialmente a:

1. Alternativas de carácter técnico.
2. Límites de carácter muy variado.

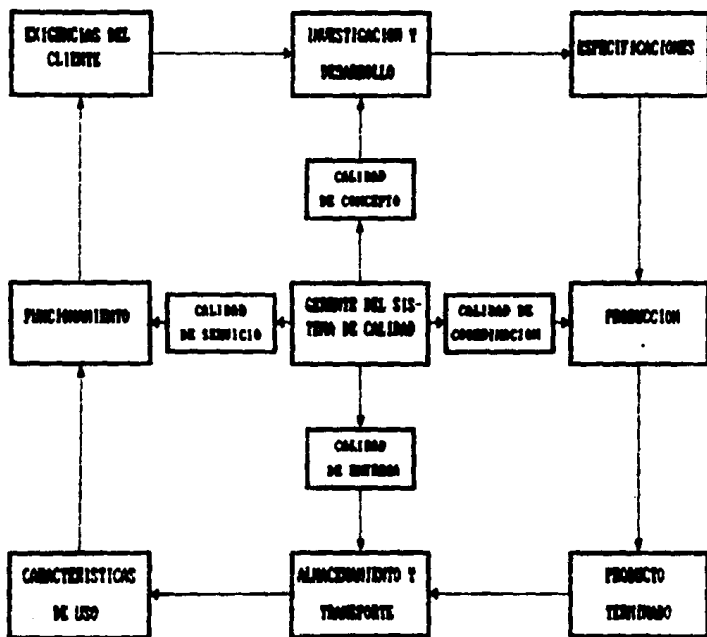
En el aseguramiento de calidad como en cualquier otro sistema en general, hay que decir no solamente "lo que" hay que hacer, sino también "quién" debe hacerlo. Este segundo aspecto condiciona considerablemente la elección de la actividad a desarrollar, o por lo menos, define los límites de profundización de dicha actividad y en consecuencia, los resultados en relación con la capacidad y sobre todo, con el tiempo disponible por parte de las personas encargadas de su ejecución.

Por lo anterior, es natural que durante la confección del plan de acción general se tengan en cuenta estos aspectos y en consecuencia, se proceda no sólo a la definición de las actividades, sino también simultáneamente a la estructuración organizativa gradual del sistema de aseguramiento de la calidad.

Dentro de las acciones a seguir para la creación e implantación del sistema de aseguramiento de la calidad se distinguen tres fases esencialmente:

- a) Análisis general de la situación y definición de los objetivos.

- b) Estudio detallado de los problemas detectados y adopción de las medidas necesarias.
- c) Introducción de medios de control sistemáticos que sean adecuados para garantizar el mantenimiento de los resultados obtenidos cuando estos sean los deseados.



#### IV.8.3. NORMAS PARA ASEGURAMIENTO DE LA CALIDAD.

Los primeros antecedentes que se conocen sobre requisitos formales de aseguramiento de la calidad, están identificados principalmente en las industrias militar, aeroespacial y nuclear de los Estados Unidos de Norteamérica.

Uno de los primeros documentos que expresó formalmente los requisitos de aseguramiento de la calidad, fue precisamente la norma MIL-Q-9858, editada por el Departamento de Defensa de los E.U.A. en la década de los cincuentas.

En 1967, la comisión de energía atómica (AEC), de los E.U.A., editó el documento titulado "Criterios Generales de Diseño para Plantas de Energía Nuclear", que constaba de 20 criterios, para desarrollar e implantar un programa para aseguramiento de calidad.

En abril de 1969, la "AEC", publicó el apéndice "Criterios de Aseguramiento de Calidad para Plantas de Energía Nuclear", publicado en el Federal Register, el 27 de junio de 1970. Este documento enmendado posteriormente, ha dado a conocer al mundo los requisitos básicos de aseguramiento de calidad.

En 1970 se publicó la norma ANSI N-45.2 "Quality Assurance Program Requirements for Nuclear Power Plants", la cual establece los requisitos del Programa de Aseguramiento de Calidad.



En 1986 se publican las normas ANSI/ASME NQA-1 y NQA-2, en sustitución de las normas ANSI 45.2.

La filosofía de la normalización de la calidad, requiere de la aplicación de dos etapas sucesivas para cualquier acción que afecta la calidad:

- PRIMERA ETAPA: Preparación de toda la información para la actividad (dibujos, especificaciones, normas, procedimientos, etc.)
- SEGUNDA ETAPA: Realización de actividades de acuerdo a esta información.

Con lo anterior se logra:

1. Obtener instrucciones precisas para evitar improvisaciones que impliquen riesgos de error.
2. Verificar la ejecución de actividades.
3. Mantener evidencia de las verificaciones.

Es conveniente definir algunos conceptos:

Normalización de la calidad: es en donde se describen los elementos básicos para que un sistema de calidad pueda ser implantado y desarrollado por una organización proveedora de productos o prestadora de servicios.

Certificación de la calidad: es el conjunto de acciones permanentes y coordinadas que permiten determinar, si un producto o servi-

cio cumple con las normas oficiales mexicanas, normas internacionales u otras especificaciones y que son avaladas por un documento público oficial que acredita tal situación.

Verificación de la calidad: consiste en constatar el cumplimiento de las normas obligatorias o bien de aquellas no obligatorias que se desean cumplir voluntariamente con la finalidad de ostentar el sello oficial de garantía.

En México a sugerencia de la Dirección General de Normas, se tomó como punto de partida para desarrollar "La Norma Oficial Mexicana para el Aseguramiento de la Calidad", las normas de sistemas de calidad editadas por la "Organización Internacional de Normalización" (ISO), además de tomar en cuenta elementos de otras normas internacionales de aseguramiento de calidad.

Actualmente dentro del Comité Consultivo de Normalización de la Calidad, se está trabajando en la serie básica de Aseguramiento de Calidad, misma que comprende ocho normas sobre sistemas de calidad considerando la parte de criterios y la parte de auditorías:

NOM-CC1 Sistemas de Calidad Vocabulario.

Esta norma está elaborada con el fin de definir los términos fundamentales relativos al entendimiento de los conceptos que se utilizan en el campo de la calidad y que tienen significados específicos y apli-

caciones más amplias que las definiciones genéricas que pueden encontrarse en los diccionarios.

**NOM-CC2 SISTEMA DE CALIDAD GUIA PARA LA SELECCION Y USO DE NORMAS DE ASEGURAMIENTO DE LA CALIDAD.**

Esta norma está elaborada con el fin de establecer claramente las diferencias e interrelaciones entre los principales conceptos de calidad. Además de proporcionar una guía para la selección y uso de las normas de sistemas de calidad que pueden ser empleadas para propósitos de la gestión interna de calidad (NOM-CC6) y propósitos externos de aseguramiento de calidad (NOM-CC3, NOM-CC4 y NOM-CC5).

En esta norma se hace énfasis en que las normas de sistemas de calidad son un complemento de las normas técnicas del producto y/o servicio a prestar.

**NOM-CC3 SISTEMA DE CALIDAD MODELO PARA EL ASEGURAMIENTO DE CALIDAD.**

Esta norma básicamente está elaborada para establecer los requisitos mínimos que debe cumplir un sistema de calidad, además de orientar la integración de los elementos que conforman el sistema de aseguramiento de calidad de un proveedor que tiene la responsabilidad de efectuar las actividades desde el diseño o proyecto, hasta el servicio al cliente.

La NOM-CC3 forma parte de un conjunto de tres normas referidas a los modelos que pueden utilizarse para el aseguramiento de calidad. Los modelos descritos en las tres normas representan modelos distintos de capacidad funcional y organizativa, que pueden ser utilizados para regular las relaciones contractuales entre el proveedor y el cliente, así como para la evaluación de los sistemas de calidad.

**NOM-CC4 MODELO PARA EL ASEGURAMIENTO DE CALIDAD APLICABLE A FABRICACION  
E INSTALACION.**

La finalidad de esta norma es orientar la integración de los elementos que conforman un sistema de aseguramiento de calidad de un proveedor, que tiene la responsabilidad de efectuar actividades de fabricación e instalación.

Esta norma se ubica en un segundo nivel de exigencias con respecto al sistema de calidad, ya que en ella se han eliminado de los requisitos del sistema de calidad, el control del diseño y el servicio al cliente y se tienen menos exigencias en responsabilidades de la dirección y capacitación y adiestramiento del personal.

**NOM-CC5 MODELO PARA EL ASEGURAMIENTO DE CALIDAD APLICABLE A INSPECCION Y  
PRUEBAS FINALES.**

El objetivo de esta norma es el de orientar la integración de los elementos que conforman el sistema de aseguramiento de calidad de un

proveedor, que tiene la responsabilidad de asegurar la conformidad de los productos y/o servicios, mediante la inspección y pruebas de aceptación.

Esta norma está elaborada para propósitos externos de aseguramiento de calidad ya que no considera requisitos tales como: Auditorías Internas del sistema de calidad, calidad del diseño, calidad de adquisiciones, calidad en la producción, control de producción, acciones correctivas, servicio al cliente.

Además en esta norma los requisitos del sistema son menores que los establecidos en la NOM-CC4 en: Responsabilidad de la Dirección, principios del sistema de calidad, control y rastreabilidad de los componentes, control del estado de la verificación, verificación del proyecto, control de equipo de inspección, medición y prueba, manejo de material no conforme, manejo y funciones posteriores a la producción, control de documentos, registros de calidad, capacitación y adiestramiento de personal y uso de métodos estadísticos.

#### **NOM-CC6 DIRECTRICES GENERALES.**

Esta norma proporciona los lineamientos generales sobre los factores técnicos, administrativos y humanos que afectan la calidad de los productos o servicios en todos los estados en la espiral de calidad y la detección de las necesidades para satisfacer al cliente.

Esta norma enfatiza especialmente en la satisfacción de las necesidades del cliente, el establecimiento de las responsabilidades funcionales y la importancia de evaluar los riesgos y beneficios potenciales. Señala ahí mismo que todos estos aspectos deben ser considerados en el establecimiento y mantenimiento de un sistema de calidad efectivo.

En esta norma se plantea que para que una Empresa pueda alcanzar sus objetivos, debe organizarse por sí misma, de tal manera que los factores humanos, técnicos y administrativos que afectan a la calidad de sus productos o servicios, estén bajo control y orientados hacia la reducción, eliminación y lo más importante, la prevención de las deficiencias de calidad.

La misma norma nos señala que para que un sistema sea efectivo, debe estar diseñado para satisfacer las necesidades y expectativas de los consumidores, sin dejar de proteger los intereses de la Empresa, es decir, un sistema de calidad bien estructurado, es valioso recurso de dirección en la optimización y control de la calidad, en relación con las consideraciones de riesgo, costo y beneficio.

La selección y extensión de los elementos contenidos en esta norma, serán adoptados y aplicados por una Empresa, dependiendo de factores tales como: mercado, naturaleza del producto, proceso de producción, necesidades del consumidor, capacidad financiera, etc.

**NOM-CC7 CUESTIONARIO PARA LA APLICACION DE LAS NORMAS CC-3, 4 Y 5.**

**NOM-CC8 AUDITORIA DE CALIDAD.**

El objetivo primordial de esta norma es el de describir los lineamientos generales, los criterios y los requisitos mínimos necesarios para poder llevar a cabo las auditorías sobre los sistemas de calidad que en base a las normas correspondientes, establezcan las diferentes empresas ya sea porque ellas mismas lo hayan decidido así o porque ésta sea el resultado de las relaciones contractuales entre clientes y proveedores.

#### **IV.8.4 CRITERIOS PARA ESTABLECER UN SISTEMA DE ASEGURAMIENTO DE LA CALIDAD.**

##### **1. ORGANIZACION.**

La empresa deberá tener una organización tal que el responsable de programar, coordinar, aplicar, revisar y optimizar el sistema de calidad tenga claramente definida su responsabilidad, autoridad y libertad, quedando este Departamento o Gerencia fuera de las presiones de producción o ingeniería, con el fin de identificar, seguir y resolver efectivamente los problemas relacionados con la calidad.

El propósito básico es asegurar que el programa de calidad se establezca, planee e implemente de acuerdo con los requisitos del presente documento.

Por escrito, deben quedar claramente establecidas las líneas de autoridad, estructura de la organización y responsabilidades. La descripción de la organización incluirá declaraciones de funciones y responsabilidades con respecto a la calidad en todas las áreas de la Empresa que tengan que ver directamente con este objetivo.

La organización se establecerá de tal forma que el individuo o grupo asignado con la responsabilidad de revisar, inspeccionar o auditar cualquier actividad relacionada con la calidad, sea independiente del grupo responsable en forma directa de ejecutar la actividad específica.

## 2. PROGRAMA DE CALIDAD.

- 2.1. La empresa deberá elaborar un programa que corresponda al sistema de calidad requerido, además de contemplar cuando sea aplicable, los requisitos contenidos en normas y especificaciones.
- 2.2. El programa deberá identificar claramente las estructuras, partes y componentes que requerirán de la aplicación de este sistema.
- 2.3. El programa deberá someterse a revisiones periódicas cuya frecuencia deberá quedar estipulada; dichas revisiones deberán contar con la participación del grupo responsable de la calidad y deberán ser aprobadas por la Dirección General.



- 2.4. Los procedimientos elaborados por la Empresa deberán incluir claramente las responsabilidades necesarias para realizar la actividad encomendada.
- 2.5. Es responsabilidad de la Empresa que todo el personal involucrado conozca el programa de calidad.

### 3. CONTROL DE REPARACIONES.

#### 3.1. Control de entradas de reparación.

Se deberán tomar todas las medidas necesarias para garantizar la determinación de todos los requisitos de diseño y su traslado en forma correcta a dibujos, instrucciones, procedimientos, especificaciones de fabricación, etc. Los requisitos de reparación pueden venir estipulados en normas, especificaciones, códigos, requisitos regulatorios, etc.

#### 3.2. Control del proceso de reparación.

Se deberán tomar medidas para garantizar que la reparación se efectúe correctamente.

#### 3.3. Coordinación de grupos de reparación.

Siempre que sea aplicable, la Empresa deberá tomar una serie de medidas encaminadas a garantizar la adecuada coordinación de los grupos de reparación.

#### 3.4. Verificación de la reparación.

Se deberán establecer medidas para asegurar que la reparación se efectuó tal como se planeó, para lo cual,

se deberán llevar a cabo verificaciones y revisiones a la misma. Estas verificaciones deberán realizarse por personal distinto al que reparó originalmente, no existiendo la necesidad de que el personal que revisa pertenezca a un departamento diferente al que lo realiza.

### 3.5. Verificación de cambios.

Cuando se presenten cambios en el trabajo, estos deberán tratarse como si fuera nuevo trabajo, para lo cual, deberán efectuarse los análisis correspondientes a las implicaciones que resultaran de los cambios; se establezcan así mismo, los argumentos que justifiquen el cambio y cuando sea aplicable se deberán tomar las previsiones para la realización de nuevas pruebas, para asegurar que la información relacionada con el cambio se transfiera a documentos y al personal involucrado.

## 4. CONTROL DE DOCUMENTOS DE COMPRA.

4.1. Los documentos de compra que emita la Empresa a sus proveedores, deberán especificar claramente los requisitos regulatorios aplicables, bases de diseño, materiales necesarios y requisitos de calidad exigibles para garantizar que se está pidiendo claramente lo que se requiere.

4.2. En los documentos de compra se deberá solicitar la facilidad de acceso a la planta del proveedor para que

puedan atestiguar las inspecciones y pruebas acordadas y pueden también realizarse las evaluaciones y auditorías que se requieran.

- 4.3. Los documentos de compra deberán incluir en su texto requisitos de certificación y documentación aplicables.

Nota.: Se recomienda que la Empresa verifique que los cambios en sus documentos de compra se sometan al mismo control del documento inicial.

## 5. INSTRUCCIONES, PROCEDIMIENTOS Y DIBUJOS.

- 5.1. Todas las actividades que afectan la calidad deberán estar descritas en documentos, los cuales, pueden estar en forma de instrucciones, procedimientos y dibujos del tipo que sea apropiado a las circunstancias específicas. Las instrucciones, procedimientos y dibujos deberán incluir criterios cuantitativos y cualitativos de aceptación y rechazo.

Las actividades a documentar pueden quedar contenidas en especificaciones, instrucciones de operación, dibujos de taller o de fabricación, tarjetas de trabajo, hojas de ruta, manuales de procedimientos u operaciones o cualquier otro tipo de forma escrita, siempre que se demuestre que la actividad queda aclarada adecuadamente. Se deberán especificar según sea apropiado, los criterios cuantitativos, tales como dimensiones, tolerancias y

límites de operación y los criterios cualitativos, tales como referencias comparativas para acabados, color, textura, etc.

6. CONTROL DE DOCUMENTOS.

- 6.1. Se establecerán medidas para garantizar que se use siempre la última revisión de todos los documentos emitidos, tales como manuales, procedimientos, instrucciones, dibujos, etc., y que se manejen como documentos controlados.

7. CONTROL DE MATERIALES, EQUIPOS Y SERVICIOS ADQUIRIDOS.

- 7.1. Se deberá establecer un sistema tal, avalado por procedimientos e instrucciones de verificación e inspección, que permitan garantizar que los suministros adquiridos cumplen con los requisitos de compra. Cuando sea aplicable, la Empresa deberá verificar los equipos y/o partes importantes directamente en las instalaciones de sus proveedores.

8. IDENTIFICACION Y CONTROL DE MATERIALES, PARTES Y COMPONENTES.

- 8.1. Se deberán establecer y documentar medidas para la identificación y control de materiales, partes y compo-

mentos. Las medidas deberán incluir la verificación del correcto marcado de las piezas al recibirse y la capacidad del sistema para que estas marcas sean claras y transferibles a lo largo de todo el proceso de fabricación.

#### 9. CONTROL DE PROCESOS ESPECIALES.

9.1. El personal responsable de la realización de procesos especiales en caso de existir, deberá estar enterado, calificado y certificado, según sea aplicable.

9.2. La empresa deberá documentar mediante procedimientos y/o instrucciones específicas, la forma en que se realizarán los procesos especiales. Los procedimientos deberán incluir criterios de aceptación y rechazo.

#### 10. CONTROL DE INSPECCION Y PRUEBAS.

10.1 La empresa deberá elaborar un programa completo y pruebas que abarque todo el proceso de fabricación y que incluya todas las etapas que requieran verificación.

10.2 Las inspecciones y pruebas deberán ser realizadas por personal diferente al que efectuó la actividad y que no reporte a los departamentos de producción o de ingeniería (diseño).

10.3 Todas las actividades de inspección y prueba deberán quedar cubiertas en los procedimientos correspondientes.

10.4 Los procedimientos de inspección y prueba deberán contener, como mínimo, lo siguiente:

10.4.1. Indicaciones de los códigos, normas y especificaciones aplicables.

10.4.2 Etapa de la fabricación en la que se debe aplicar la inspección o prueba.

10.4.3 Alcance de la inspección parcial o 100% muestreo.

10.4.4 Criterios de aceptación y rechazo.

10.4.5 Se deberá entrenar al personal que realizará las verificaciones.

10.4.6 Condiciones necesarias para la realización de las pruebas.

10.4.7 Requisitos de instrumentación.

10.4.8 Manera en que se registrarán y reportarán los resultados de inspección y prueba.

#### 11. CONTROL DE EQUIPO DE MEDICION Y PRUEBAS.

11.1 La Empresa deberá establecer un programa que permita garantizar que todos los instrumentos y cualquier otro equipo de medición y prueba que se utilice en las actividades que afecten la calidad, estén en el rango, tipo y precisión requeridas y que la calibración se realice de acuerdo con los estándares o requisitos internos aplicables.

#### 12. MATERIALES, PARTES Y COMPONENTES QUE NO CUMPLEN.

12.1 La empresa deberá contar con procedimientos o instrucciones y formatos que permitan garantizar el control sobre los materiales, partes y componentes que no cumplen; este control deberá contemplar los siguientes aspectos: registro, identificación, segregación o disposición y notificación del hecho; revisión y decisión respecto a aceptación, rechazo, reparación, etc.; definición de responsabilidades y seguimiento de las reparaciones.

### 13. ACCIONES CORRECTIVAS.

13.1 La Empresa deberá contar con algún método o procedimientos que le permitan manejar hasta su conclusión las situaciones que requieran de acciones correctivas. El método deberá contemplar la definición clara de la acción correctiva, las calificaciones necesarias del proceso o del personal responsable de la ejecución de la acción, el tiempo necesario para la corrección, el reporte de la acción y su resultado a los niveles adecuados y la toma de medidas para la prevención de la ocurrencia posterior.

#### IV.9. PROCEDIMIENTOS DE CONTROL DE CALIDAD "PCC".

##### PROCEDIMIENTO DEPARTAMENTO DE VENTAS. "PCC 1.0"

PROPOSITO. Proveer de un procedimiento para revisar las

solicitudes de cotización y las subsecuentes órdenes de compra para establecer la capacidad y posibilidades de cumplir con los requisitos estipulados por el cliente. También incluye un resumen de actividades a efectuar al recibo de un pedido y antes de iniciar la reparación.

**ALCANCE.** Este procedimiento está planeado para usarse en pedidos de reparación de partes o de equipos originales, pero puede utilizarse, a juicio del Departamento de Ventas, para otro tipo de productos.

**RESPONSABILIDADES.** El Departamento de Ventas es el responsable del inicio de este procedimiento, los otros departamentos involucrados son responsables por acelerar su revisión y presentar los datos a ellos solicitados en la fecha establecida.

Las órdenes recibidas por los otros Departamentos de la fábrica serán procesadas solo con la autorización del Gerente General.

**PROCEDIMIENTOS.** 1.0 Las solicitudes de cotización serán recibidas por el Departamento de Ventas y serán revisadas para ver las condiciones generales y términos de venta en unión con el Departamento Técnico para valorar el alcance de los trabajos.

1.1 Es imperativo que las cotizaciones hagan referencia o describan ampliamente las especificaciones a que se sujetarán los productos.

1.2 El Departamento de Ventas preguntará



al Departamento de Ingeniería por todas las especificaciones necesarias. Las especificaciones que no se tengan disponibles, las deberá obtener el Departamento de Ingeniería.

1.3 El Departamento de Ventas deberá distribuir copia de la solicitud de cotización a los Departamentos de Ingeniería y de Control de Calidad para su revisión y comentarios; se deberá anotar una fecha, antes de la cual se deberán regresar las copias de la solicitud al Departamento de Ventas con los comentarios pertinentes.

1.4 El Departamento de Ventas es responsable de coordinar los comentarios recibidos por los diferentes Departamentos y por la preparación y emisión de la cotización formal de acuerdo a la política de la Empresa al respecto.

1.5 Los pedidos o contratos recibidos como resultado de una cotización, deberán ser revisados por los Departamentos de Ventas y demás involucrados, para asegurarse que lo establecido en el pedido concuerde con lo ofrecido en la cotización.

2.1 Cualquier cambio en la cotización deberá documentarse y enviarse al Gerente General para su aprobación.

2.2 Una vez autorizado el pedido, todos los demás Departamentos deberán proceder con sus diferentes tareas para entregar al cliente lo solicitado.

#### CONTROL DE ORDENES DE COMPRA. "PCC 2.0"

PROPOSITO. Establecer un procedimiento a seguir para la

Preparación y revisión de órdenes de compra para asegurarse que éstas contengan la información adecuada y los requerimientos de calidad necesarios.

**RESPONSABILIDAD.** Departamento de Ingeniería: determinar los requerimientos para materiales y partes. Preparar la información que requiera compras para partes específicas que se necesiten para cumplir con las especificaciones de manufactura indicada.

Departamento de control de Calidad: supervisar al Departamento de recibo de materiales, para asegurarse que todos los productos y partes cumplen con los requisitos establecidos en la orden de compra y en las especificaciones de la Empresa y/o el cliente.

Departamento de compras: preparación de la orden de compra y la selección de proveedores calificados; controlar toda la correspondencia y negociaciones con los proveedores.

**PROCEDIMIENTO.** 1.0 El Departamento Técnico deberá preparar la información sobre los productos o materiales a comprar y suministrará esta información al Departamento de Compras para la elaboración de la orden de compra.

2.0 El Departamento de Compras generará la orden de compra y será responsable de la exactitud de los datos en ella contenidos. Ningún cambio en el material o los requerimientos de calidad, podrá efectuarse sin la aprobación previa de los Departamentos

de Ingeniería y de Control de Calidad.

2.1 Una lista de proveedores aprobados deberá mantenerse en el archivo del Departamento de Compras.

3.0 El Departamento de Control de Calidad comparará el material recibido con una copia de la orden de compra, para asegurarse que cumple con los requerimientos anotados en ella y en los dibujos de ingeniería. Cualquier desviación deberá anotarse y proceder de acuerdo al procedimiento PCC 10.0

4.0 El Departamento de compras en conjunto con el de Control de Calidad, deberá efectuar las auditorías y evaluaciones de los proveedores; los que resulten aprobados conformarán la lista de proveedores de la empresa.

#### **INSPECCION AL RECIBO DE MATERIALES. "PCC 3.0"**

**PROPOSITO.** Descripción de procedimientos y asignación de responsabilidades para la inspección durante la recepción de partes y piezas.

**ALCANCE.** La sección de recibo asume la responsabilidad de las partes y piezas recibidas en planta.

Su responsabilidad es efectuar una revisión adecuada del tipo, tamaño, condición y cantidad de piezas para determinar que lo solicitado en la orden de compra correspondiente ha sido cumplido.

La inspección detallada, la efectuará el personal del Depar-

tamento de Control de Calidad asignado para realizar tal tarea.

PROCEDIMIENTO. 1.0 El empleado encargado de recibo, debe de anotar en el informe de recepción el número de pedido, el proveedor, No. de remisión, No. de parte, la fecha y la cantidad.

1.1 Las partes que requieren informes de inspección o certificación como aparece en la orden de compra, deberán de tener una etiqueta roja de "detener". Esta etiqueta deberá contener la misma información descrita en el párrafo 1.0 Toda la documentación recibida con el material tal como certificados, garantías, etc., deberá enviarse al Departamento de Control de Calidad.

1.2 Las piezas o partes recibidas deberán colocarse en el área de inspección de recepción, junto con el informe de recepción.

1.2.1 El empleado de recepción de materiales, deberá anotar en la orden de compra el número de piezas, la fecha de recepción y sus iniciales.

2.0 Utilizando la orden de compra y otros documentos relativos como: la hoja de instrucciones para la inspección al recibo de materiales, hoja de especificaciones, dibujos, orden de producción, etc. El inspector de recibo efectuará las inspecciones requeridas, usando los niveles de aceptación de calidad (AQL) o los indicados por el Departamento Técnico.

2.1 Las piezas que requieren de datos sobre las dimensiones de parte del proveedor, deberán de detenerse en el área de inspección, hasta el recibo de dichos datos y entonces el ins-

pector deberá verificar las dimensiones e indicar su aceptación en los documentos.

2.2 Cuando un proceso externo para aceptación sea la última operación a realizar, el inspector deberá permitir que el material sea trasladado, enviando el expediente de inspección al Departamento de control de Calidad.

2.3 Si se requieren realizar operaciones adicionales, las piezas serán debidamente identificadas mediante etiquetas y trasladadas al lugar donde se efectuará la próxima operación junto con la orden de producción al taller correspondiente. El resto de la documentación deberá enviarse al Departamento de Control de Calidad.

2.4 A las piezas fuera de especificación se les deberá colocar una etiqueta de "rechazada" y serán manejadas de acuerdo al procedimiento PCC 10.0

3.0 El Departamento de Control de Calidad deberá efectuar auditorías periódicas sobre los procedimientos de inspección a la recepción de materiales.

#### **INSPECCION DURANTE EL PROCESO DE MANUFACTURA. "PCC 4.0"**

**PROPOSITO.** Describir los requerimientos para inspección de piezas durante el proceso de ensamble para asegurar la integridad del producto.

**ALCANCE.** Este procedimiento se aplicará a todas las piezas durante su manufactura y ensamble.

**PROCEDIMIENTO.** 1.0 El inspector deberá verificar que todos los componentes utilizados sean del tipo adecuado como se especifica en los dibujos y ordenes de taller. Deberá verificar que los dibujos ostenten la fecha de la última revisión.

1.1 Cuando se detecte una desviación, el inspector deberá notificar de inmediato al supervisor de producción, quien detendrá la operación para determinar y corregir la falla.

1.2 Si el Departamento de Producción encuentra dificultades en el proceso de alguna pieza o ensamble, el Departamento de control de Calidad, deberá ser notificado de cualquier cambio.

1.3 Las inspecciones se llevarán a cabo de acuerdo al producto que se esté elaborando y a la programación establecida por el Departamento de control de Calidad en los puntos donde se requiera llevar un estricto control de calidad.

1.4 En todos los casos deberá tenerse estrecha comunicación con el Departamento Técnico que es el directamente responsable de la ingeniería del producto.

#### **INSPECCION Y PRUEBAS DE ENSAMBLES. "PCC 5.0"**

**PROPOSITO.** Describir los requerimientos para inspección de los componentes de ensamble.

**ALCANCE.** Este procedimiento se aplica al ensamble y subensamble de componentes antes de su utilización.

PROCEDIMIENTO. 1.0 Antes de ensamblar, los componentes deberán ser inspeccionados revisando si están limpios, libres de defectos, correctamente maquinados y sin daños.

2.0 La inspección se efectuará de acuerdo a los dibujos, ordenes de taller e instrucciones especiales de ensamble.

2.1 Cuando se requiera el inspector de ensamble realizará inspecciones posteriores o durante el armado de acuerdo a una lista de puntos a revisar, preparada de antemano, misma que deberá firmar anotando su nombre y la fecha en que la inspección se efectuó.

3.0 El personal de inspección asignado al área de ensamble será responsable de la supervisión, confiabilidad y requerimientos de calidad de partes y ensambles dentro de su área, así como de reportar y separar cualquier material dañado o defectuoso.

3.1 Las piezas o ensambles defectuosos, deberán ser etiquetados con una etiqueta de color rojo con la leyenda de "rechazado" y al pendiente de disposición del material. El personal de inspección es responsable del procesamiento adecuado de estas piezas defectuosas y de la coordinación y papeleo necesario para su disposición o reposición inmediata.

3.2 Cuando se efectúe la reposición de piezas, se deberán llevar a cabo las mismas pruebas hechas en las piezas anteriormente rechazadas.

3.3 Si se encuentran condiciones o desviaciones anormales durante el ensamble o la manufactura, la opera-

ción deberá detenerse de inmediato, las partes etiquetadas y el supervisor notificado de inmediato. Estas condiciones serán documentadas por control de calidad, incluyendo las acciones correctivas tomadas para remediar la situación.

4.0 Las operaciones de ensamble serán observadas por el inspector para asegurarse que todos los requerimientos del armado se cumplan.

4.1 Las unidades aceptadas podrán ser sometidas a la aceptación final del cliente o de su inspector autorizado como se requiera, después que todas las operaciones necesarias e inspecciones relativas se hayan verificado y aceptado por el inspector de ensamble.

4.2 El Departamento de Control de Calidad deberá preparar las formas que requiere el cliente y obtener la firma del inspector enviado o designado por este.

4.3 El inspector de embarque deberá revisar visualmente la unidad terminada de acuerdo a las listas de verificación que se desarrollen expofeso, antes del empaque.

5.0 Las operaciones de empaque y protección, deberán revisarse por el inspector de embarque, incluyendo el endosamiento de documentos de envío.

6.0 El inspector de embarque deberá revisar y firmar toda la documentación de ensamble y pruebas, incluyendo los records de ensamble y las listas de verificación de control de calidad al final de las operaciones e inspecciones de ensamble.

6.1 Los documentos se enviarán al Depar-



tamento de control de Calidad para revisión, verificación y archivo por orden.

#### **EMPAQUE Y EMBARQUE. "PCC 6.0"**

**PROPOSITO.** Describir un sistema que ayudará a controlar el empaque, manejo y embarque de los productos elaborados por la Empresa.

**ALCANCE.** Asegurar que todos los embarques hechos por la Empresa se hagan completos, lleguen a su destino sin dañarse y cumplan o excedan los requerimientos o especificaciones del cliente al respecto.

**RESPONSABILIDADES. 1.0** El Departamento de Control de Calidad deberá verificar que la orden de trabajo o taller que se entrega esté completa. Si existe alguna discrepancia entre dichos documentos, el Departamento de Control de Calidad deberá informar a los Departamentos de Ingeniería y de Ventas, quiénes determinarán la acción correctiva a seguir.

**2.0** El Departamento de Ventas será responsable de suministrar una lista con la información del cliente e incluirá en ella requerimientos especiales, tales como: a) empaque; b) marcas e indentificación; c) distribución de la lista de empaque y d) a quien y a donde se debe notificar.

**2.1** El Departamento de Ventas proveerá al de embarque con las instrucciones de embarque, en donde aparecerá el destino, el transporte y demás información relativa.

3.0 El Departamento de Empaque y Embarque será responsable de dar las instrucciones que gobiernan las siguientes operaciones: a) empaque, b) marcado, c) manejo y d) carga.

3.1 Cuando estas instrucciones requieran de la aprobación del cliente, el Departamento de Ventas obtendrá dicha aprobación.

4.0 La sección de embarque es responsable de obtener el material necesario de empaque de acuerdo a las especificaciones de la Empresa y/o cliente.

4.1 La sección de embarque:

a) Seleccionará al transportista y determinará la ruta, a menos que esto haya sido especificado por el cliente.

b) Preparará los documentos de embarque y distribuirá las listas de empaque como se requiera.

c) Dirigirá las maniobras de carga del vehículo transportista.

d) Proveerá al Departamento de Ventas con la información necesaria para notificar al cliente del embarque.

5.0 El Departamento de Control de Calidad revisará todas las operaciones arriba descritas, incluyendo el empaque, marcado y carga, para asegurarse que se hayan cumplido con todas las especificaciones del cliente y de la Empresa.

**CONTROL DE DIBUJOS Y ESPECIFICACIONES. "PCC 7.0"**

PROPOSITO. Describir el procedimiento requerido para

asegurar que todos los dibujos y especificaciones utilizados por el Departamento de Producción sea el correcto y esté al día.

GENERAL. El Departamento Técnico es responsable de cualquier cambio en los dibujos. La solicitud de modificación a ingeniería (SMI) descrita a continuación, se refiere al procedimiento para modificaciones en dibujos o especificaciones.

PROCEDIMIENTO. 1.0.

1.1 El Departamento Técnico indicará la última revisión efectuada en cada dibujo.

1.2 Los dibujos obsoletos deberán ser destruidos y sustituidos, revisados y puestos al día, cada vez que se haga algún cambio en los mismos.

PROCEDIMIENTO SMI. 2.1.

1.1 Solicitud de modificación a ingeniería.

2.1 El Departamento Técnico recibe la SMI para evaluación, aprobación y subsecuente procesamiento.

2.2 El Departamento Técnico revisará las órdenes en proceso para detectar cualquiera que pueda afectarse por la modificación a efectuarse.

2.3 Si la SMI se refiere a modificaciones en especificaciones que se anotan en las ordenes de taller, entonces el Departamento de Control de Calidad deberá asegurarse que las copias

de la SMI lleguen al Departamento de Producción y que éste efectúe los cambios necesarios en sus procesos y órdenes de taller.

2.4 Una copia de la SMI se archivará en el Departamento de Control de Calidad para referencias futuras.

#### CALIBRACION Y CONTROL DE EQUIPOS DE MEDICION. "PCC 8.0"

PROPOSITO. Proveer de un procedimiento sistemático para el control y calibración de los equipos usados en producción, para medir y asegurarse que el control dimensional de los productos se mantiene en todos los procesos de manufactura.

#### RESPONSABILIDAD. A C C I O N.

1.0 Supervisor de Manufactura.

1.1 Someter todos los equipos de medición al Departamento de Control de Calidad para calibración, en la fecha en que dicha calibración deba efectuarse.

1.2 Someter inmediatamente al Departamento de Control de Calidad, cualquier equipo de medición que se encuentre defectuoso. Esto incluye equipos propiedad de la compañía, así como propiedad de cualquier otra persona.

2.0 Departamento de Control de Calidad.

2.1 Supervisar este sistema, efectuando auditorías periódicas al equipo de medición, para asegurarse que ha sido y se encuentra debidamente calibrado en el mes que se programó su revisión y que no ha vencido el período para la siguiente revisión.

#### IV.10 AUDITORIAS INTERNAS DE CONTROL DE CALIDAD.

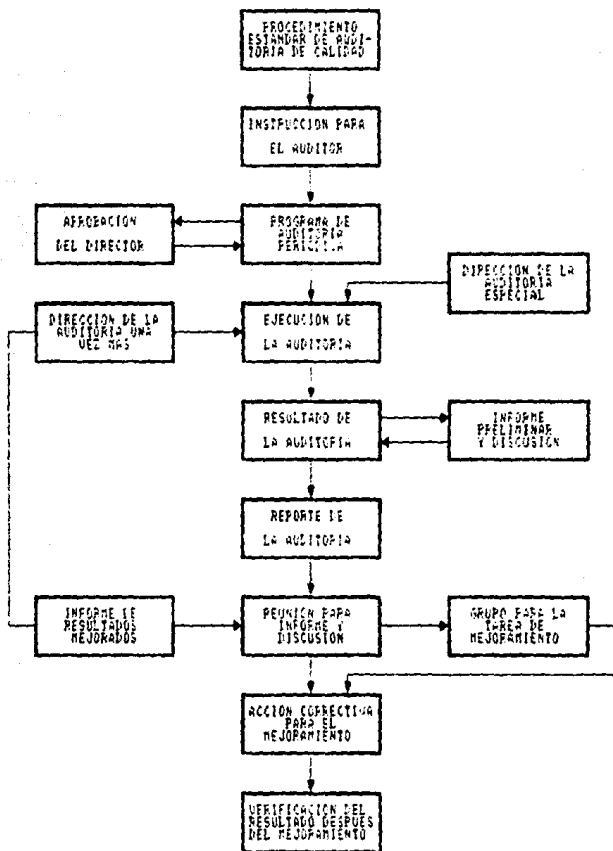
Cuando se implanta un sistema de aseguramiento de calidad es muy importante vigilar la manera en que se está llevando a cabo, es decir, se está realizando de forma correcta o de estar fallando, conocer las causas que originan dicha falla.

La auditoría de control de calidad sirve para hacer el seguimiento de proceso de control. Realiza el diagnóstico del caso y muestra como corregir las fallas que pueda tener.

Se debe, por lo tanto, aplicar un sistema completo de auditorías planeadas y periódicas, para verificar el acatamiento a todos los aspectos del programa de aseguramiento de calidad y determinar su eficacia.

Todos los procedimientos que anteriormente se presentaron, se consideran importantes para asegurar que la calidad del producto cumpla con las especificaciones y los requisitos del cliente. Por lo mismo, el Departamento de Control de Calidad es responsable de ver que todos los procedimientos sean correctamente interpretados y adecuadamente implementados. Para lograrlo, se efectúan auditorías de los procedimientos de control de calidad, así como de los productos y sus procesos. Los resultados de las auditorías se reportarán a las áreas de la compañía a las que se les ha conferido la responsabilidad para la correcta ejecución de las tareas involucradas.

## CICLO DE VIDA DE UNA AUDITORIA



Las medidas o razones con desviaciones encontradas en las auditorías deberán ser investigadas por el Departamento de Control de Calidad.

Cuando Control de Calidad esté satisfecho con los resultados de las medidas correctivas o con la forma de implementarlas, la situación deberá hacerse del conocimiento de la Gerencia para su inmediata solución.

#### EL AUDITOR DE LA CALIDAD Y GRUPOS DE AUDITORIA.

La Norma Oficial Mexicana para las auditorías de calidad NOM-CC-8 establece que para llevar a cabo las auditorías de calidad deberán tenerse previamente cubiertos los siguientes aspectos:

- Que el auditor está calificado para conducir eficazmente las auditorías.
- Que se tiene un sistema de calidad documentado.
- Que se tiene disponibilidad de los elementos sujetos a revisión.
- Que los resultados de las auditorías se reportan formalmente.
- Que se dará seguimiento a las auditorías.
- Que está asegurada la calidad de la auditoría tomando en cuenta la planeación, implantación, ejecución, control y su seguimiento.
- Que se tiene disponibilidad de recursos y apoyos ade-

cuados para llevarlas a cabo.

Así mismo, la norma define las características del auditor, los grupos de auditoría, el departamento de auditoría y los componentes de éstos.

#### CARACTERISTICAS DEL AUDITOR.

Debido a que el auditor es uno de los elementos más importantes para la calidad de las auditorías, se han previsto en este capítulo las características más importantes que debe cumplir como lo son:

- Responsabilidad.
- Calificación.
- Independencia.
- Desempeño.
- Confidencialidad.

Dentro de cada subcapítulo se indican con suficiente amplitud cada una de esas características haciendo énfasis en particularidades de cada una de ellas.

#### RESPONSABILIDAD.

En responsabilidad se establecen los aspectos en que debe ser responsable como lo son: cumplir con las normas de auditorías aplica-



bles, definir objetivos de las auditorías, planear e implantar de manera eficiente y efectiva la auditoría, informar de los resultados, auditar los resultados de las acciones correctivas, salvaguardar y retener los documentos de las auditorías respetando su confidencialidad y mantener su independencia con respecto a la organización auditada, con el fin de asegurar su imparcialidad.

#### **CALIFICACION.**

Bajo el subcapítulo de calificación, se establece que es vital que el auditor esté calificado y posea la competencia adecuada para efectuar auditorías. La calificación se logra mediante la instrucción, entrenamiento y experiencia necesarios para los tipos de auditorías en que intervendrá; así que de esta manera se puede estar calificado para efectuar auditorías, como ejemplos: a sistemas de calidad, a productos, a procesos; o bien solamente en la participación de ciertos aspectos de la auditoría referentes a su experiencia particular. Las características del auditor que contribuyan a su efectividad deben ser consideradas para su selección, balanceando su experiencia, instrucción y conocimientos contra su carácter y personalidad. Se prevee en la norma que entre otras cosas, debe cubrir las siguientes.

a) Capacidad:

- Para comunicación efectiva en las diferentes formas.
- Para planear y controlar.
- Para obtener cooperación de los involucrados en las

auditorías.

- Para dirigir, supervisar, delegar, logro de aceptación.
- Para tomar decisiones, separar hechos verdaderos de opiniones.
- Para administrar. Archivo de registros, informes, etc.
- Para trabajar independientemente, sistemática y enérgicamente.
- Para adquirir y emplear conocimientos y habilidades especiales.
- Para adaptarse al cambio de trabajos asignados.
- Tener capacidad y rigurosidad en el análisis.
- Para causar buena impresión en aspecto y comportamiento.
- Tener inteligencia alerta, tener comprensión y razonamiento.
- Tener estabilidad emocional: calma, seguridad en sí mismo.
- Tener buen carácter: honesto, formal, constructivo, atento, diplomático.
- Tener buena actitud (valores humanos, hábitos de trabajo, iniciativa, etc.)

b) Instrucción:

- Se establece que el auditor debe poseer y mantener

una instrucción básica suficiente con el fin de analizar sus funciones de manera profesional.

c) Conocimientos:

- Se establece que el auditor debe conocer los códigos, normas, especificaciones, contratos y otros documentos que sirvan como referencia general en las áreas auditadas.

Debe poseer también conocimientos sobre gestión de la calidad, así como conceptos básicos, principios y técnicas de auditoría. De igual forma dependiendo de la naturaleza de la auditoría puede requerir de conocimientos especiales adicionales.

d) Habilidades:

- Se fija el requerimiento para el auditor sobre sus habilidades de la comunicación, relaciones interpersonales, la investigación, de manejo de técnica analítica; de recolección, examen y evaluación de evidencias, entre otras, las cuales deben ser desarrolladas mediante el entrenamiento y práctica bajo la supervisión de personas competentes.

e) Personalidad:

- La norma considera vital el que el auditor posea una personalidad que contenga características como la sinceridad, la confianza en sí mismo, debiendo

reconocer sus propios prejuicios.

f) Experiencia:

- Bajo este rubro la norma considera importante e indispensable para asegurar la efectividad de una auditoría, que el auditor posea la experiencia suficiente en todas las fases y aspectos particulares de la auditoría. Señala además que mientras se va adquiriendo la experiencia se debe trabajar bajo la supervisión de auditores más experimentados. Los auditores líderes serán los de mayor experiencia.

g) Requisitos formales de la calificación.

- La norma prevee en este punto el que se hagan evaluaciones y certificaciones del auditor por la dirección de la organización auditada o por el empleador del auditor o una Institución de reconocido prestigio o por una asociación profesional. Los exámenes y certificaciones de auditores deben realizarse con procedimientos bien establecidos. Así mismo se prevee que el auditor una vez calificado mantenga esta condición mejorando sus conocimientos, habilidades y experiencia mediante el estudio y la revisión de normas, códigos, sistemas de calidad, etc., que participe regularmente en

programas de capacitación y entrenamiento y sobre todo participando regular y activamente en auditorías.

#### **INDEPENDENCIA.**

En el subcapítulo de Independencia, se establece como medular para permitir imparcialidad en las auditorías y que ésta tenga toda la objetividad necesaria, que el auditor sea independiente de las actividades y del área que está siendo auditada y, de manera primordial, que haya ausencia de conflictos e intereses del auditor con la empresa o área que está siendo auditada.

#### **DESEMPEÑO.**

Para el Subcapítulo de Desempeño se establece que la calidad de una auditoría depende de la ejecución y el desempeño que el auditor ponga en su función en todos los aspectos relacionados cubriendo: su planeación, evaluación de requisitos, aplicación de normas y directrices, revisión y análisis cuidadoso de materiales y evidencias, cumplir con el alcance de la auditoría, estar alerta sobre indicadores de evidencia que impacten la auditoría, reportar de inmediato las deficiencias críticas, trato discreto sobre la información, mantener conducta ética, informar oportunamente de los resultados de la auditoría en forma clara y con conclusiones.

**CONFIDENCIALIDAD.**

En cuanto al subcapítulo de Confidencialidad se establece que el auditor no debe divulgar la información, el contenido o los resultados de una auditoría, sin el permiso previo del cliente y de la organización auditada o que sea requerido por una autoridad competente o se tenga claramente establecido en los convenios contractuales.

**GRUPOS DE AUDITORIA.**

Se establece que en grupos de dos o más auditores debe designarse a un auditor como líder del grupo, requiriéndose que este líder sea el responsable de la ejecución colectiva de la auditoría en todas las etapas de una asignación de auditoría. El auditor líder debe ser un auditor experimentado con capacidad de dirección y debe participar en la selección de los demás auditores del grupo.

El auditor líder tiene la autoridad para la toma de decisiones finales, coordina y representa al grupo y es responsable del informe de la auditoría. Los demás auditores deben cooperar y apoyar al líder, teniendo la obligación colectiva de lograr la calidad de auditoría.

**DEPARTAMENTO/GRUPOS DE AUDITORIA.**

Para las auditorías que no son específicas en cuyo caso

pueden operar grupos de auditorías como los descritos antes, se establece la formación de grupos permanentes de auditorías dentro de una organización constituyendo así un Departamento de Auditorías con funciones bien definidas como la formulación, iniciación y supervisión de un programa de auditorías. En estos casos la Dirección General de la Organización debe designar a un directivo o a un líder auditor para manejar el Departamento de Auditoría, proporcionándole la autoridad suficiente para decisiones importantes y los recursos económicos y materiales requeridos. El responsable del Departamento le reportará al Director General y designará a los auditores líderes y establecerá los procedimientos, manejará su propio presupuesto departamental y contará con el personal de apoyo y un sistema de informe de resultados.

Se establece también la necesidad de que el Departamento de Auditorías cuente con su propio programa de aseguramiento de calidad para asegurar que las auditorías serán efectivas con apego a las normas de auditoría.

#### **COMPONENTES DE UN GRUPO DE AUDITORIA.**

En este subcapítulo se prevee la inclusión de otras personas en el grupo auditor además de los auditores y el líder de auditores, dependiendo su inclusión del tipo de auditoría particular de que se trate. Esas personas cubren la necesidad de tener técnicos especialistas u observadores. Los técnicos especialistas deberán ser expertos en los campos que serán de mucha ayuda para la auditoría, como pueden

ser en diseños de producto, sistema electrónicos, computacionales, procesos de soldadura, pruebas no destructivas y otros. Los observadores pueden ser auditores en entrenamiento o miembros de la organización o del cliente o de otra organización que se requiere que participen en la auditoría por alguna causa perfectamente definida, la cual estará sujeta a reglas para las actividades que desempeñarán los observadores durante la auditoría.

#### PROCEDIMIENTO DE AUDITORIA INTERNA. "PCC 9.0"

**ALCANCE.** Descripción de procedimiento a seguir al efectuar auditorías al sistema de control de calidad.

**GENERAL.** 1.0 La auditoría al sistema de control de calidad, será responsabilidad del Gerente General de la Empresa.

1.1 Una auditoría extensa deberá efectuarse a intervalos aproximados de doce meses.

1.2 El equipo de auditores consistirá de por lo menos dos personas designadas por el Gerente General y podrá incluir a una persona del Departamento de Control de Calidad.

2.0 El equipo de auditores efectuará la auditoría, utilizando la lista de revisión que forma parte de este procedimiento. La auditoría consiste en observaciones hechas por personal adecuado y una revisión de los archivos y demás documentos utilizados por el Departamento de Control de Calidad.



RESULTADOS. 3.0 Un reporte completo por escrito de los resultados y hallazgos de la auditoría, deberá entregarse a la Gerencia General dentro de los 7 días siguientes con copias del reporte a los Jefes de Departamento directamente afectados por la auditoría.

3.1 Los Jefes de Departamento investigarán las desviaciones encontradas en su Departamento y las recomendaciones que aparecen en el Reporte de Auditoría y deberá preparar una contestación por escrito al Departamento de Control de Calidad, dentro de las dos semanas siguientes; dicha respuesta deberá incluir la acción correctiva tomada y demás consideraciones que se estimen convenientes.

3.2 El Departamento de Control de Calidad designará a una persona que se hará cargo de supervisar que todas las desviaciones detectadas queden corregidas dentro de un lapso razonable.

3.3 Todos los reportes mencionados en este procedimiento deberán archivarse en el Departamento de Control de Calidad.

#### LISTA BASICA DE AUDITORIA DEL SISTEMA DE CONTROL DE CALIDAD.

##### I. GENERAL.

1.0 Existe un organigrama del Departamento de Control de Calidad actualizado?

2.0 La asignación de responsabilidades está actualizada?

3.0 Hay una lista básica de auditoría actualizada?

##### II. PROCEDIMIENTOS DE CONTROL DE CALIDAD.

## A. CONTROL DE MODIFICACIONES.

1.0 Existe un record de las revisiones a los dibujos actualizados?

2.0 Los dibujos en el Departamento de Manufactura y en proceso son los actualizados?

3.0 Está en funcionamiento un método para determinar que las especificaciones actualizadas sean las que estén en uso y que toda la información al respecto llegue a las personas que lo requieren?

## B. CONTROL DE MATERIALES Y PARTES.

1.0 El Departamento de Control de Calidad dispone de medios adecuados para asegurarse de que la información en las ordenes de compra es la que se requiere para que el proveedor suministre materiales o productos acorde a nuestras especificaciones?

2.0 Los requerimientos de certificación están debidamente documentados y existe un sistema de control de operación?

3.0 Los materiales no se mueven fuera del área de revisión hasta que no han sido inspeccionados?

4.0 La lista de proveedores aprobados está actualizada?

5.0 El Departamento de Control de Calidad efectúa inspecciones en las fábricas de los proveedores cuando así se requiera?

6.0 El Departamento de Compras está incluyendo requerimientos de control de calidad en las ordenes de compra, cuando así se especifica?

C. INSPECCION AL RECIBO DE MATERIALES.

- 1.0 Las personas encargadas de recibo, checan si el material viene de acuerdo a las órdenes de compra y a las listas de empaque?
- 2.0 Se revisa si los materiales vienen correctamente identificados con etiquetas u otras señales?

D. CONTROL DE MATERIALES RECHAZADOS.

- 1.0 El material rechazado se encuentra debidamente identificado y separado?
- 2.0 Las acciones correctivas sobre materiales rechazados están debidamente iniciadas y son materiales de supervisión por parte de control de calidad?
- 3.0 Se lleva un registro de materiales rechazados?

E. CONTROL DE HERRAMIENTAS Y APARATOS DE MEDIDA.

- 1.0 Se lleva un registro de herramientas y aparatos de medida?
- 2.0 Se efectúan calibraciones de equipos de medición en las fechas preestablecidas?

F. DOCUMENTOS Y REGISTROS DE CONTROL DE CALIDAD.

- 1.0 Los registros están completos, legibles y correctamente

identificados?

2.0 Los registros se archivan en orden para poder consultar fácilmente?

#### G. ALMACENAMIENTO, EMPAQUE Y EMBARQUE.

1.0 El almacenamiento, empaque y embarque de los productos terminados se efectúa de acuerdo a las instrucciones?

#### H. AUDITORIAS DE CONTROL DE CALIDAD.

1.0 Las auditorías se efectúan de acuerdo a un programa preestablecido y los reportes se registran adecuadamente?

### IV.11 ANALISIS Y TOMA DE DECISIONES SOBRE RECHAZOS.

Para las situaciones en las cuales la calidad no es satisfactoria, se investigarán las causas de el problema y se dará solución, ésto mediante medidas correctivas en las áreas afectadas.

Corresponde al Departamento de Control de Calidad informar de todas las investigaciones y acciones correctivas tomadas, las solicitudes de acción correctiva pueden originarse en cualquier Departamento.

El Departamento de Control de Calidad deberá detectar la

necesidad de establecer acciones correctivas en procesos o en productos que no se identifican a través de los reportes de Control de Calidad.

Cada investigación sobre acciones correctivas tomadas se asigna al Departamento apropiado, quien es responsable de determinar e implementar la corrección dentro de un período razonable y reportar los resultados al Departamento de Control de Calidad.

#### **IV.11.1. PROCEDIMIENTO DE ACCION CORRECTIVA Y RETROALIMENTACION. "PCC 10.0"**

**PROPOSITO.** Proveer un sistema y procedimiento para una rápida acción correctiva y retroalimentación de información sobre materiales, piezas o ensambles que se encontraron fuera de especificación durante la inspección de recibo, procesos de manufactura, ensamble o inspecciones subsecuentes u operaciones de prueba.

**ALCANCE.** Establecer procedimientos para:

1. Determinar la causa e implantar acciones correctivas efectivas a materiales, piezas o ensambles que no sean conforme a las especificaciones de la Empresa o del cliente.
2. Una rápida retroalimentación de información sobre las medidas correctivas efectuadas.
3. Implementación de medidas correctivas aplicables a los Departamentos de Producción, Inspección, Procesamiento y Maquinado, para la prevención de situaciones discrepantes recurrentes.

RESPONSABILIDADES. 1.0 El Departamento de Control de Calidad es responsable del reporte inmediato de discrepancias o desviaciones detectadas en los procesos de manufactura. Esta responsabilidad incluye la reinspección de los productos devueltos a la Empresa, para determinar la validez de la inspección hecha por el cliente.

2.0 El Departamento de Control de Calidad es responsable de:

2.1 Revisar las causas y las medidas correctivas tomadas que aparecen en las etiquetas de rechazo de los procesos de manufactura.

2.2 Solicitar y revisar las causas y las medidas correctivas tomadas por los proveedores o maquiladores en los productos o materiales suministrados por ellos.

2.3 Evaluar que tan adecuadas son las acciones correctivas tomadas.

2.4 Revisar las operaciones de manufactura para determinar la efectividad de las acciones correctivas tomadas.

2.5 Transmitir información sobre las medidas correctivas al Departamento de Ventas como se requiera en las quejas relativas de los clientes.

3.0 El supervisor de manufactura es responsable de:

3.1 Proveer información sobre acciones correctivas tal y como lo requiere el Departamento de Control de Calidad.

3.2 Corregir las deficiencias como se propone.

3.3 Supervisar la acción tomada para asegurar su confiabilidad en futuras producciones de equipos similares.

4.0 El Departamento de Ventas es responsable de:

4.1 Transmitir y recibir información relevante respecto a las medidas correctivas tomadas de los materiales que presentan desviaciones de las especificaciones.

PROCEDIMIENTO. 5.0 Las desviaciones observadas durante los procesos de manufactura, deberán anotarse en la orden de taller y el material identificado con la etiqueta de rechazo.

5.1 Todas las copias del reporte de rechazo deberán enviarse al Departamento de Control de Calidad para su distribución.

5.2 El Departamento de Control de Calidad debe determinar la necesidad de una acción correctiva y asegurarse que el supervisor de manufactura incluya esta información en la orden del taller.

5.2.1 Esta información puede ser usada para preparar la inspección y subsecuente supervisión por el Departamento de control de Calidad, así como la tabulación de las desviaciones encontradas.

5.3 El Departamento de Control de Calidad deberá revisar los reportes de rechazo y determinar la efectividad de las medidas correctivas tomadas y efectuar los cambios en procesos o actividades necesarias si aparecieran desviaciones recurrentes.

6.0 Los productos devueltos por el cliente a la Empresa debidamente autorizados serán inspeccionados por el Departamento de Control de Calidad y los resultados reportados al Departamento de Ventas.

6.1 Los Departamentos de Control de Calidad, Manu-

factura y control de materiales, en conjunto, deberán evaluar la información para determinar la causa de la desviación.

6.2 Un reporte de lo que se encontró y las medidas correctivas propuestas, si se requieren, deberán someterse a la consideración del cliente para su revisión y eventual disposición.

6.3 Los Departamentos de Control de Calidad, Manufactura y control de Materiales, en conjunto, determinarán el destino de los materiales rechazados.

7.0 El Departamento de Control de Calidad y el de Ventas, deberán asegurar que todas las soluciones para determinar la causa y sus correspondientes acciones correctivas se lleven a cabo adecuadamente y se prepare y distribuya un informe al respecto.



**CAPITULO V**  
**EVALUACION ECONOMICA.**

## V.1 INTRODUCCION.

La tarea primordial del ingeniero es contribuir directa o indirectamente a que los recursos disponibles sean asignados, entre los distintos proyectos, al que rinda el máximo de beneficios.

La evaluación de proyectos consiste en determinar los parámetros de rentabilidad del o de los proyectos en estudio para jerarquizarlos en función de su aportación a los objetivos de la Empresa.

La rentabilidad de un proyecto de inversión comúnmente se mide con los parámetros del Valor Presente Neto (VPN), Tasa Interna de Retorno (TIR) y Relación Beneficio / Costo (B/C); el primero es la suma aritmética de los flujos actualizados de ingresos y egresos esperados del proyecto; el segundo es la tasa de actualización para el cual el VPN es cero, o sea la tasa de interés para la cual los ingresos y egresos actualizados son iguales; y el tercero es el coeficiente de los ingresos sobre los egresos actualizados. Dependiendo del o los parámetros de evaluación empleados se selecciona el proyecto con el mayor VPN, o el mayor TIR o mayor relación B/C.

La evaluación de proyectos está íntimamente ligada con la planeación tanto a nivel micro como macro. Desde el punto de vista de la Empresa es necesario planear la etapa de crecimiento, identificando las variaciones posibles del mercado y los momentos adecuados de ampliación y contracción de la oferta para optimizar recursos y utilidades.

Evaluar un proyecto significa elaborar un conjunto de antecedentes que permitan estimar las ventajas y desventajas que trae consigo asignar recursos a su realización.

## **V.2 POR QUE HACER EVALUACIONES ECONOMICAS.**

La actividad más importante del ser humano y de las instituciones de que forma parte, es la TOMA DE DECISIONES, esto implica la selección de una o varias estrategias hacia la consecución de un objetivo. Generalmente, las decisiones que podemos tomar influyen en nuestra posición económica presente y futura. Por lo tanto, debemos hacer una EVALUACION ECONOMICA de cada una de las alternativas.

La evaluación económica, de todas las alternativas que se tienen a mano, es una de las últimas fases de todo un estudio completo para la cual tiene que recopilarse mucha información; esta información: mercados, materias primas, precios y costos, etc., tiene relevancia porque influye en la información respecto a erogaciones y percepciones de cada una de las proposiciones. Lo dicho antes nos indica que es de la mayor importancia identificar y delimitar cada alternativa viable de resolver el problema, así como cuantificar, con la mayor precisión posible todos los méritos y deméritos en términos monetarios.

### **QUE ES UNA DECISION?**

Una decisión es una asignación irrevocable de recursos a una

determinada estrategia. De la irrevocabilidad de la asignación surge la importancia de la evaluación, ya que deseamos tomar la decisión cuya estrategia o curso de acción sea el "más conveniente" económicamente.

Es muy importante identificar y delimitar cada alternativa viable de resolver el problema, así como cuantificar, con la mayor precisión posible, todos sus méritos y deméritos en términos monetarios.

### **V.3 ESTUDIO ECONOMICO.**

Con la finalidad de asegurar resultados financieros positivos en el desarrollo del proyecto, es necesario realizar un estudio económico, con el cual se podrá evaluar la rentabilidad del mismo.

#### **V.3.1. CONCEPTOS BASICOS PARA EL ESTUDIO ECONOMICO.**

Los conceptos necesarios a considerar para estructurar el análisis económico de cualquier proyecto son:

1. INVERSION A REALIZAR.
2. BENEFICIOS A OBTENER.
3. VIDA ECONOMICA DEL PROYECTO.
4. COSTO DE CAPITAL.

1. La inversión a realizar se refiere a los desembolsos necesarios para llevar a cabo el proyecto. Estas salidas de efectivo se

Clasifican en:

- a) **ACTIVOS FIJOS.**
  - EDIFICIO
  - MAQUINARIA Y EQUIPO.
  - MOBILIARIO Y EQUIPO DE OFICINA.
  - EQUIPO DE TRANSPORTE.
- b) **CAPITAL DE TRABAJO.**
  - CAJA Y BANCOS.
  - INVENTARIOS.
  - CUENTAS POR COBRAR.
  - CUENTAS POR PAGAR.
  - IMPUESTOS.
- c) **GASTOS.**
  - DE VENTAS.
  - DE ADMINISTRACION Y FINANCIEROS.
  - DE CONSERVACION DE INSTALACIONES.
  - FLETES, SEGUROS, ETC.

2. Los beneficios a obtener son los ingresos captados durante la vida y operación del proyecto y son el resultado de las utilidades generadas más la depreciación de activos. Es necesario considerar en este punto, que en muchos casos existen factores intangibles que no pueden expresarse en términos monetarios, pero que pueden ser determinantes al momento de tomar una decisión. Un ejemplo de esto puede ser: la satisfacción del cliente.

3. La vida económica del proyecto es el tiempo de planeación para el estudio económico, durante el cual se toman los flujos de efectivo generados por el mismo. Para nuestro estudio consideremos 5 años.

4. Costo de Capital es el costo que la Empresa tiene que erogar cada período por el dinero que utiliza para adquirir sus activos. Esto se determina por medio de un costo promedio ponderado.

#### V.3.2. INDICADORES UTILIZADOS EN LA EVALUACION.

Para llevar a cabo el estudio económico es necesario utilizar ciertos indicadores, los cuales nos darán información suficiente para la toma de decisiones.

Los indicadores que vamos a utilizar son:

- A) VALOR PRESENTE NETO (VPN)
  - B) TASA INTERNA DE RETORNO (TIR)
  - C) RELACION BENEFICIO COSTO (B/C)
- 
- A) VALOR PRESENTE NETO (VPI)

Este método es probablemente el más versátil de los procedimientos de evaluación. En este método los gastos o los ingresos futuros se transforman en dinero equivalente hoy. Así se puede ver la ventaja

económica del proyecto.

El valor Presente se determina mediante la ecuación:

$$V.P. = F \left[ \frac{1}{(1 + i)^n} \right]$$

En donde: V.P. = Valor Presente.

i = Tasa de interés.

n = Año para el cual está siendo calculado.

F = Valor Futuro.

La cantidad entre paréntesis cuadrados se conoce como Factor del Valor Presente.

#### B) TASA INTERNA DE RETORNO.

La tasa de retorno es la tasa de interés pagada sobre saldos insolutos de dinero en préstamo o la tasa de interés ganada sobre el saldo no recuperado de una inversión (préstamo), de tal manera que el pago o el ingreso final lleva el saldo a cero, considerando el interés (ganado o adeudado).

La tasa de retorno se considera como un porcentaje y siempre será positiva. En los cálculos de la tasa de retorno, el objetivo es hallar la tasa de interés a la cual la suma presente y la suma futura son equivalentes. La base fundamental del método de la tasa de Retorno es una ecuación de la tasa de retorno, una expresión que simplemente

igual a una suma presente de dinero con el valor presente de sumas futuras.

Para determinar el valor de la tasa de retorno "i" de un proyecto, el valor presente de los desembolsos "D" se iguala al valor presente de los ingresos "R", es decir, partiendo de la siguiente ecuación en forma general:

$$P_D = P_R$$

o sea,

$$0 = -P_D + P_R$$

$$0 = -F_D (P/F, i\%, n) + F_R (P/F, i\%, n)$$

En este análisis, inversiones son desembolsos y recibos de dinero son ingresos. En la ecuación, "i" deberá despejarse por ensayo y error.

La Tasa de Retorno será siempre mayor que cero a condición de que el monto total de ingresos sea mayor que el de desembolsos.

#### C) RELACION BENEFICIO / COSTO (B/C)

Este método se basa en la razón de los beneficios a los costos asociados con un determinado proyecto y se considera a veces como un método suplementario, ya que se utiliza en conjunto con el del Valor



Presente o Tasa de Retorno. Así que el primer paso en un análisis B/C es determinar qué elementos constituyen beneficios y cuáles costos, - después, éstos deben convertirse a una unidad monetaria común. En general, los beneficios son ventajas que recibe el propietario. Cuando el proyecto comprende desventajas, éstas se conocen como desbeneficios; los costos son los gastos que se prevén para construcción, mantenimiento, operación, etc.

La relación B/C se calcula con:

$$B/C = \frac{\text{Beneficios} - \text{Desbeneficios}}{\text{Costos}}$$

### V.3.3. DESARROLLO DEL ESTUDIO.

Para el desarrollo del estudio, consideremos un valor del dinero a través del tiempo como pesos constantes, por lo que no habrá factores de inflación anuales.

Para iniciar de una forma clara, tomemos en cuenta los siguientes datos, los que nos servirán para determinar el costo total de producción.

## PRONOSTICO DE VENTAS (REPARACIONES)

AÑO	UNIDADES
1991	240
1992	300
1993	360
1994	450
1995	600

T A B L A 1

Se consideran los dos materiales que se reemplazan con mayor frecuencia en la reparación de los transformadores.

## CALCULO DEL COSTO DE BOBINAS

AÑO	CONSUMO ANUAL UNIDADES.	PRECIO UNIT. (MILES)	TOTAL (MILES)
1	720	1'040	748,800
2	900	1'040	936,000
3	1,080	1'040	1'123,200
4	1,350	1'040	1'404,000
5	1,800	1'040	1'872,000
TOTAL	5'850		6'084,000

T A B L A 2

## CALCULO DEL COSTO DE ACEITE

AÑO	CONSUMO ANUAL LITROS.	PRECIO UNIT. (MILES)	TOTAL (MILES)
1	144,000	1.4	201,600
2	180,000	1.4	252,000
3	216,000	1.4	302,400
4	270,000	1.4	378,000
5	360,000	1.4	504,000
TOTAL	1'170,000		1'638,000

## T A B L A 3

## CALCULO DEL COSTO DE MANO DE OBRA DIRECTA

AÑO	No. OPERARIOS	SUELDO MENS.	TOTAL (MILES)
1	20	600,000	144,000
2	24	600,000	172,800
3	28	600,000	201,600
4	34	600,000	244,800
5	40	600,000	288,000

## T A B L A 4

## 1) DESGLOSE DE INVERSIONES.

CONCEPTO	INVERSION ( MILES )	TOTAL
Maquinaria	250,000	
Equipo de Laboratorio	120,000	
Mob. y Eq. de Oficina	50,000	
Equipo de Transporte	100,000	
		520,000

## T A B L A 5

Un concepto importante a considerar en esta parte es la depreciación, que se define como: "Un descenso en el valor de la propiedad, debido al uso, deterioro u obsolescencia". Independientemente de las razones por las cuales un activo puede perder su valor, la depreciación debe tenerse en cuenta en los estudios económicos debido a los efectos impositivos favorables. Los impuestos se pagan sobre los ingresos netos menos la depreciación anual, disminuyendo en consecuencia el gravámen pagado.

Enseguida se presenta el equipo que se requiere, con los respectivos porcentajes de depreciación.

CONCEPTO	% DEPRECIACION	AÑOS
Horno de secado	10	10
Bobinadoras	10	10
Grua	10	10
Equipo para pintado	10	10
Filtro de aceite	10	10
Equipo de laboratorio	10	10
Mobiliario	10	10
Equipo de transporte	20	5

T A B L A 6

## DESGLOSE DE DEPRECIACIONES (miles)

CONCEPTO	1991	1992	1993	1994	1995
Horno secado	2,000	2,000	2,000	2,000	2,000
Bobinadoras	14,000	14,000	14,000	14,000	14,000
Grua	2,500	2,500	2,500	2,500	2,500
Eq. Pintado	2,500	2,500	2,500	2,500	2,500
Filtro Aceite	4,000	4,000	4,000	4,000	4,000
Eq. Laboratorio	12,000	12,000	12,000	12,000	12,000
Mobiliario	5,000	5,000	5,000	5,000	5,000
Eq. Transporte	20,000	20,000	20,000	20,000	20,000
<b>DEPRECIACION TOTAL</b>	<b>62,000</b>	<b>62,000</b>	<b>62,000</b>	<b>62,000</b>	<b>62,000</b>

T A B L A 6

## a) CAPITAL DE TRABAJO.

Para este proyecto, el capital de trabajo está integrado por caja y bancos y por el inventario de materia prima (bobinas y aceite). No existe inventario de producto terminado, porque una vez concluida la reparación, el transformador es entregado al cliente y éste paga de contado dicha compostura.

Para el capital en caja y bancos suponemos que se tendría una cantidad equivalente a dos meses de sueldos y un mes de materia prima.

	1991	1992	1993	1994	1995
Capital en Bancos (miles)	103,200	127,800	152,400	189,300	246,000

## INVENTARIO DE MATERIA PRIMA (BOBINAS)

Para el cálculo de este inventario consideramos 15 días de stock, a un costo de \$1'040,000/Unidad.

$$\text{Factor de inventario} = \frac{(\text{costo M.P./unidad})(\text{días invent.})}{365}$$

$$\text{Costo Anual de Inventario} = (\text{factor inv.}) (\text{consumo anual})$$

Sustituyendo datos:

$$\text{Factor de inventario} = \frac{1'040,000 \times 15}{365} = 42,739.72 \text{ \$/unidad}$$

Aplicando este factor, obtenemos el costo anual de inventario.

## T A B L A B

AÑO	MATERIA PRIMA \$/UNIDAD	FACTOR INV. \$/UNIDAD	CONSUMO ANUAL MATERIA PRIMA UNIDADES	COSTO INV. ANUAL (MILES)
1991	1'040,000	42,739.72	720	30'772
1992	1'040,000	42,739.72	900	38'465
1993	1'040,000	42,739.72	1'080	46'158
1994	1'040,000	42,739.72	1'350	57'698
1995	1'040,000	42,739.72	1'800	76'931

## INVENATRIO DE MATERIA PRIMA (ACEITE)

Para este cálculo, consideremos 15 días de stock a un costo de \$1,400/litro.

$$\text{Factor de inventarios} = \frac{(\text{Costo de Mat. Prima})(\text{dfas invent.})}{365}$$

$$= \frac{1400 \text{ \$/litro} \times 15}{365} = 57.53 \text{ \$/litro}$$

## COSTO DE INVENTARIO ANUAL

AÑO	MATERIA PRIMA \$/LITRO	FACTOR INV. \$/LITRO	CONSUMO ANUAL	COSTO
			MATERIA PRIMA LITROS	INV. ANUAL (MILES)
1991	1,400	57.53	144,000	8'284.32
1992	1,400	57.53	180,000	10'355.40
1993	1,400	57.53	216,000	12'426.48
1994	1,400	57.53	270,000	15'533.10
1995	1,400	57.53	360,000	20'710.80

## T A B L A 9

CAPITAL DE TRABAJO  
(MILES)

CONCEPTO	1991	1992	1993	1994	1995
BANCOS	103'200	127,800	152,400	189,300	246,000
INVENTARIO					
M.P. Bobinas	30'772.60	38'365.75	46'158.90	57'698.63	76'931.50
M.P. Aceite	8'284.32	10'355.40	12'426.48	15'533.10	20'710.80
TOTAL	142'256.92	176'621.15	210'985.38	262'531.73	343'642.30

## T A B L A 10

## b) GASTOS

Los gastos de ventas forman parte del costo de distribución y para nuestro estudio consideremos un 6% del costo total. Para los gastos de Administración un 9%. Estos valores han sido determinados en base a la operación de una empresa del ramo en años anteriores.

## 2) BENEFICIOS A OBTENER.

## CALCULO DE LOS INGRESOS POR REPARACIONES.

AÑO	NUMERO REPARACIONES ANUAL	PRECIO POR REPARACION (MILES)	T O T A L (MILES)
1991	240	7'800	1'872,000
1992	300	7'800	2'340,000
1993	360	7'800	2'808,000
1994	450	7'800	3'510,000
1995	600	7'800	4'680,000

T A B L A 11

Se fija como tasa de interés mínima atractiva el 35% anual, el cual se determinó tomando el 25% como costo porcentual promedio (CPP) más 10% de utilidad adicional por riesgo de capital.



## CALCULO DE BENEFICIOS DESPUES DE IMPUESTOS

(miles)

CONCEPTO	1991	1992	1993	1994	1995
REPARACIONES (unidades)	240	300	360	450	600
PRECIO POR REPARACION	7,800	7,800	7,800	7,800	7,800
INGRESOS POR REPARACION	1'872,000	2'340,000	2'808,000	3'510,000	4'680,000
COSTO DE PROD/ UNIDAD	4,560	4,536	4,520	4,504	4,440
COSTO TOT. DE FABRICACION	1'236,656	1'537,421	1'838,185	2'289,331	3'007,642
DEPRECIACION	62,000	62,000	62,000	62,000	62,000
COSTO TOTAL	1'298,656	1'599,421	1'900,185	2'351,331	3'069,642
UTILIDAD BRUTA	573,344	740,579	907,815	1'158,669	1'610,358
GASTOS ADMIN. Y VENTAS	185,498	230,613	275,728	343,399	451,146
UTILIDAD ANTES DE IMPUESTOS	387,846	509,966	632,087	815,270	1'159,212
IMPUESTOS ( 44% )	170,652	224,385	278,118	358,719	510,053
UTILIDAD DESP. DE IMPUESTOS	217,194	285,581	353,969	456,551	649,159
DEPRECIACION	62,000	62,000	62,000	62,000	62,000
FLUJO DE EFEC- TIVO.	279,194	347,581	415,969	518,551	711,159

T A B L A 12

## A) CALCULO DEL VALOR PRESENTE.

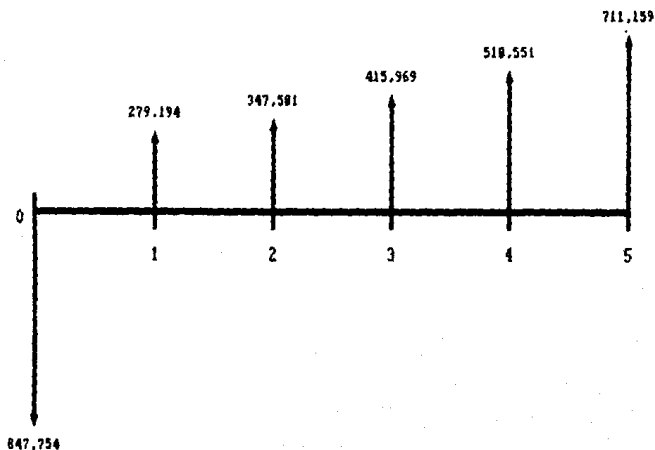
TASA = 35% (miles)

AÑO	INGRESOS	EGRESOS	FLUJO NETO
0		847,754	(847,754)
1	1'872,000	1'592,806	279,194
2	2'340,000	1'992,419	347,581
3	2'808,000	2'392,031	415,969
4	3'510,000	2'991,449	518,551
5	4'680,000	3'968,841	711,159

T A B L A 13

Para el arranque del proyecto tomaremos como inversión inicial la cantidad equivalente a la suma de: INVERSION DE MAQ. Y EQUIPO + CAPITAL DE TRABAJO EN AÑO 1 + GASTOS DE ADMON. EN AÑO 1.

Enseguida se presenta el diagrama de flujo de la Tabla 13



$$V.P. = F (P/F, i\%, n)$$

$$V.P. = -847,754 + 279,194 (P/F, 35\%, 1) + 347,581 (P/F, 35\%, 2) \\ + 415,969 (P/F, 35\%, 3) + 518,551 (P/F, 35\%, 4) + 711,159 \\ (P/F, 35\%, 5)$$

$$V.P. = -847,754 + 279,194 (0.7407) + 347,581 (0.5487) + 415,969 \\ (0.4064) + 518,551 (0.3011) + 711,159 (0.2230)$$

$$V.P. = -847,754 + 881,291$$

$$V.P. = 33,537$$

Puesto que el V.P. es mayor que cero se espera un retorno mayor al 35%.

#### RESULTADO DEL CALCULO VALOR PRESENTE.

AÑO	INGRESOS		EGRESOS		FLUJO NETO	
		V.P.	-	V.P.	-	V.P.
0			847,754	847,754	(847,754)	(847,754)
1	1'872,000	1'386,590	1'592,806	1'179,791	279,194	206,799
2	2'340,000	1'283,958	1'992,419	1'093,240	347,581	190,718
3	2'808,000	1'141,171	2'392,031	972,121	415,969	169,050
4	3'510,000	1'056,861	2'991,449	900,975	518,551	156,136
5	4'680,000	1'043,640	3'968,841	885,051	711,159	158,588
		5'912,219		5'878,682		33,537

T A B L A 14

#### B) CALCULO DE TASA INTERNA DE RETORNO.

El diagrama de Flujo de la Fig. 1, se utilizará para establecer

la relación de la tasa de retorno, utilizando el Método del Valor Presente, todos los ingresos se considerarán como un solo valor futuro (F) en el año 5, de manera que se pueda utilizar el factor P/F.

$$F = 279,194 (F/P, 35\%, 4) + 347,581 (F/P, 35\%, 3) + 415,969 (F/P, 35\%, 2) \\ + 518,551 (F/P, 35\%, 1) + 711,159$$

$$F = 279,194 (3.3215) + 347,581 (2.4604) + 415,969 (1.8225) \\ + 518,551 (1.3500) + 711,159$$

Utilizando la relación:  $0 = -P_D + P_R$ ; tenemos:  
 $F = 3'951,837$

$$847,754 = 3'951,837 (P/F, i\%, 5)$$

$$(P/F, i\%, 5) = 0.2145$$

De tablas financieras observamos que:

La tasa interna está entre 35% y 40%.

Ensayemos con  $i = 40\%$  :

$$0 = -847,754 + 279,194 (P/F, 40\%, 1) + 347,581 (P/F, 40\%, 2) + \\ 415,969 (P/F, 40\%, 3) + 518,551 (P/F, 40\%, 4) + 711,159 \\ (P/F, 40\%, 5)$$

$$0 = -847,754 + 279,194 (0.7143) + 347,581 (0.5102) + 415,969 \\ (0.3644) + 518,551 (0.2603) + 711,159 (0.1859)$$

$$0 = -52,227$$

Esto indica que la tasa de 40% es muy alta, por lo tanto sabemos que la tasa está entre 35% y 40%. Para calcularla interpolamos de la siguiente manera:

$\frac{a}{b}$	=	$\frac{c}{d}$	33,537	35%
			X	1%
			- 52,227	40%

$$c = \frac{a}{b} (d) = \frac{33,537 - 0}{33,537 - (-52,227)} (5) = 1.9551$$

$$i = 35 + 1.95 = 36.95\%$$

T.I.R. = 36.95% (Por lo tanto el proyecto es redituable)

### C) RELACION BENEFICIO /COSTO (B/C)

De la tabla 14 de V.P., tomaremos los valores de ingresos totales a V.P. y egresos totales de V.P., para calcular la relación B/C, como sigue:

$$B/C = \frac{\text{Beneficios}}{\text{Costos}}$$

$$B/C = \frac{5'912,219}{5'878,683} = 1.005$$

$$B/C = 1$$

Lo anterior indica que el proyecto se justifica, aunque no resulta ser del todo atractivo. Aquí debemos considerar lo que planteamos al inicio del capítulo, nos referimos a los beneficios obtenidos

que no pueden expresarse en términos monetarios, esto es, la satisfacción al cliente. Con esto se espera que el tiempo de reparación se reduzca y que ésta sea más confiable reduciendo considerablemente los trastornos en planta por fallas en el transformador.

**CAPITULO VI**  
**CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.**

La importancia que representa el contar de manera ininterrumpida con servicio de energía eléctrica, nos permite reconocer que los transformadores son el corazón de todas las instalaciones y por lo tanto, como órgano vital deben ser adecuadamente seleccionados al comprarlos, estrictamente sujetos a mantenimiento durante su operación y cuidadosamente reparados en caso de falla; este último concepto, obliga a los usuarios a exigir un alto control en la calidad de los servicios y trabajos que deben ser proporcionados y a tener un alto grado de confiabilidad en la organización que los ejecute.

Por otra parte, la latente posibilidad de que cualquier transformador falle durante su operación y los perjuicios que esto ocasiona, son factores que integran la necesidad que se cubre con el objeto primario de todo principio y filosofía que debe regir en empresas que presten servicios de reparación y mantenimiento con aseguramiento de la calidad o sea, "la completa satisfacción del cliente".

Debe reconocerse que la implantación de adecuados controles de calidad, son la fuerza central de toda empresa para obtener utilidades, crecimiento y pleno reconocimiento en el mercado. Las metas y procedimientos que se han descrito son esenciales para lograr también productividad y ventajas competitivas en mercadotecnia y finanzas, así como para consolidar la posición ante los accionistas y empleados.

La apertura comercial a la que se enfrenta nuestro país por su



entrada a mercados internacionales tanto de exportación como de importación, trae como consecuencia la absorción y mezcla de nuevas tecnologías, las que para su implementación y servicio post-venta, requieren de empresas locales con una estructura profesionalmente capaz de corresponder en organización, ingeniería y mano de obra, tal y como lo harían directamente en sus lugares de origen.

Lo anterior, solo podrá alcanzarse si puede lograrse el desarrollo de calidad en todos los pasos de todos los procesos, buscando siempre una meta de cero defectos y manteniendo una organización que desde el primero hasta los últimos niveles jerárquicos se puedan ajustar de manera eficiente y precisa a los cambios que se presentan en la tecnología diversa de los productos y en las necesidades y actitudes de los clientes.

A fin de establecer claramente los conceptos que permiten alcanzar como objetivos una empresa con sistema de aseguramiento de la calidad, y por ende una empresa capaz de tener un crecimiento sano y prestigio, se recomienda desarrollar los siguientes conceptos:

1. Fijar como política básica, primero la calidad y después las utilidades.
2. Realizar todas las actividades de acuerdo con los requisitos que satisfagan a los clientes.
3. Producir bienes y servicios económicos, adecuados y satisfactorios para el consumidor.

4. Hacer que todos los integrantes de la Empresa participen activamente en la planeación, ejecución y control de la calidad.

5. Fomentar en forma permanente la educación y capacitación en control de calidad para que todo el personal en esta actividad, tenga un sentimiento y conocimiento homogéneo.

6. Crear una organización dinámica y con capacidad de cambio, acorde con la demanda de la Empresa misma y del mercado.

7. Establecer sistemas de calidad cuya estructura operativa sea ampliamente aceptada por todo el personal en todos los niveles.

8. Buscar constantemente mejoras en todos los niveles, procesos y operaciones de la Empresa.

9. Considerar que la calidad de los productos y los servicios, es en esencia, el resultado de la acción y trabajo humano.

10. Auditar y vigilar continuamente los sistemas de calidad para evitar desviaciones, estableciendo acciones correctivas oportunas.

## CAPITULO VII

### BIBLIOGRAFIA

## BIBLIOGRAFIA .

- Crosby Philip B.  
LA CALIDAD NO CUESTA.  
CALIDAD SIN LAGRIMAS.  
Cfa. Editorial Continental.
  
- Enriquez Harper Gilberto.  
TRANSFORMADORES, EL ABC DE LAS MAQUINAS ELECTRICAS.  
Editorial Limusa.
  
- Feigenbaum Armand V.  
CONTROL TOTAL DE LA CALIDAD.  
Cfa. Editorial Continental.
  
- Garbin Maurizio y Gregorio Invrea  
EL CONTROL DE LA CALIDAD.  
Ediciones de Deusto. 1979.
  
- Gebert Kenneth L.  
TRANSFORMERS.  
American Technical Publishers Inc.
  
- Gutiérrez Mario Dr.  
ADMINISTRAR PARA LA CALIDAD.  
Editorial Limusa.
  
- Hayes and Roming.  
MODERN QUALITY CONTROL.  
Editorial Benziger Bruce and Glenoce. 1977.

- Ishikawa Kaoru.  
¿QUE ES EL CONTROL TOTAL DE CALIDAD?  
LA MODALIDAD JAPONESA.  
Editorial Norma.
  
- Mecs Transfo.  
MANUAL DE CONTROL DE CALIDAD.
  
- Ponencias.  
III SEMINARIO DE ASEGURAMIENTO DE CALIDAD.  
Asociación Mexicana de Calidad, A. C.
  
- Westinghouse.  
TRANSFORMERS FOR THE ELECTRIC POWER INDUSTRY.

## APPENDICE

## ESTANDAR DE MATERIAL

Parte No. 001-000

Material: Lámina de acero al bajo carbón (máx.25%) AISI C1006 a C1024  
SAE 10 06 a 1024 rolado en frío, dureza 65 Rb.

Calidad Comercial.

PIEZA		E S P E S O R			Kg. x Pza.	PRESENTACION	
No.	CALIBRE	PULG.	m.m.	+ - m.m.		PIES	METROS
071	10	0.134	3.416	0.05	45.91	3'x6'	.914x1.83
072	10	0.134	3.416	0.05	71.25	3'x8'	.914x2.84
073	10	0.134	3.416	0.05	76.53	3'x10'	.914x3.05
074	10	0.134	3.416	0.05	81.72	4'x8'	1.22x2.44
075	10	0.134	3.416	0.05	102.17	4'x10'	1.22x3.05
076	10	0.134	3.416	0.05	122.27	4'x12'	1.22x3.65
077	10	0.134	3.416	0.05	101.40	5'x8'	1.52x2.43
078	10	0.134	3.416	0.05	127.19	5'x10'	1.52x3.05
079	10	0.134	3.416	0.05	152.34	5'x12'	1.52x3.65
080	10	0.134	3.416	0.05	190.73	5'x15'	1.52x4.57

## ESTANDAR DE MATERIAL

Parte No. 001-005

Material: Barra de acero al bajo carbón (Máximo 0.25%) rolado en frío ca  
lidad comercial.

PARTE No.	D i á m e t r o		±	Kg/mt.
	m.m.	PULGADAS	m.m.	
001	3.17	1/8"	0.04	0.062
002	4.76	3/16"	0.07	0.140
003	6.35	1/4"	0.09	0.249
004	7.93	5/16"	0.11	0.388
005	9.52	3/8"	0.14	0.559
006	11.11	7/16"	0.16	0.760
007	12.70	1/2"	0.19	0.994
008	14.3	9/16"	0.21	1.257
009	15.9	5/8"	0.23	1.552
010	17.5	11/16"	0.26	1.878
011	19.1	3/4"	0.28	2.235
012	20.6	13/16"	0.30	2.622
013	22.2	7/8"	0.33	3.045
014	23.8	15/16"	0.35	3.491
015	25.4	1"	0.38	3.973



ESTANDAR DE MATERIAL

Parte No. 004-009

Material: Alambre conductor de cobre electrolitico suave de un hilo -  
clase "B".

PARTE No.	CALIBRE AWG ó KCM	DIAMETRO	No. DE HILOS.	ESPEJOR DEL	DIAMETRO	PESO POR
		CONDUCTOR EN m.m.		AISLAMIENTO	EXTERIOR	100 mts. Kgs.
				m.m.	m.m.	
001	20	0.81	1	0.58	1.77	0.83
002	18	1.02	1	0.58	2.18	1.20
003	16	1.29	1	0.58	2.45	1.70
004	14	1.63	1	0.69	3.01	2.60
005	12	2.05	1	0.69	3.43	3.80
006	10	2.59	1	0.69	3.96	5.70
007	8	3.26	1	1.04	5.33	9.50

## ESTANDAR DE MATERIAL

Parte No. 007-001

**Material:** Acabado Epóxico Catalizado PEMEX-RA-21-80

**Generalidades:** Esta especificación se refiere a un recubrimiento de acabado a base de resinas epóxicas, pigmentos colorantes e inertes (componente epóxico), que endurece por adición de un reactivo químico de resinas poliamídicas (componente poliamídico), envasados por separado, en proporción de 2 a 1 en volúmen.

**Características.:** Proporciona un acabado brillante, duro y con una resistencia excelente a las condiciones de exposición en ambientes marino, salino, húmedo con o sin salinidad y gases derivados del azufre.

**Usos.:** Este producto se usará sobre los siguientes primario: RP-3, RP-4, RP-6, inorgánico de zinc postcurado, autocurante y epóxico catalizado, respectivamente.

**Aplicación.:** En lugares bien ventilados y por aspersion. Debe aplicarse entre una y ocho horas después de efectuada la mezcla. Deberá dejarse un tiempo mínimo de 4 horas y máximo de 24 horas entre la aplicación de la primera y la segunda mano. Adelgazador recomendado: mezcla de 80% de metil isobutil cetona y 20% de xileno, en volúmen.

**Rendimiento práctico promedio:** 7m<sup>2</sup>/lt. a 50 (2 mils)

Parte No. 007-001

CODIGO		PIGMENTO	%	INERTES %	RESINAS	SOLVENTES
No.	COLOR				EPOXICAS	%
001	Negro 001	Pigmento	1.5	12.7	40.0	45.8
002	Blanco 002	Bióxido de Titanio	19.6	8.1	36.0	36.3
003	Rojos 102	Pigmento rojo, violeta y naranja	5.4	12.5	37.5	44.6
		Dinitrio-Anilina.				
004	Amarillo 204	Pigmentos: HANSA o cromatos ácidos resistentes.	10.1	16.4	36.0	37.5
005	Crema 206	Bióxido de titanio. Titanio y entonadores	12.8	9.6	36.0	41.6
006	Verde 302	Bióxido de <u>ti</u> tanio y entonadores	12.8	9.2	37.6	40.4
007	Azul 402	Bióxido de <u>ti</u> tanio y entonadores	5.0	11.4	38.8	44.8
008	Café 500	Pigmento	19.9	0	37.7	42.4
009	Ocre 502	Pigmento	19.9	0	37.7	42.4
010	Gris 504	Bióxido de <u>ti</u> tanio y entonadores	9.6	11.9	38.0	40.5
011	Gris 506	Bióxido de <u>ti</u> tanio y entonadores	10.5	11.7	37.4	40.4

Estos porcentajes son aproximados.



Parte No. 007-001

CARACTERISTICAS Y PRUEBAS FISICAS	MIN.	MAX.	METODO
1.: Tiempo de secado			
Al tacto (horas)	1	4	MP-1-80
Duro (horas)	-	24	" "
2.: Estabilidad			
Envase cerrado (horas)	-	-	-
Almacenamiento (días)	180	-	MP-2-80
3.: Flexibilidad y adherencia			
Doblado en mandril cónico	pasa	-	MP-3-80
Lámina pintada	pasa	-	MP-4-80
4.: Intemperímetro			
Ciclo 102/18 (mfn) duración horas	750	-	MP-5-80
5.: Gabinete salino (horas)	500	-	MP-6-80
6.: Densidad, según color (gr/cm <sup>3</sup> )			
Componente epóxico	1.0	1.4	MP-7-80
Componente poliamídico	0.89	0.94	MP-7-80
7.: Viscosidad Brookfield LV en centipoises, según color de la mezcla	300	1000	MP-8-80
8.: Color (según catálogo)	( Ver tabla)		
9.: Finura o fineza (Unidades Hegman)	5	-	MP-9-80
10: Retenido en malla U.S. 325 en %	-	2	MP-10-80
11: Aplicación por aspersión	pasa	-	MP-11-80
12: Apariencia	pasa	-	MP-11-80
13: Poder cubriente (m <sup>2</sup> /lt), según color	16	-	MP-12-80

- NOTAS: 1) Los pigmentos no deberán tener derivados de plomo.  
 2) Los colores pastel y blanco deberán tener como base un pigmento de bióxido de titanio.  
 3) No deberá solicitarse en color aluminio.

Parte No. 007-001

COMPOSICION	% EN PESO		METODO
	MIN.	MAX.	
14: Cantidad de pigmento e inertes según color (ver tabla)	-	-	MP-17-80
Componente epóxico (ver tabla)	-	-	
Componente poliamídico	-	0	
15: Vehículo			
Componente epóxico	72.3	85.8	
Resina, con equivalente epóxico 500	(ver tabla)		MP-41-80
Solventes	(ver tabla)		MP-32-80
Componente poliamídico	100	-	
Resina poliamídica	30.0	34.0	MP-42-80
Solventes	66.0	70.0	MP-32-80
Brea o derivados	-	0	MP-34-80
16: Agua libre	-	0.5	MP-33-80
17: Compatibilidad	pasa	-	MP-15-80

- NOTAS: 1) Los pigmentos no deberán tener derivados de plomo.  
 2) Los colores pastel y blanco deberán tener como base un pigmento de bióxido de titanio.  
 3) No deberá solicitarse en color aluminio.

ESTANDAR DE MATERIAL

Parte No. 009-000

Material: Lámina de Acero al Silicio grano orientado calidad M-4 cali-  
brada en rollo espesor 0.27 m.m. Diámetro interior 508 m.m.  $\pm 8$

Diámetro exterior.

Tolerancia para espesor  $\pm 0.03$  m.m.

Nota.: Para todos los anchos de rollo la tolerancia es de  $\pm \frac{2}{0}$  m.m.

PIEZA No.	ANCHO DE ROLLO m. m.	DIAMETRO INTERIOR m. m. aprox.	DIAMETRO EXTERIOR m. m. aprox.
001	40	520	900
002	55	520	900
003	60	520	900
004	65	520	900
005	70	520	900
006	75	520	900
007	80	520	900
008	85	520	900
009	90	520	900
010	95	520	900
011	100	520	900
012	105	520	900
013	110	520	900
014	115	520	900
015	120	520	900
016	125	520	900
017	130	520	900
018	135	520	900
019	140	520	900
020	145	520	900
021	150	520	900

# ESTANDAR DE MATERIAL

PIEZA No.	ANCHO DE ROLLO m. m.	DIAMETRO INTERIOR m. m. aprox.	DIAMETRO EXTERIOR m. m. aprox.
022	155	520	900
023	160	520	900
024	165	520	900
025	170	520	900
026	175	520	900
027	180	520	900
028	185	520	900
029	190	520	900
030	195	520	900
031	200	520	900



ESTANDAR DE MATERIAL

Parte No. 017-000

Material: Aceite Aislante para Transformadores.

CARACTERISTICA	TIPO "S"	TIPO "M"
	Brillante sin sólidos	Brillante sin sólidos
Apariencia visual	en suspensión	en suspensión
Densidad relativa a 20°C/4°C	0.870 máx.	0.865 a 0.910
Viscosidad a 37,8°C	10.4 mm <sup>2</sup> /s máx. (60 SU,s)	10.4 mm <sup>2</sup> /s máx. (60 SU,s)
Tensión interfacial a 25 <sup>±</sup> 1°C	36 mN/m (dinas/cm) mín	40 mN/m (dinas/cm)mín
Temperatura Inflamación a 760 mm Hg	145°C mín	145°C mín
Color	Máximo 1	Máximo 1
Temperatura de escurrimiento, °C	-26 máx	-40 máx
Número de neutralización mg KOH/g aceite	0.03 máx	0.03 máx
Cloruros y sulfatos	Negativos	Negativos
Azufre libre y corrosivo	No corrosivo	No corrosivo
Azufre total	0.40% máx	0.10% máx
Carbonos Aromáticos - Aceite destinado para equipos herméticos - Aceite para otros equipos	en estudio 4% mínimo	6% mínimo

## ESTANDAR DE MATERIAL

Parte No. 017-000

Material: Aceite Aislante para Transformadores

CARACTERISTICA	TIPO "S"	TIPO "M"
Envejecimiento Acelerado	0.40 máx	0.40 máx
Número de neutralización	0.10 máx	0.10 máx
Depósito en %		
Tensión Ruptura Dieléctrica Electrodo <u>s</u> planos (2.54 mm)	30 kV mín 20 kV mín	30 kV mín 20 kV mín
Factor de Potencia a 60 Hz. a 25°C a 100°C	0.05% máx 0.5% máx	0.05% máx 0.3% máx