

UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA  
FACULTAD DE INGENIERIA MECANICA



**“PROYECTO DE IMPLANTACIÓN DE CIRCULOS  
DE CALIDAD EN UN CENTRO  
DE MANTENIMIENTO AERONÁUTICO”**

INFORME DE SUFICIENCIA  
PARA OPTAR EL TITULO PROFESIONAL DE  
INGENIERO MECANICO ELECTRICISTA

**WILFREDO DIDI ROJAS VILLANUEVA**

PROMOCION 1997-II

LIMA-PERU

2002

*A mis padres  
Demetrio y Eusebia  
con gratitud.*

## **CONTENIDO**

	Pág.
<b>PROLOGO</b>	01
<b>CAPITULO 1</b>	
<b>INTRODUCCIÓN</b>	
1.1 Antecedentes	04
1.2 Alcances	05
1.3 Limitaciones	06
1.4 Objetivo	06
<b>CAPITULO 2</b>	
<b>DESCRIPCIÓN DE LA INSTITUCIÓN</b>	
2.1 ASPECTOS GENERALES	07
2.1.1 Reseña Histórica	07
2.1.2 Ubicación	07
2.1.3 Estructura Organizacional	08
2.1.4 Escalones de Mantenimiento	10
2.1.5 Categorías de Mantenimiento	11
2.1.6 Misión	11
2.2 DIVISIÓN DE MANTENIMIENTO	12
2.2.1 Misión	14
2.2.2 Mantenimiento Planificado	14
2.3 PROBLEMÁTICA DE MANTENIMIENTO	17
2.3.1 Metodología de Análisis	17
2.3.2 Análisis del Entorno	19
2.3.3 Planteamiento del Problema	21

## **CAPITULO 3**

### **BASES CONCEPTUALES SOBRE MANTENIMIENTO Y CALIDAD**

<b>3.1 TRILOGIA DEL MANTENIMIENTO</b>	<b>22</b>
3.1.1 El Equipamiento	22
3.1.2 Los Recursos Humanos	22
3.1.3 La Administración	24
<b>3.2 CAPACITACION</b>	<b>24</b>
3.2.1 Definición	24
3.2.2 Niveles	24
<b>3.3 PARTICIPACIÓN</b>	<b>25</b>
3.3.1 Definición	25
3.3.2 Dimensiones de la Participación	26
3.3.3 Variables que limitan la Participación	27
<b>3.4 EL MANTENIMIENTO COMO UN FACTOR DE COMPETITIVIDAD</b>	<b>29</b>
3.4.1 Precio bajo	29
3.4.2 Calidad	30
3.4.3 Innovación	31
3.4.4 Confiabilidad	31
<b>3.5 GESTION DE LA CALIDAD</b>	<b>33</b>
3.5.1 Calidad	33
3.5.2 Control de Calidad	34
3.5.3 Aseguramiento de la Calidad	35
3.5.4 Calidad Total	36
3.5.5 Calidad de un producto y servicio	37
3.5.6 Herramientas básicas de la Calidad	37
3.5.7 Formas participativas de los trabajadores en la calidad total	39
<b>3.6 CIRCULOS DE CALIDAD</b>	<b>42</b>
3.6.1 Origenes	42
3.6.2 Definición	44
3.6.3 Características	44

3.6.4	Objetivos	45
3.6.5	Procesos principales	46
3.6.6	Estrategias de implantación	50
3.6.7	Evaluación de la viabilidad del Programa	52

## **CAPITULO 4**

### **PROPUESTA METODOLOGICA PARA IMPLANTAR LOS CIRCULOS DE CALIDAD**

4.1	ESTRUCTURA ORGANIZATIVA	54
4.2	ETAPAS DEL PROCESO	59
4.2.1	Preparación	59
4.2.2	Introducción	62
4.2.3	Implantación	66
4.2.4	Evaluación	73
4.3	EQUIPAMIENTO NECESARIO	75
4.4	PROGRAMACION DE ACTIVIDADES	76

## **CAPITULO 5**

### **COSTOS DE IMPLANTACIÓN**

78

### **CONCLUSIONES**

80

### **BIBLIOGRAFÍA**

82

### **ANEXOS**

## PROLOGO

A partir del año 1989 se promueve la calidad en todos los sectores de la actividad económica del Perú. Desde ese tiempo, los esfuerzos de las diferentes instituciones públicas y privadas para el desarrollo de acciones en pro de la calidad en todos los niveles de la educación, producción y servicios, se han concretado en la Semana de la Calidad y el Premio Nacional a la Calidad

Con esa misma inquietud de promover la calidad, el presente estudio parte del interés por elevar el nivel de servicio que brinda actualmente el Centro de Mantenimiento Aeronáutico del Ejército y a la vez mejorar su competitividad. Se nos presenta el reto y la oportunidad, en un tiempo en que se exponen con bases firmes la misión del nuevo Ejército Peruano.

El Proyecto de Implantación de Círculos de Calidad en la División de Mantenimiento del Centro de Mantenimiento Aeronáutico del Ejército se desarrolla en 5 capítulos que se resumen a continuación:

**En el primer capítulo** se presentan los antecedentes del estudio, los alcances en el cual se enmarcan, las limitaciones que se encontraron y el objetivo a lograr con la puesta en práctica del Proyecto.

**En el segundo capítulo** se realiza una descripción general de la Institución, se describe la forma de trabajo en la División de Mantenimiento y se desarrolla el análisis de su realidad para plantear su problemática.

**En el tercer capítulo** se exponen las bases conceptuales sobre Mantenimiento y sus factores de competitividad, se revisa la teoría referente a la Gestión de la Calidad y de los Círculos de Calidad.

**En el cuarto capítulo** se presenta la propuesta de Implantación de Círculos de Calidad en la División de Mantenimiento, las etapas del proceso a seguir, el equipamiento necesario y la programación respectiva.

**En el quinto capítulo** se estiman los costos necesarios para ejecutar el Proyecto de Implantación.

Se finaliza el estudio con las conclusiones respectivas.

En el Anexo se presentan con más detalle las Herramientas básicas de la Calidad y algunos ejemplos aplicativos.

Mi agradecimiento a todos aquellos que contribuyeron en hacer realidad este estudio, al grupo humano que labora en el CEMAE por su tiempo y experiencia compartida, a mis asesores por sus correcciones y a mis hermanos por apoyarme constantemente.

# **CAPITULO 1**

## **INTRODUCCIÓN**

En los últimos años han salido a la luz diferentes técnicas o sistemas que han sido diseñados para generar valor en las funciones de la organización y optimizar sus resultados, y todo parece indicar que la competitividad de las empresas exige nuevas formas de organización del trabajo. Esta competitividad no es posible a una o pocas personas, sino a la práctica de las estrategias de dirección que han comprendido que el punto de inicio en alcanzar la excelencia es el cliente, ya sea interno o externo a la organización.

En la actualidad el mundo globalizado y competitivo, exige cada día que los profesionales al frente de una organización o empresa, tengan que esforzarse más allá de los límites esperados en busca de nuevas ideas, innovaciones continuas, una clara visión a largo plazo, un análisis continuo del entorno, un buen manejo de la información para la adecuada toma de decisiones y una probada capacidad de respuesta al entorno y clientes. Es por ello que, estas empresas sustentan su éxito en la cabal comprensión de no ser un elemento aislado, sino que pertenecen a una sociedad que vive una economía de servicios; y que por lo tanto el servicio y sus elementos se convierten en un medio importante de crear una ventaja competitiva.

En el nivel académico, diferentes autores manifestaron sus ideas referentes a la calidad en frases como:

“El siglo veinte es el siglo de la competitividad y el siglo veintiuno será el siglo de la calidad”

J.M. Juran.

“La calidad significa ofrecer a bajo costo productos o servicios confiables que satisfagan a los clientes creando un compromiso con la innovación y mejora continua en la empresa”

William E. Deming.

“La Calidad Total empieza con la capacitación y termina con la capacitación”

Kaoru Ishikawa.

## **1.1 ANTECEDENTES**

En el contexto nacional, en el actual gobierno constitucional, el presupuesto del sector Defensa se vio reducido drásticamente como consecuencia de los escasos recursos económicos disponibles y en un tiempo, en el que se están dando los primeros pasos para la reinstitucionalización del Ejército luego de una época de dificultades para todos sus integrantes, se desarrolla un estudio denominado “Proyecto Ejército”. En una de las fases de este ambicioso proyecto, se diagnosticó mediante una encuesta de opinión aplicadas al personal militar en todo el país (5393 encuestados; entre oficiales, técnicos y suboficiales), una serie de dificultades dentro de la Institución que necesitan inmediata atención. Entre los principales problemas

que deben solucionarse se encuentran: el aspecto personal (31%), de instrucción (25%), económico (20%), logístico (14%) y bienestar (10%).

En este sentido, el Centro de Mantenimiento Aeronáutico del Ejército (CEMAE), creado en 1989 con la finalidad específica de cumplir con las actividades de mantenimiento de aeronaves de la Aviación del Ejército, no es ajena a este diagnóstico; sin embargo, desde su creación a la actualidad ha adquirido mucha experiencia en este servicio, más no ha creado y acumulado una ventaja competitiva que añada valor en extremos importantes para otros clientes.

## **1.2 ALCANCES**

Con el propósito de contribuir y plantear una alternativa de solución a la problemática de mantenimiento principalmente en el aspecto del personal y de instrucción, se propone la implantación de Círculos de Calidad en la División de Mantenimiento del CEMAЕ; cuyo desarrollo permitirá acercarse no solo a la solución de esta necesidad sino a mejorar la calidad del servicio de mantenimiento. Además se pretende dar las pautas y algunos aspectos sobre la metodología de trabajo para la implantación de los Círculos de Calidad.

Este estudio, por su carácter técnico, está orientado fundamentalmente a dar un aporte sobre ciertos aspectos cualitativos y cuantitativos de una realidad concreta, como es el caso de la División de Mantenimiento del CEMAЕ.

### **1.3 LIMITACIONES**

Estas se deben primordialmente a que la información necesaria requerida no es disponible en su totalidad por ser de carácter reservada de un organismo castrense. Ya que la propuesta involucra al personal de mantenimiento, deberá desarrollarse como un proyecto piloto en la División de Mantenimiento que permita evaluar su continuidad y realizar las mejoras necesarias para su aplicación en otras Divisiones del CEMAE.

### **1.4 OBJETIVO**

El objetivo del presente estudio consiste en:

“Desarrollar una metodología, basada en principios y herramientas de la Calidad Total, para que el personal técnico participe en forma más directa en la mejora de la competitividad del Centro de Mantenimiento Aeronáutico del Ejército”.

## **CAPITULO 2**

### **DESCRIPCIÓN DE LA INSTITUCIÓN**

#### **2.1 ASPECTOS GENERALES**

##### **2.1.1 Reseña Histórica**

El Centro de Mantenimiento Aeronáutico del Ejército (CEMAE) comenzó a funcionar a partir del 01 de Julio de 1989, creado con la finalidad específica de cumplir con las actividades de mantenimiento de aeronaves del Ejército en forma rápida y oportuna.

La construcción de las instalaciones fue realizada por la empresa constructora Argentina SOINCO S.A., encargada además del equipamiento de los talleres.

El servicio de mantenimiento que realiza el CEMAE es básicamente a aviones Antonov 32-B, Helicópteros MI-8, MI-17 y MI-26; en su mayoría de procedencia y de fabricación Rusa, utilizadas como aeronaves de transporte de carga y de personal militar.

##### **2.1.2 Ubicación**

El Centro de Mantenimiento Aeronáutico del Ejército esta ubicado en el lado norte del Aeropuerto Internacional “Jorge Chávez”, Av. Elmer Faucett s/n, Callao.

### **2.1.3 Estructura Organizacional**

El CEMAÉ es una organización castrense que está sujeta a todas las disposiciones emanadas de los diferentes niveles de Comando del Ejército.

Esta constituida por:

1. Órganos de Dirección: Jefatura;
2. Órganos de Línea y Ejecución:
  - División Administrativa:
    - Departamento de Personal
    - Departamento de Seguridad
  - División de Control:
    - Departamento de Calidad
    - Departamento de Ingeniería
    - Departamento de Programación
  - División de Mantenimiento:
    - Departamento de Motores
    - Departamento de Aviónica
    - Departamento de Procesos
    - Departamento de Estructuras
  - División de Abastecimiento
    - Departamento de Almacén General
    - Departamento de Insumos.

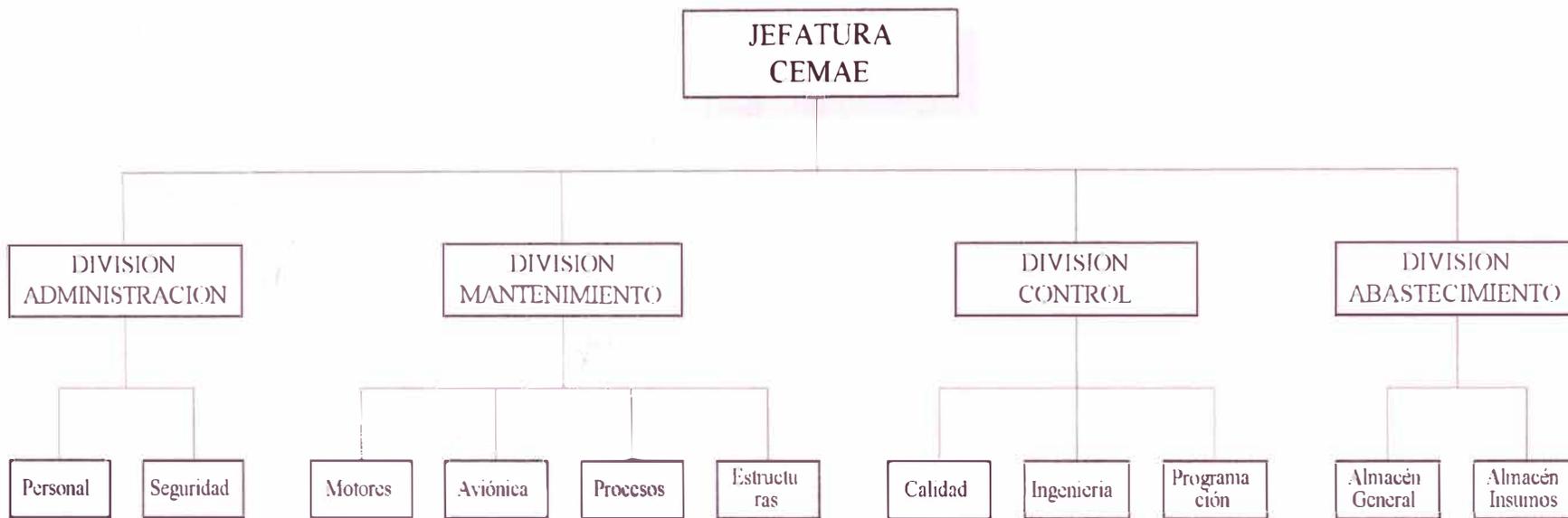


Fig. 2.1 ORGANIGRAMA DEL CEMAE

#### **2.1.4 Escalones de Mantenimiento.**

Por escalones de Mantenimiento se entiende los trabajos que pueden ser efectuados por las unidades, organismos o instalaciones de mantenimiento; de acuerdo a la calificación del personal técnico, equipamiento, ubicación y nivel del servicio.

##### **a) Primer Escalón**

Es efectuado por los operadores del equipo. Normalmente consiste en inspecciones diarias, limpieza, lubricación y ajustes menores autorizados por el respectivo Boletín Técnico de Mantenimiento.

##### **b) Segundo Escalón**

Es efectuado por personal especialmente entrenado perteneciente a la unidad que emplea el equipo y cuenta con la capacidad y medios que no posee el primer escalón. El segundo escalón comprende normalmente el reemplazo de partes o conjuntos dañados (no su reparación) y no requiere la ejecución de un desmontaje completo.

##### **c) Tercer Escalón**

A cargo de personal especialmente entrenado de las instalaciones del Tercer escalón, usualmente implica la devolución del equipo reparado a la unidad de origen. El tercer escalón incluye el reemplazo de partes y conjuntos menores y, la reparación de éstos.

##### **d) Cuarto Escalón**

Es efectuado por personal entrenado y especialista, perteneciente a Unidades de Mantenimiento, que operan talleres semifijos o permanentes, destinados a apoyar a

los escalones menores de mantenimiento; ubicados dentro de un área determinada, efectúan reparaciones de equipo que posteriormente son devueltos a las unidades de origen o entregados a los depósitos para su posterior redistribución. Este escalón comprende reparaciones generales de conjuntos y componentes mayores.

#### **e) Quinto Escalón**

Efectuado por personal altamente calificado (alto nivel de especialización), e implica la rehabilitación y reconstrucción del equipo o de sus conjuntos o componentes, que luego serán entregados a los depósitos para su redistribución.

### **2.1.5 Categorías de Mantenimiento**

- a) **Orgánico:** son aquellos trabajos efectuados por el 1° y 2° escalón de mantenimiento.
  
- b) **En campaña:** son aquellos trabajos efectuados por el 3° y 4° escalón de mantenimiento (limitado este último), cuando las naves van en misión especial.
  
- c) **En base:** son aquellos trabajos efectuados por el 4° y 5° escalón de mantenimiento.

### **2.1.6 Misión del CEMAE**

Planear, programar, dirigir, ejecutar y controlar el mantenimiento de 4° y 5° escalón, de las aeronaves de la Aviación del Ejército.

## **2.2 DIVISIÓN DE MANTENIMIENTO**

Esta constituida por los Departamentos de:

- **Motores:**
  - Sección Motores
  - Sección Hidráulica
  - Sección Neumática
- **Procesos:**
  - Sección Maquinado
  - Sección Metrología
  - Sección Soldadura
  - Sección Tratamientos Térmicos
  - Sección Metalizado
  - Sección Galvanostegia
  - Sección Ensayos no Destructivos
- **Estructuras:**
  - Sección Estructuras
  - Sección Pintura
- **Aviónica:**
  - Sección Electricidad
  - Sección Instrumentos
  - Sección Electrónica.

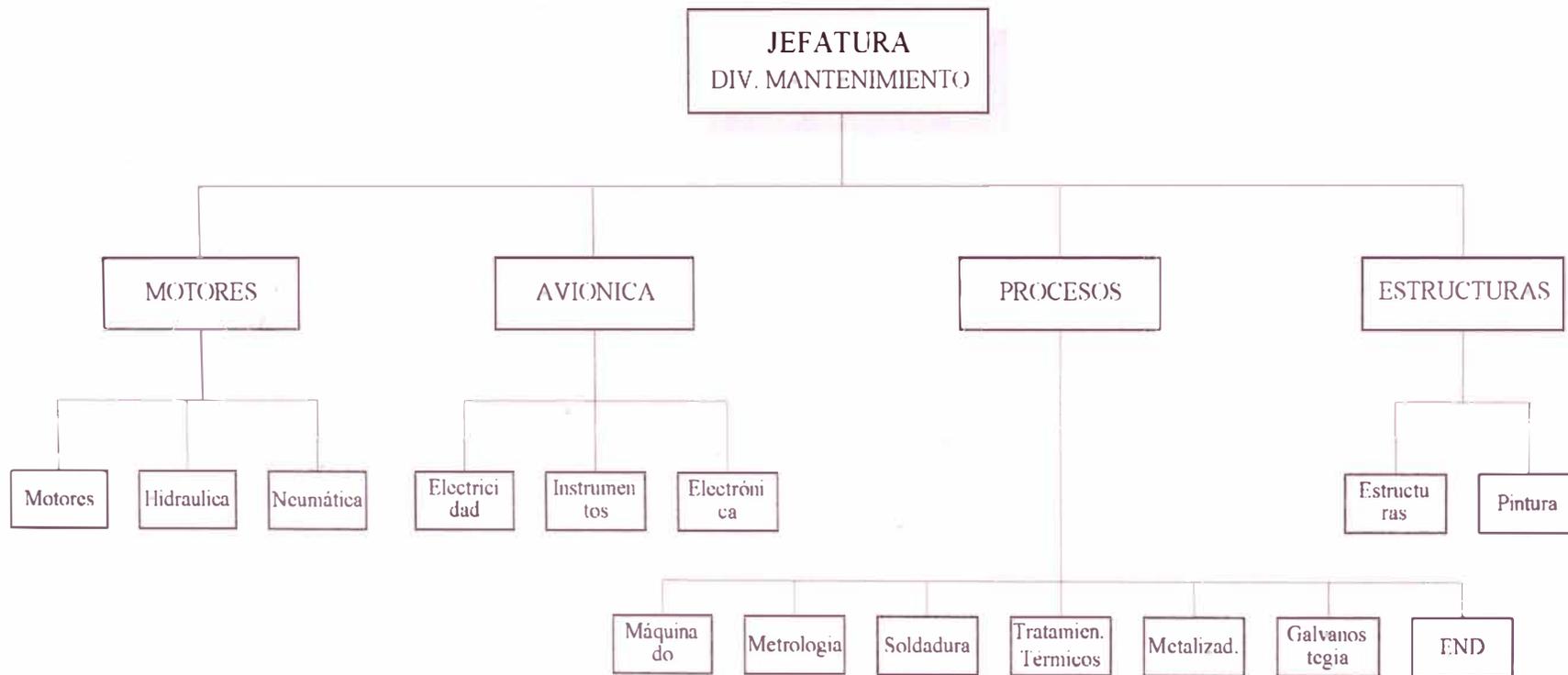


Fig.2.2 ORGANIGRAMA DE LA DIVISION DE MANTENIMIENTO

### **2.2.1 Misión de la División de Mantenimiento**

Efectuar las tareas de 4° y 5° escalón de mantenimiento de las aeronaves; que incluyen las corridas generales de motores, rotores, accesorios, instrumentos, equipos de navegación y comunicaciones, los trabajos en procesos especiales y todas aquellas tareas afines o complementarias.

### **2.2.2 Mantenimiento Planificado**

Los fabricantes de aeronaves y motores, con la finalidad de asegurar el correcto funcionamiento de sus productos, elaboran y proponen un plan de mantenimiento a sus operadores, que se basan en los diseños y cálculos iniciales o pruebas. Dado que una aeronave debe prestar un alto índice de confiabilidad en su funcionamiento, se han desarrollado diversas técnicas y prácticas de mantenimiento para anticiparse a las fallas de componentes o materiales. Diversos cálculos matemáticos, resistencia de materiales, análisis físico-químico de aceites, lubricantes, combustibles y fluidos, así como la estimación del tiempo límite de vida conllevan a la elaboración de un programa de inspecciones visuales o no destructivas, recambio de partes y componentes y análisis a determinados intervalos de tiempo horario o calendario. Este es el denominado Programa de MANTENIMIENTO PLANIFICADO, siendo el más importante el Mantenimiento Preventivo.

Esta inspección se realiza a las aeronaves de la Aviación del Ejército y obedece a un programa de mantenimiento aprobado con la debida anticipación.

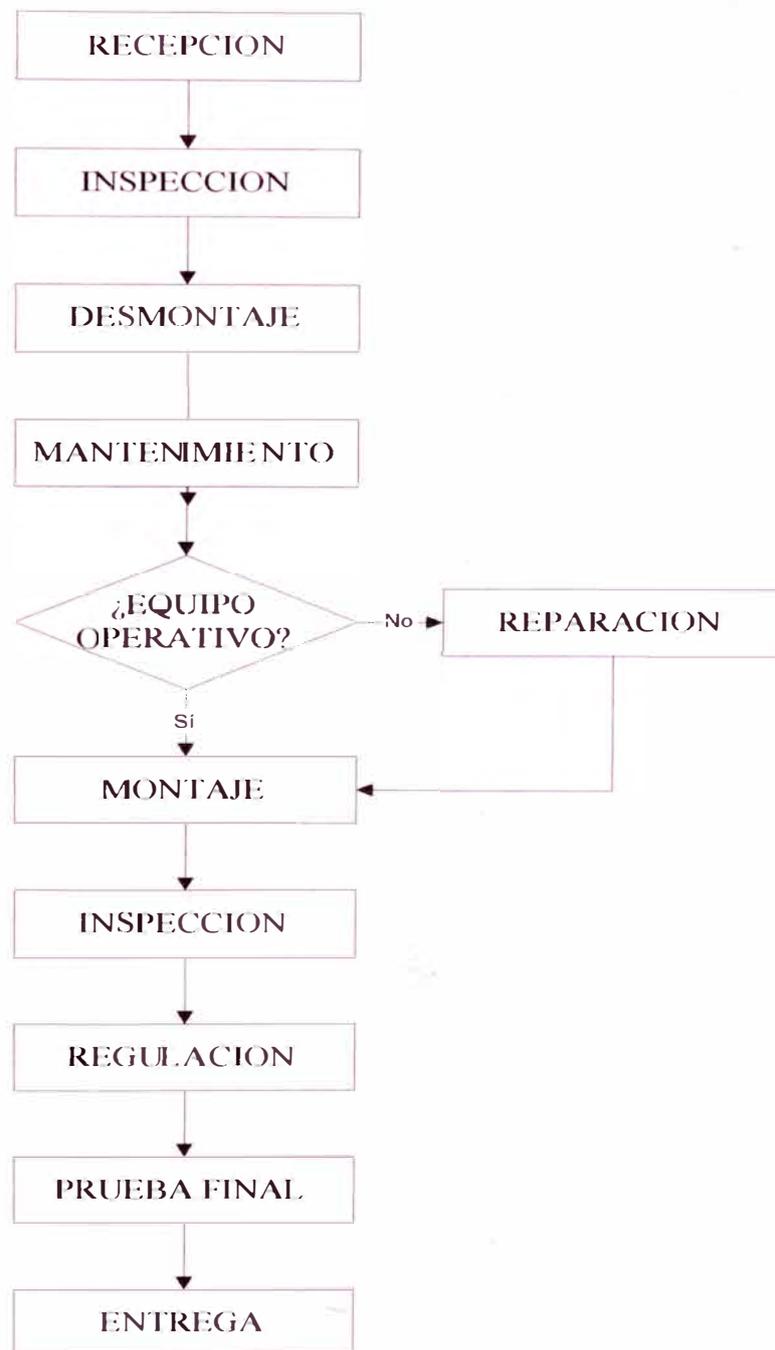


Fig. 2.3 **FLUJOGRAMA DEL SERVICIO DE MANTENIMIENTO DE AERONAVES**

De acuerdo a la programación de mantenimiento la División de Control del CEMAE solicita al escuadrón respectivo el internamiento de la aeronave, la recepción se realiza con el personal del Departamento de Programación y Control de Calidad, recibiendo toda la documentación técnica respectiva para emitir un informe de recepción en donde se anotan todas las ocurrencias; y entregan, la aeronave con las ordenes de trabajo respectivo a la División de Mantenimiento.

La División de Control verifica el avance de los trabajos de mantenimiento real vs. el mantenimiento programado a fin de determinar las desviaciones y efectuar las correcciones oportunamente.

<b>TRABAJOS DE MANTENIMIENTO</b>				
<b>DESMONTAJE</b>	<b>INSPECCION</b>	<b>MONTAJE</b>	<b>REGULACION</b>	<b>PRUEBA FINAL</b>
<b>15%</b>	<b>40%</b>	<b>30%</b>	<b>10%</b>	<b>5%</b>
<ul style="list-style-type: none"> <li>◦ Recepción</li> <li>◦ Desmontaje</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>◦ Selección de piezas</li> <li>◦ Pedidos</li> <li>◦ Procesos Especiales</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>◦ Instalación de piezas y conjuntos</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>◦ Pruebas</li> <li>◦ Calibración</li> <li>◦ Solución de discrepancias</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>◦ Prueba en tierra</li> <li>◦ Vuelo de prueba</li> </ul>

Fig. 2. 4 Porcentajes parciales referenciales para determinar avance de trabajos de mantenimiento.

## **2.3 PROBLEMATICA DE MANTENIMIENTO**

### **2.3.1 Metodología de Análisis**

Bajo un enfoque sistémico consideraremos a la organización como un sistema socio-técnico abierto integrado de varios subsistemas. Con esta perspectiva, el Centro de Mantenimiento Aeronáutico (División de Mantenimiento) no es simplemente un sistema técnico o social, más bien, es la integración y estructuración de actividades humanas en torno de varias tecnologías.

El Objetivo del análisis es identificar las dificultades que afronta el personal técnico perteneciente a la División de Mantenimiento en sus labores diarias y de esta manera plantear una alternativa de solución a su problemática.

Se partirá de la pregunta inicial: ¿Cómo estamos hoy como organización?.

Para tal fin, se elaboró un cuestionario a desarrollar por todo el personal perteneciente a la División de Mantenimiento entre Oficiales, Técnicos, Suboficiales y empleados civiles (62 en total). El cuestionario contenía tres preguntas a desarrollar en 30 minutos, que fueron las siguientes:

1. ¿Qué es necesario mejorar para elevar el nivel de su labor dentro de su área de trabajo?
2. Mencione dos aspectos positivos en general que encuentra en nuestra División.
3. Mencione dos aspectos negativos en general que encuentra en nuestra División.

Con los aportes del personal técnico se pudo conocer las dificultades que afrontan en sus labores de mantenimiento y con los cuales se elaboró el diagrama de afinidad correspondiente, agrupando las respuestas coincidentes en un solo grupo.

### **Resumen de los aportes del Personal**

#### **Capacitación:**

- Solo se tiene cursos básicos
- Poca especialización
- Escasa participación en cursos, seminarios y congresos externos de mantenimiento
- Dependencia tecnológica de asesores Rusos
- Falta instrucción en manejo de Banco de Pruebas.

#### **Métodos de trabajo:**

- Falta de un procedimiento sistemático para transmitir experiencia y conocimiento.
- Poca comunicación y coordinación entre departamentos
- No se toma en cuenta opinión de los técnicos
- Los trabajos se realizan bajo presión y con plazos
- Asignación de tareas simultáneas al mismo personal
- Algunas labores se realizan sin la orden de trabajo respectivo
- El mismo operario gestiona los pedidos a almacén
- No se cumple con el horario de trabajo.

#### **Personal:**

- Poca motivación y voluntad para las labores

- Presencia de algunos conflictos interpersonales
- Mínima relaciones de amistad
- Poca comprensión por los problemas familiares
- Escasa reuniones de camaradería
- No hay reconocimiento por año de servicios.

**Equipos y materiales:**

- Manuales en Inglés y Ruso
- Demora en la entrega de repuestos
- Herramientas de trabajo deterioradas
- Escasos accesorios para protección personal (guantes, mamelucos, sorderas, anteojeras, etc.)
- Insumos insuficientes.

**2.3.2 Análisis del Entorno**

Para llevar a cabo este labor se empleó una herramienta denominada análisis FODA que se lleva a cabo para identificar y analizar las fortalezas y debilidades internas de la organización, así como las oportunidades y amenazas reveladas por la información obtenida del contexto externo de la División de Mantenimiento objeto del estudio.

**a) Análisis Interno**

**Fortalezas:**

- Infraestructura y recursos humanos disponibles para los diferentes talleres
- Capacidad global de desmontaje y montaje de las aeronaves
- Presencia de asesores ingenieros Rusos

- Disciplina y organización definida
- Interés en la investigación e innovación tecnológica
- Acceso a información por Internet.

**Debilidades:**

- Ausencia de un sistema de calidad total
- No se posee certificación de la Dirección General de Aeronáutica Civil (DGAC – Perú).
- Dependencia tecnológica
- Administración y planificación centralizada
- Falta de una sección para diseño e investigación
- Falta de una sección de calibración.

**b) Análisis Externo**

**Oportunidades:**

- Ofrecer servicios de mantenimiento a terceros
- Fabricación de componentes
- Voluntad de cambio Institucional
- Experiencias con nuevas formas de administración y prestación de servicios que impulsen el desarrollo de un nuevo modelo.

**Amenazas:**

- Tendencia a la privatización de las fuentes de financiamiento
- Escasa incorporación de profesionales en la prestación de servicios
- Deterioro de Imagen Institucional
- Innovación continua de la tecnología.

### **2.3.3 Planteamiento del Problema.**

En resumen tenemos una organización con una infraestructura y personal con 13 años de experiencia en el servicio de mantenimiento aeronáutico, pero que no es conciente de la necesidad de implementar un sistema de calidad, que involucre a todas las Divisiones en las acciones que afecten la calidad de los trabajos. La gestión de calidad depende únicamente de la labor de inspección que realiza la División de Control y que además es responsable de todo el sistema de calidad.

En este sentido se nos presenta el reto y la oportunidad para que el personal técnico perteneciente a la División de Mantenimiento participe en forma más activa en la mejora de servicio del CEMAE, y que permita a su vez ubicarla en una situación competitiva.

En este contexto se plantea las siguientes interrogantes:

- ¿Cómo involucrar al personal técnico de mantenimiento con la calidad de los servicios?
- ¿Qué se necesita para competir en la actualidad?

En los siguientes capítulos se tratará de dar respuesta a estas interrogantes y desarrollar una alternativa de solución de acuerdo a la realidad concreta en el cual se encuentra actualmente la División de Mantenimiento del CEMAE.

# **CAPITULO 3**

## **BASES CONCEPTUALES SOBRE MANTENIMIENTO Y CALIDAD**

### **3.1 TRILOGIA DEL MANTENIMIENTO**

#### **3.1.1 El Equipamiento**

El Equipamiento hace referencia a los equipos, máquinas y materiales en los cuales es necesario garantizar su máxima disponibilidad. Este equipamiento puede ser nuevo, en desgaste, obsoleto o deficiente; existiendo diferentes técnicas de mantenimiento para garantizar esta disponibilidad. El equipamiento responde a la pregunta ¿Qué cuidar?.

#### **3.1.2 Los Recursos Humanos**

En los Recursos Humanos se hace referencia al personal propio o contratado (servicio de terceros) necesarios para cuidar el equipamiento. Este personal puede ser especializado y tener una alta, mediana o deficientemente capacitación. Las actividades del personal esta orientado a mantener el equipo en un estado deseado, evitando y corrigiendo los desperfectos. Los Recursos Humanos responden a la pregunta ¿Quién cuidar?.



Fig. 3.1 TRILOGÍA DEL MANTENIMIENTO

### **3.1.3 La Administración**

Se parte del entendido que una gestión como tal se debe conceptuar como un proceso sistemático para la correcta disposición y eficiente utilización de los recursos humanos, recursos económicos, materiales y de tiempo para alcanzar los objetivos de mantenimiento. Responde a la pregunta ¿Cómo cuidar?.

## **3.2 CAPACITACION**

### **3.2.1 Definición**

Capacidad es la habilidad para hacer el trabajo, y la destreza para aplicar correcta y reflexivamente conocimientos y experiencia a toda clase de sucesos durante un extenso período. La acumulación sistemática de formación, experiencia e información permite a las personas diagnosticar y actuar apropiadamente. Cuanto más rápidamente pueda tratar una persona una anomalía, más elevado es su nivel de capacidad.

La capacidad es producto de la motivación personal y un profundo entrenamiento. El resultado final es la maestría. Para facilitar que el personal logre el grado de maestría necesario, las empresas deben poner en práctica los métodos de formación, más eficaces.

### **3.2.2 Niveles**

El primer paso de cualquier programa de formación es identificar el nivel de conocimientos, tecnología, capacidad y competencia que tiene que adquirir el personal para progresar en cada tipo de tarea, especialización o posición.

Asimismo, deben evaluarse los niveles existentes como punto de partida actual. Se pueden identificar hasta cuatro niveles de capacidad:

NIVEL	CONOCIMIENTOS		CAPACIDAD
	Teóricos	Prácticos	
1	No	No	Tiene que aprender
2	Si	No	Necesita entrenamiento Práctico
3	No	Si	No puede enseñar a otros
4	Si	Si	Puede enseñar a otros

Fig. 3.2 Niveles de Capacidad

La formación debe organizarse para satisfacer todas estas necesidades. Demasiada formación no es eficaz, sea por exceso de contenido o por inoportunidad del tiempo. A menudo, simplemente no se encuentra con el tiempo o las personas disponible para hacer aplicaciones supervisadas en la instalación y lograr a í la maestría mediante la enseñanza de otros. La formación debe ser profunda y práctica, y debe estar claramente enfocada a las necesidades visibles. Lo más adecuado es adiestrar en una necesidad cada vez.

### 3.3 PARTICIPACION

#### 3.3.1 Definición

El concepto de participación se utiliza para hacer referencia a realidades muy distintas; engloba un vasto conjunto de fenómenos a través de los cuales se materializan los procesos de influencia de los trabajadores en la organización. Por tanto, la idea de participación en las organizaciones está relacionada con la estructura de autoridad.

Esta idea de participación se ha interpretado de manera diferente según el contexto socio-legal y ha recibido distintos nombres: democracia industrial, autogestión, cooperativismo, participación en la dirección, círculos de calidad, enriquecimiento del puesto de trabajo, grupos semiautónomos de trabajo, kaizen, etc.

### **3.3.2 Dimensiones de la Participación**

En toda situación de participación es posible distinguir las siguientes dimensiones generales:

- a) Valores y metas
- b) Propiedades de la participación
- c) Resultados
- d) Límites contextuales.

Detrás de todos los esquemas participativos hay una serie de valores, supuestos sobre la naturaleza humana y metas que justifican el interés por la participación y que se utilizan como argumentos para reivindicar la existencia y conveniencia de la misma:

Deseo de extender el proceso democrático a todos los órdenes e instancias sociales (Teoría democrática). La participación evita la alienación (Teoría socialista). La participación aumenta la productividad (Teoría centrada sobre el aumento de la motivación y la eficiencia). La participación es un medio de reducir los efectos nocivos de las organizaciones diseñadas tradicionalmente y es un medio para la satisfacción de las necesidades de autorrealización del individuo. El individuo desea asumir responsabilidades, es activo, se identifica con los objetivos de la organización, por lo tanto, si se le da responsabilidad y autonomía manifestará un alto grado de motivación y compromiso (Teoría del desarrollo y crecimiento

humano). Concepción antropológica de la naturaleza humana (que en realidad se refiere a la de los subordinados) que contrasta con la que subyace a la organización cientifista taylorista en la que el trabajador es considerado como pasivo, vago por naturaleza, no interesado por el trabajo, no identificado con los objetivos y valores de la organización y, por consiguiente, es necesario ejercer un control estricto sobre él.

Estos valores se materializan en formas concretas de participación que involucran a los trabajadores en grados diferentes a través de las cuales se pretende alcanzar unos determinados resultados: conseguir una sociedad libre y verdaderamente democrática (Teoría democrática), facilitar el desarrollo psicológico de los individuos y grupos sin cuestionar el orden social (Teoría del desarrollo y crecimiento humano), la estabilidad del orden económico y social (Teoría centrada sobre la productividad y la eficiencia), el cambio revolucionario del sistema social (Teoría socialista).

Estas relaciones e implicaciones se verán delimitadas por variables ambientales o contextuales: características sociales, tecnológicas, individuales, organizacionales, etc.

### **3.3.3 Variables que limitan la Participación**

Todos los seres humanos tienen potencialmente dentro de sí cinco tipos de necesidades básicas: físicas (alimento, bebida, techo, etc.), de seguridad (física, emocional y psicológica), de pertenencia a un grupo, de autoestima y de autorealización. En una organización mientras no se satisfagan las necesidades de los niveles básicos no se verán los logros en los niveles más altos.

De todas aquellas posibles variables que delimitan la potencialidad de la participación, se hace referencia a las variables de tipo psicosocial e individual con las que, con mayor frecuencia, chocan las experiencias de autogestión.

**Habilidades individuales.** La falta de aptitudes o habilidades empresariales y dirigentes hacen difícil la planificación, las relaciones externas y la administración rutinaria. La carencia de destrezas a este nivel puede exigir la contratación de personas con habilidades técnicas, tal vez no interesadas en la participación, que pueden adquirir un gran poder en la organización. Estos trabajadores gracias a la posesión de habilidades y conocimientos técnicos y a la posibilidad de hacer frente a las incertidumbres operativas y del entorno; se convierten en individuos con gran poder en la organización y con posibilidad de ejercer influencia sobre los demás miembros que, a su vez, se situarán en una posición de dependencia. Las relaciones, por tanto, adoptarán un carácter asimétrico.

Para evitar o controlar el surgimiento de fenómenos de poder informal e invisible que rompen con las pretendidas relaciones simétricas entre los individuos; es fundamental tener especial cuidado en la formación de las personas que se integran en la experiencia. Si los trabajadores tienen que tomar decisiones técnicas importantes deben aprender las destrezas técnicas, de toma de decisiones, de planificación, etc. necesarias.

**Actitudes, valores, motivaciones y procesos de socialización.** La carencia de valores adecuados para la participación (valores cooperativos, grupales, etc.) y la

saliencia de los valores competitivos, individualistas y materialistas (con los que chocan los modelos de autogestión) puede hacer de la cooperación una opción poco atractiva. También la gran extensión del modelo productivista capitalista basado en la iniciativa y propiedad privada y el desconocimiento del modelo participativo hacen que no se planteen alternativas a la propiedad individual. Por otro lado, estos valores competitivos, individualistas y materialistas pueden llevar a comportamientos insolidarios en el marco de las experiencias participativas.

### **3.4 EL MANTENIMIENTO COMO UN FACTOR DE COMPETITIVIDAD**

#### **3.4.1 Precio Bajo**

En mercados poco evolutivos con bajo poder adquisitivo, el precio es el principal factor para lograr competir. Algunas empresas requieren mantener bajo el precio para lograr competir (ejemplos: industria textil y alimenticia). La imagen de producto barato y malo caracteriza a muchos países emergentes (ejemplo: China). En el caso de Latinoamérica, esta sigue siendo la principal estrategia que utiliza la industria local, sin embargo, esto cambia rápidamente debido a la apertura comercial y a la automatización de los procesos productivos, que eventualmente reducirá al mínimo la influencia del costo de la mano de obra, en el costo final del producto, permitiendo pagar buenos salarios y creando un mercado con mayor poder adquisitivo y más sofisticado en sus preferencias.

Desde el punto de vista de servicios, la gestión de mantenimiento como tal, desarrollada en el ámbito de la industria u otro requiere que se desarrollen labores cada día mejor en su resultado final y con costos cada vez menores.

Pero todavía es fácil observar lugares que cuando se realiza alguna labor de mantenimiento, se olvida que la reparación, modificación o intervención, debe ser la óptima en tiempo de realización, costo y presentación e incluso no se utilizan estrategias de trabajo para resolver nuevas situaciones de manera sistemática.

### **3.4.2 Calidad**

En mercados más evolucionados con mayor poder adquisitivo, la calidad es el principal factor para lograr ser competitivo. Algunas empresas requieren mantener una calidad alta para competir (ejemplo: industria metalmecánica y automotriz). La imagen de producto de calidad y de buen precio, convirtió al Japón en el líder mundial de la economía en la década de los ochenta. Conceptos como el Control Total de la Calidad, han revolucionado la administración de las empresas durante los últimos años, llevando a que el aseguramiento de la calidad sea un requisito indispensable, para penetrar en muchos mercados (por ejemplo, la norma ISO 9000).

A mi parecer la calidad de la gestión de mantenimiento está en las personas, en cada uno de sus actos, en la aplicación de herramientas de análisis adecuadas, en la obtención de resultados en base al raciocinio y no a la improvisación y al azar, como es habitual ver en muchas empresas.

Se pueden realizar labores de mantenimiento siguiendo procedimientos muy básicos y simples, por ejemplo con inspecciones visuales y utilizando a su vez registros manuales, no obstante, la correcta disposición de toda esa información y aplicación de procedimientos claros y bien definidos, hace que el personal desarrolle una labor

de manera consistente respetando los estándares previamente definidos, obteniendo necesariamente resultados de gran calidad.

### **3.4.3 Innovación**

El desarrollo continuo de productos innovadores que revolucionan el mercado, es la forma más segura de acabar con la competencia. Algunas empresas requieren mantener una innovación continua para lograr competir (ejemplos: industria electrónica e informática). La imagen de productos innovadores, de calidad y buen precio, ha convertido a los Estados Unidos en el líder de la economía mundial en la actualidad.

Este nuevo tipo de estrategia, resulta interesante para nuestros países, ya que culturalmente el latinoamericano y especialmente el peruano está bien preparado para competir en procesos que requieren una gran creatividad por parte del trabajador.

### **3.4.4 Confiabilidad**

Es la garantía que recibe el cliente de que no recibirá efectos indeseables con el producto o servicio que está comprando. Algunas empresas requieren mantener una confiabilidad alta para lograr competir (ejemplos: industria eléctrica y aeronáutica). A futuro, conforme el concepto de Desarrollo Sostenible (“Todos Somos Responsables de Mejorar Nuestro Entorno”), se constituya en el nuevo paradigma de la sociedad, este factor irá tomando más importancia, hasta volverse un requisito indispensable para la competitividad, ya que así como la Industria Farmacéutica no

puede colocar hoy en día un producto en el mercado, hasta haber probado la confiabilidad del mismo, la sociedad el mañana no podrá aceptar que se vendan productos que lesionen en alguna forma el bienestar de la comunidad.

Podemos clasificar la confiabilidad en:

- **Confiabilidad Técnica:** Es importante sobre todo para el intermediario, con el fin de asegurar que sus proveedores no incumplirán los compromisos adquiridos, entregando productos o servicios con una calidad constante (ISO 9000) y a tiempo. Es útil desde el punto de vista económico, pues reduce los defectos y las demoras.
- **Confiabilidad Social:** Es importante sobre todo para el usuario final del producto o servicio, porque le garantiza su seguridad, la protección ambiental (ISO 14000) y la protección laboral (ISO 18000). Es útil desde el punto de vista social, pues reduce los daños a la salud, evita el agotamiento de los recursos y asegura un mejor nivel de vida.

Cualquier gestión que se realice en mantenimiento se basa en asegurar la confiabilidad en la maquinaria de una manera sistemática, segura y al menor costo posible.

Existen gestiones que se rigen por elementos modernos en la aplicación del mantenimiento (mantenimiento Preventivo, Predictivo, etc.) y hay otros en pleno año 2002 que continúan apagando incendios (alto nivel de Correctivo) generando muy baja confiabilidad en su gestión y por qué no: altos costos y desconfianza.

La adecuada disposición de procedimientos y la sistematización de los procesos aseguran la reproducibilidad de acciones con lo cual se garantiza la calidad y por ende se solventa la necesidad del cliente: "La confiabilidad que debe generar la gestión de mantenimiento".

### **3.5 GESTION DE LA CALIDAD**

#### **3.5.1 Calidad**

El término "calidad" ha evolucionado a lo largo del tiempo, algunas de las definiciones recopiladas más representativas son las siguientes:

"Constitución, con la cual la mercadería satisface el empleo previsto" (Asociación Alemana para la Calidad, DGQ, 1972).

"Conjunto de propiedades y características de un producto o servicio, que confiere su aptitud para satisfacer las necesidades dadas" (Instituto Alemán para la Normalización, DIN 55 350–11, 1979).

"La totalidad de las características de una entidad que le confieren la aptitud para satisfacer las necesidades establecidas y las implícitas" (Comisión Panamericana de Normas Técnicas–Organización Internacional de Normalización COPANT–ISO 8402, 1995).

Con mucha frecuencia se relaciona el término calidad con la definición de excelencia, en este sentido, la calidad es una característica absoluta y muy difícil de lograr, pero como concepto práctico, ésta se convierte en un obstáculo para el

habitual desenvolvimiento de las empresas. Tomando como base las definiciones anteriores, la calidad se relaciona más bien con las exigencias de los consumidores con respecto a la satisfacción de sus necesidades.

En otros términos significa atributo, propiedad o característica que distingue a las personas, a bienes y a servicios.

Si aplicamos este concepto a una organización o empresa diríamos que lo distingue a una de otra es su prestigio o imagen, la capacidad de sus directivos, la habilidad de su personal, el grado de satisfacción que brinda a sus clientes con los productos que ofrece, el precio de sus productos, la cultura de su organización, el grado de compromiso con su comunidad, el nivel de formalidad en sus sistemas de trabajo, etc.

Una Empresa que en su accionar lleva el ingrediente de la calidad se esfuerza permanentemente por suministrar productos que satisfagan las necesidades y expectativas del cliente. Su preocupación es dar al cliente lo que desea, a un precio que esté pueda pagar y a un costo que ella pueda soportar.

### **3.5.2 Control de Calidad**

Se le define como “Técnicas y actividades de carácter operativo utilizadas para satisfacer los requisitos para la calidad” (ISO 8402, 1994).

Comprende:

- El seguimiento de un proceso (producto o servicio)
- La eliminación de las causas de rechazos en todas las fases.

El control de calidad es un proceso de gestión durante el cual se evalúa el comportamiento de los productos y procesos, se compara el comportamiento real con los objetivos y se actúa sobre las diferencias.

### **3.5.3 Aseguramiento de la Calidad**

El aseguramiento de la calidad se define como el conjunto de acciones planificadas y sistemáticas para proporcionar confianza de que un producto (sea un bien o servicio) satisfará los requerimientos relativos a la calidad.

Con acciones planificadas y sistemáticas se quiere relevar que éstas son debidamente previstas y responden a una frecuencia programada, ordenada, documentada, organizada y controlada en la perspectiva de asegurar que los productos alcanzarán la calidad esperada por el cliente y se cubrirán sus expectativas al momento de comprarlos.

Dentro de una organización o empresa se utiliza como una herramienta de gestión y se centra en un enfoque sistémico para desarrollar un conjunto de tareas que involucra a toda la empresa con miras a un desarrollo permanente de la calidad. La Norma ISO 9001:1994, especifica los requisitos para establecer un Sistema de Aseguramiento de la Calidad.

El aseguramiento de la calidad es una necesidad resultante de las reglas del mercado, en cuyo campo se intensifica la competitividad empresarial y los clientes demandan mayores exigencias a sus proveedores.

El aseguramiento de la calidad se orienta hacia la prevención de errores. Con el aseguramiento se pretende evitar reclamaciones, casos de responsabilidad derivada del uso del producto, trabajo suplementario y desperdicio. No es la calidad la que eleva los costos sino los errores.

#### **3.5.4 Calidad Total**

La constante evolución de las necesidades y expectativas de los clientes, aunada a la evolución de la tecnología ha conducido tanto a quienes se desenvuelven en el mundo académico como a los hombres de empresa a pensar en un concepto orientado hacia la satisfacción plena del cliente y a cubrir las aspiraciones de la propia empresa y de sus integrantes.

Se define Calidad Total como un “enfoque gerencial que busca de manera sistemática y con la participación organizada de todos los miembros de una empresa, elevar la calidad de todos sus procesos, productos y servicios, previendo el error y haciendo un hábito de la mejora continua para satisfacer las necesidades y expectativas del cliente externo e interno”.

### **3.5.5 Calidad de un Producto y Servicio**

La calidad de un producto se define como el conjunto de propiedades y características que le confiere su aptitud o capacidad para satisfacer necesidades explícitas o implícitas.

Se puede definir al producto como el bien o servicio que produce una empresa. En general significa el resultado de una actividad o proceso; así el producto de una empresa puede referirse a: automóviles, bicicletas, mineral refinado como azúcar, o también a un servicio de mantenimiento, un servicio de consultoría, un servicio de capacitación, el cuidado de la salud, el cuidado del cabello, lavado de ropa, etc.

### **3.5.6 Herramientas básicas de la Calidad**

Las herramientas básicas de la calidad fueron propuestas en 1968 por Kaoru Ishikawa en su libro “Guide to Quality Control” (Ishikawa, 1976) como una respuesta a la necesidad de los círculos de calidad japoneses de contar con procedimientos claros y objetivos para el análisis y solución de problemas en programas de mejoramiento continuo.

Según Ishikawa, con las herramientas básicas se pueden resolver el 95% de los problemas que se le presentan en una organización, sobre todo los de las áreas productivas.

Una síntesis de estas técnicas o herramientas se muestran en la figura 3.3.

<b>HERRAMIENTA</b>	<b>USO PRINCIPAL</b>
1. Lluvia de Ideas	Genera ideas para identificar problemas.
2. Diagrama Causa-Efecto (lo que ocasiona los problemas)	Identifica, relaciona y selecciona las causas de los problemas o factores que afectan a cierto objetivo o característica de calidad.
3. Hoja de chequeo o verificación	Fácil obtención de datos sobre problemas de calidad.
4. Histogramas (visión gráfica de la variación)	Conocer la forma de distribución de las características de calidad de estudio, o el comportamiento de cierta variable en la operación de proceso.
5. Diagrama de Flujo (lo que se hace)	Examinar los procesos.
6. Diagrama de Pareto (clasificación de problemas)	Reducir el área total de problemas e identificar los vitales y priorizar su atención.
7. Diagrama de Dispersión (definición de relaciones)	Confirmar o verificar efectos de las causas seleccionadas.
8. Gráfico de Control (medición y control de la variación)	Conocer los cambios dinámicos en la operación o proceso y confirmarlos, observando los estándares, para identificar situaciones anormales.

**Fig. 3.3 USO DE LAS HERRAMIENTAS BÁSICAS DE LA CALIDAD**

### **3.5.7 Formas Participativas de los Trabajadores en la Calidad Total**

#### **Programa 5 S's**

Se denomina 5 S's porque su nombre en japonés comienza precisamente con esas letras:

- **Seiri** (disposición metódica). Establece la necesidad de distinguir entre lo necesario y lo prescindible. Todos los documentos, herramientas, equipos, stocks y cualesquiera otros recursos que sean prescindibles para el desarrollo del trabajo deberán eliminarse.
- **Seiton** (orden). Exige que todos los recursos empleados en el proceso deben encontrarse en su sitio asignado, de modo que sea localizado y empleado lo más rápida y eficazmente.
- **Seiso** (limpieza). Consiste en mantener todos los equipos y herramientas en un estado de conservación óptimo, así como en limpiar y ordenar las áreas de trabajo.
- **Seiketsu** (estandarizar). Pretende desarrollar estándares y procedimientos en todas las tareas y actividades relacionadas con el proceso.;
- **Shitsuke** (disciplina). Debe asegurarse de que todo el personal que participa en el proceso comprende y emplea los estándares y procedimientos establecidos.

Los elementos de este programa de organización y administración son muy sencillos y evidentes por sí mismos, pero su aplicación regular y sistemática puede mejorar mucho el ambiente en su entorno de trabajo y garantizar constantemente productos de gran calidad. La práctica continua de las 5 S's son la base lógica para implementar cualquier otra técnica.

### **Pequeños grupos TPM**

Una característica principal del Mantenimiento Productivo Total (TPM) es su desarrollo a través de la participación de todos en pequeños grupos.

Las actividades TPM no son voluntarias sino parte vital del trabajo diario del personal. Los miembros dirigen sus actividades hacia el logro de objetivos corporativos resolviendo problemas de la organización en su conjunto. Por ejemplo, el TPM hace que el cuidado del equipo forme parte del trabajo diario de cada uno. Para promover y apoyar esta intención, los pequeños grupos TPM, bajo el control de los mandos correspondientes, desarrollan sistemáticamente acciones de cuidado del equipo: limpian, chequean y lubrican. Sus actividades son parte integral de las actividades formales de la organización, desde la alta dirección, media dirección y los operarios.

### **Programa de Sugerencias**

La base de un programa de sugerencias es permitir que todos los empleados puedan expresar su opinión para mejorar las cosas que creen que están mal, permitir que las ideas brillantes se capturen formalmente y reconocer que la gerencia de la empresa no tiene todas las respuestas. La promoción y aliento constante son necesarios para un programa de sugerencias tenga éxito.

Este programa permite también que los empleados hagan sugerencias lógicas y prácticas para el mejoramiento de su ambiente de trabajo, procesos, productos, servicios, sistemas de calidad, diseño, etc.

### **Equipos Departamentales para el Mejoramiento EDM**

Los EDM están formados por todo el personal de un mismo Departamento, y están concebidos como un medio para que todos sus miembros participen constantemente en una actividad dirigida a mejorar el nivel de la calidad y la productividad del Departamento. Por lo general el Presidente del EDM es el jefe de Departamento. Las dos tareas básicas del equipo son:

- Identificar los problemas que causan errores y/o los elementos que disminuyen la productividad del Departamento;
- Desarrollar e implantar las acciones correctivas pendientes a eliminar esos obstáculos que impiden una mayor productividad y/o un desempeño libres de errores.

### **Equipos para el Mejoramiento de los Procesos EMP**

Los EMP se crean con el objeto de calificar los procesos, mejorar la calidad, disminuir los desperdicios e incrementar la productividad de un proceso que atañe a varios Departamentos a la vez. Un EMP está constituido por profesionales con conocimientos y experiencia en la solución de problemas provenientes de cada uno de los Departamentos afectados por el proceso y de ciertas áreas de apoyo. El presidente del equipo y sus miembros son designados por la Dirección. Sus actividades se limitan al cometido específico que también le es asignado por la Dirección.

### **Fuerza o Equipos de Trabajo FT**

La Dirección de la empresa designa e integra una “Fuerza de Trabajo” cuando se presenta un problema grave que debe resolverse de inmediato, como el posible cierre de una planta o la paralización de una línea de ensamblado. Está formada por profesionales altamente calificados, escogidos para que analicen y resuelvan el problema específico. Normalmente, estos empleados dejan temporalmente sus labores ordinarias para trabajar a tiempo completo como miembro de la FT.

Las actividades de la FT se limitan a un solo problema que debe resolverse de inmediato, después del cual todos sus integrantes se incorporan a sus labores habituales.

## **3.6 CIRCULOS DE CALIDAD**

### **3.6.1 Orígenes**

Después de la Segunda Guerra Mundial, los países vencedores imponen militarmente sus condiciones a los derrotados, los EE.UU. establecen el Plan Marshall para la recuperación de Europa e invaden el Japón.

Los militares norteamericanos consideran que deben renovar a los antiguos dirigentes de las empresas japonesas, pronto tropiezan con problemas, especialmente en el campo de las telecomunicaciones, como solución se establecen una serie de misiones técnicas que desarrollan cursos sobre todo en el uso de herramientas estadísticas para el Control de Calidad.

La industria japonesa de la posguerra, derrotada y arruinada, pero con una nueva clase dirigencial, se enfrenta al desafío de reconstruir su nación, está abierta a nuevas ideas y muy pronto descubre las bondades de la aplicación de métodos estadísticos utilizados ya desde los años veinte en occidente, tales como los gráficos de Shewart. Se crea un organismo, la CCS (Sección de Comunicación Civil), cuya misión es asesorar a los fabricantes de material telefónico, y realizan cursos como primer vector de introducción de la calidad en Japón. Los métodos desarrollados en los seminarios CCS vuelven a utilizarse por la JUSE (Japanese Union of Scientists and Engineers), fundada en 1946. En 1949 se forma un grupo de investigación de Control de Calidad (Asaka-Ishikawa-Kogure-Mizuno-Moriguchi). El mismo año se organiza el primer curso de seis meses. En 1950, la JUSE (Japanese Union of Scientists and Engineers) invita al profesor Edwards Deming, quien dicta un curso de ocho días. Subraya la importancia de las estadísticas. En 1951, se crea el premio Deming. Posteriormente en 1954 es también invitado el profesor J. M. Juran; los japoneses asimilan los conceptos, pero deciden que la formación debe llegar no sólo a los especialistas, sino a todos los miembros de la sociedad, se establecen cursos de formación masiva por la radio (Octubre a Diciembre de 1956), se publica en 1962, una revista mensual de gestión de la calidad y sobre todo se edita el manual de Kaoru Ishikawa, presidente de la JUSE. En mayo de 1962, se registra el primer Círculo de Calidad, expresión genuina de dirección participativa.

El Japón revoluciona los conceptos de administración, básicamente los humaniza, establece mecanismos para la participación general en la toma de decisiones, hace que todas las personas trabajen en torno a un objetivo común, logrando multiplicar

sus beneficios, ahora ya no es sólo uno el que piensa sino todos los trabajadores, y las ideas fluyen ordenadamente a raudales, haciendo que el responsable del éxito no sea únicamente el especialista, sino todo el equipo.

### **3.6.2 Definición**

La idea básica de los Círculos de Calidad consiste en crear conciencia de calidad y productividad en todos y cada uno de los miembros de una organización, a través del trabajo en equipo y el intercambio de experiencias y conocimientos, así como el apoyo recíproco. Todo ello, para el estudio y resolución de problemas que afecten el adecuado desempeño y la calidad de un área de trabajo, proponiendo ideas y alternativas con un enfoque de mejora continua.

Un Círculo de Calidad se puede definir como un grupo de personas que, realizando iguales o parecidas actividades, y bajo la coordinación de un responsable, se reúnen periódicamente con el objeto de identificar, analizar y solucionar no solo los problemas de calidad sino otros relacionados con su área.

### **3.6.3 Características**

Las características fundamentales de los Círculos de Calidad son:

- a) Carácter voluntario: cada miembro decide participar del círculo;
- b) Pequeña dimensión: entre tres y diez miembros;
- c) Composición homogénea: los miembros proceden de la misma área o taller;
- d) Tareas y objetivos: los proyectos corresponden al ámbito de control del círculo y se ajustan a los objetivos de la empresa;

- e) Enfoque sistemático: al estudiar los problemas se sigue una secuencia paso a paso y utilizan técnicas apropiadas en el proceso;
- f) Actividad Constante: las actividades del círculo pasan de un proyecto o actividad a otro. Se reúnen una vez por semana aproximadamente una hora;
- g) Aplicación Universal: el concepto se puede aplicar en diversos sectores, organizaciones y sus dependencias (fábricas, banca, transporte, etc.).

#### **3.6.4 Objetivos**

Los objetivos generales de los Círculos de Calidad son:

**a) Contribuir a desarrollar y perfeccionar la empresa.**

No se trata únicamente de aumentar la cifra de ventas sino de crecer en calidad, innovación, productividad y servicio al cliente.

**b) Mejorar el taller como lugar de trabajo.**

Los Círculos aspiran a lograr que el lugar de trabajo sea más apto para el desarrollo de la inteligencia y la creatividad del trabajador.

**c) Promover el potencial humano al máximo.**

El factor humano es el activo más importante y decisivo con que cuenta la empresa. Su potenciación constante provoca un efecto multiplicador cuyos resultados suelen sobrepasar los cálculos y estimaciones más optimistas.

Sus objetivos específicos son:

- a) Propiciar un ambiente de colaboración y apoyo recíproco en favor del mejoramiento de los procesos operativos y de gestión;
- b) Fortalecer el liderazgo de los niveles directivos y de supervisión;
- c) Mejorar las relaciones humanas y el clima laboral;
- d) Motivar y crear conciencia y orgullo por el trabajo bien hecho;
- e) Concientizar a todo el personal sobre la necesidad de desarrollar acciones para mejorar la calidad;
- f) Propiciar una mejor comunicación entre los trabajadores y los directivos o gerentes.

### **3.6.5 Procesos Principales**

Fundamentalmente un Círculo de Calidad es un grupo solucionador de problemas. El proceso de solución de problemas se realiza mediante una secuencia integrada de acciones y empleo de técnicas. Para solucionar dichos problemas se deben realizar los siguientes pasos:

#### **Paso 1: Seleccionar el tema o problema**

El objetivo de este paso es definir con claridad el problema que se va a resolver. Comprende la identificación de algo que necesite mejorarse, sus antecedentes, la elección de la mejora a lograr y la preparación de un plan de actividades que abarque todo el proceso definiendo fechas y responsables para cada actividad. Pueden utilizarse las herramientas de calidad como “Lluvia de ideas” y el diagrama de Pareto.

**Paso 2: Comprender la situación actual**

El objetivo de este paso es comprender el área del problema y poner de relieve los problemas específicos. Aquí se estudian los efectos del problema y se revisan los datos disponibles que abarquen aspectos como tiempo, lugar, tipo, etc. Las herramientas de calidad a emplearse pueden ser los diagramas de flujo, diagramas de Pareto o histogramas.

**Paso 3: Analizar las causas**

El objetivo de este paso es averiguar las causas del problema, estas se preparan en un diagrama causa y efecto, se analizan las causas principales, se verifica cada causa y se identifica la causa raíz del problema. Pueden utilizarse las herramientas de calidad como el diagrama causa y efecto, diagrama de Pareto, hoja de chequeo.

**Paso 4: Considerar acciones correctivas**

El objetivo de este paso es determinar la acción correctiva que elimine la causa raíz del problema, se generan alternativas creativas de solución y se evalúan las propuestas de mejora considerando los elementos más importantes. Las herramientas de calidad a emplearse pueden ser la técnica de “lluvia de ideas” o hoja de verificación.

**Paso 5: Implementar la acción correctiva**

El objetivo de este paso es desarrollar un plan operativo para poner en práctica la acción correctiva, comprende además la presentación del plan a la Dirección y si este aprueba el plan presentado, los miembros del Círculo se responsabilizarán de su

ejecución, pero si por alguna causa, no se aprueba, se explica al grupo y se les motiva a encontrar otra solución más viable. Puede utilizarse la técnica de “lluvia de ideas para este paso.

### **Paso 6: Evaluar los resultados de la acción correctiva**

El objetivo de este paso es verificar la efectividad de la acción correctiva, se deben recoger y analizar información antes y después de realizadas las acciones y compararlas, y debe verificarse si el objetivo a lograr inicialmente se ha cumplido. Las herramientas de calidad a emplearse pueden ser los diagramas de Pareto o los histogramas.

### **Paso 7: Empezar una acción apropiada**

El objetivo de este paso es asegurarse que se mantenga el nivel apropiado de desempeño si la acción correctiva ha tenido éxito. La acción correctiva debe documentarse en los procedimientos o estándares de operación y transmitir esta información a otras partes de la organización. También es importante identificar los parámetros decisivos del proceso para su control. Las herramientas de calidad a emplearse pueden ser la hoja de chequeo o gráficos de control.

### **Paso 8: Identificar nuevo tema o problema**

El objetivo de este paso es utilizar la experiencia adquirida para los proyectos futuros. Con la solución de un problema previo se da paso a un nuevo ciclo de actividades encaminadas hacia el mismo fin.

Fig. 3.4 METODOLOGIA DE SOLUCION DE PROBLEMAS

CICLO	PASO	ACCIONES	HERRAMIENTAS UTILES
PLANIFICAR	1. Seleccionar el Problema	a) Identifique y liste algo que necesite mejorarse b) Elija la mejora a lograr c) Prepare un programa de actividades	*Lluvia de ideas *Diagrama de Pareto
	2. Comprender la situación actual	a) Recopile información b) Investigue cuatro puntos de vista: - Tiempo (turno, día, semana) - Lugar (zona donde se producen los defectos) - Tipo (artículo, máquina, equipo) - Sintoma (defectos, fallas, costo, etc.) c) Fije un objetivo y una fecha para lograr esta mejora	*Diagrama de Pareto *Diagrama de flujo *Histogramas
	3. Analizar las causas	a) Realizar un diagrama de causa-efecto b) Identifique las causas raíz del problema c) Verifique cada causa raíz d) Identifique la causa raíz que sea la mayor responsable del problema	*Diagrama Causa y Efecto *Diagrama de Pareto *Hoja de chequeo
HACER	4. Considerar acciones correctivas	a) Generación de ideas para reducir o eliminar las causas raíz b) Determinar acciones para llevar a cabo las propuestas de solución c) Evalúe la propuesta de mejora d) Considere los elementos más importantes presentes en el proceso: mano de obra, materiales, métodos y máquinas /equipos (4M's)	*Lluvia de ideas *Hoja de verificación
	5. Implementar la acción correctiva	a) Prepare un plan operativo b) Realice una presentación a la Dirección c) Ejecute el plan de acción	*Lluvia de ideas
VERIFICAR	6. Evaluar los resultados	a) Compare los datos obtenidos, antes y después de realizadas las acciones b) Verifique si se ha cumplido el objetivo o meta propuesta	* Diagrama de Pareto *Histogramas
ACTUAR	7. Empezar una acción apropiada	a) Documentar, estandarizar y controlar	*Hojas de chequeo *Gráficos de control
	8. Identificar nuevo tema o problema	a) Empezar desde el principio con una nueva actividad	*Lluvia de ideas

### **3.6.6 Estrategias de Implantación**

Para lograr que un programa de Círculo de Calidad sea efectivo se requieren los siguientes elementos:

#### **a) Compromiso Gerencial.**

Todos los niveles de gerencia deben apoyar y estimular el programa, como por ejemplo gestionar un presupuesto adecuado, garantías de seguridad laboral, visitar las reuniones de los círculos, asistencia a las reuniones de presentación y adopción de recomendaciones.

#### **b) Filosofía Organizativa.**

Toda la organización debe apoyar y tener fe en el potencial de los trabajadores para desarrollarse y asumir responsabilidades.

#### **c) Participación.**

El derecho a participar o no, debe estar protegido y claramente indicado, si el trabajador esta obligado a participar su contribución puede afectar el rendimiento de los demás miembros.

#### **d) Capacitación.**

Los miembros y los líderes de los círculos de calidad deberán ser capacitados en las técnicas y los principios necesarios para identificar, analizar y solucionar problemas de calidad y otros problemas inherentes a su trabajo.

**e) Libertad de los miembros.**

Se debe dar libertad a los miembros para recopilar datos, intercambiar ideas, proponer soluciones así como desarrollarlas.

**f) Respaldo del grupo de apoyo.**

Además del respaldo de la gerencia, el programa necesita la cooperación de otros grupos como el de control de calidad, contabilidad, personal y producción; estos grupos deben servir como fuente de información para los miembros del círculo.

**g) Integración estructural.**

El concepto de los círculos de calidad se adapta a la estructura formal de cualquier organización.

**h) Gratificación a los miembros del círculo.**

Algunas empresas están a favor de gratificar a los miembros del círculo por su esfuerzo y otras consideran que la compensación surge en la actividad misma: de participar, que sus ideas sean implementadas y reconocidas por la gerencia y sus compañeros.

**i) Participación de los Sindicatos.**

Es recomendable que el Sindicato forme parte del programa y comunicarse en su integridad todas las actividades que los miembros realizarán en los círculos.

#### j) **Costos del Programa.**

Aunque cuesta a la empresa establecer el programa y celebrar reuniones, con el debido tiempo se compensará la inversión al mejorar la calidad, la productividad y los costos y elevarse la moral.

#### **3.6.7 Evaluación de la viabilidad del Programa**

La evaluación de la viabilidad se basará en el supuesto de que "los Círculos de Calidad no son aptos para cualquier organización" y, por tanto, para reducir el riesgo de fracaso habrá que evaluar la compatibilidad de la organización con los supuestos de la técnica.

Esta técnica propone un método para evaluar la receptividad de la organización al cambio en base a tres niveles:

**a) Nivel de mantenimiento.** Hace referencia al grado de satisfacción de la dirección con la forma en que la organización opera actualmente. Una organización en crisis acepta el cambio en un esfuerzo por encontrar una solución a sus problemas, mientras que la organización que funciona satisfactoriamente es más probable que se resista a los esfuerzos de cambio que implican los Círculos de Calidad.

**b) Nivel sinérgico.** Se pretende medir la condición que existe cuando los individuos han encontrado formas de trabajar en armonía. Las actitudes organizacionales positivas y la existencia de grupos de trabajo armoniosos facilitarán el cambio.

c) **Nivel ambiental.** Hace referencia a la influencia que ejercen las fuerzas externas a la organización. Cuanto mayores son las presiones ambientales externas, mayor es la probabilidad del cambio.

## CAPITULO 4

### PROPUESTA METODOLOGÍA PARA IMPLANTAR LOS CIRCULOS DE CALIDAD

#### 4.1 ESTRUCTURA ORGANIZATIVA

Para implantar los Círculos de Calidad en la División de Mantenimiento del CEMAE se tomará en cuenta su actual estructura organizativa. El presente estudio propone constituir un Círculo de Calidad en cada Departamento de la División de Mantenimiento.

Se distinguirán además en la estructura organizativa de Implantación los siguientes niveles:

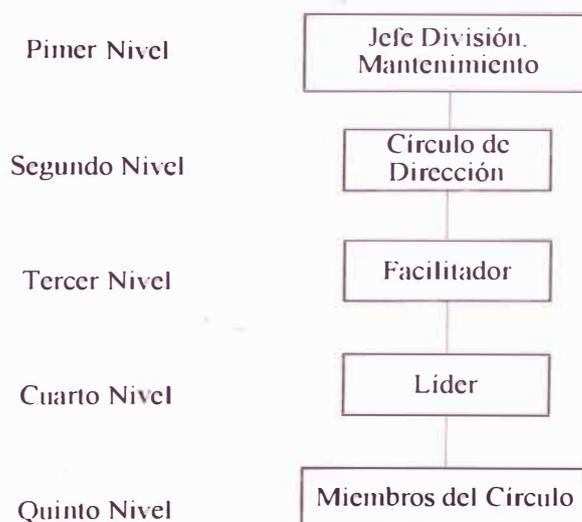


Fig. 4.1 NIVELES EN LA ESTRUCTURA ORGANIZATIVA

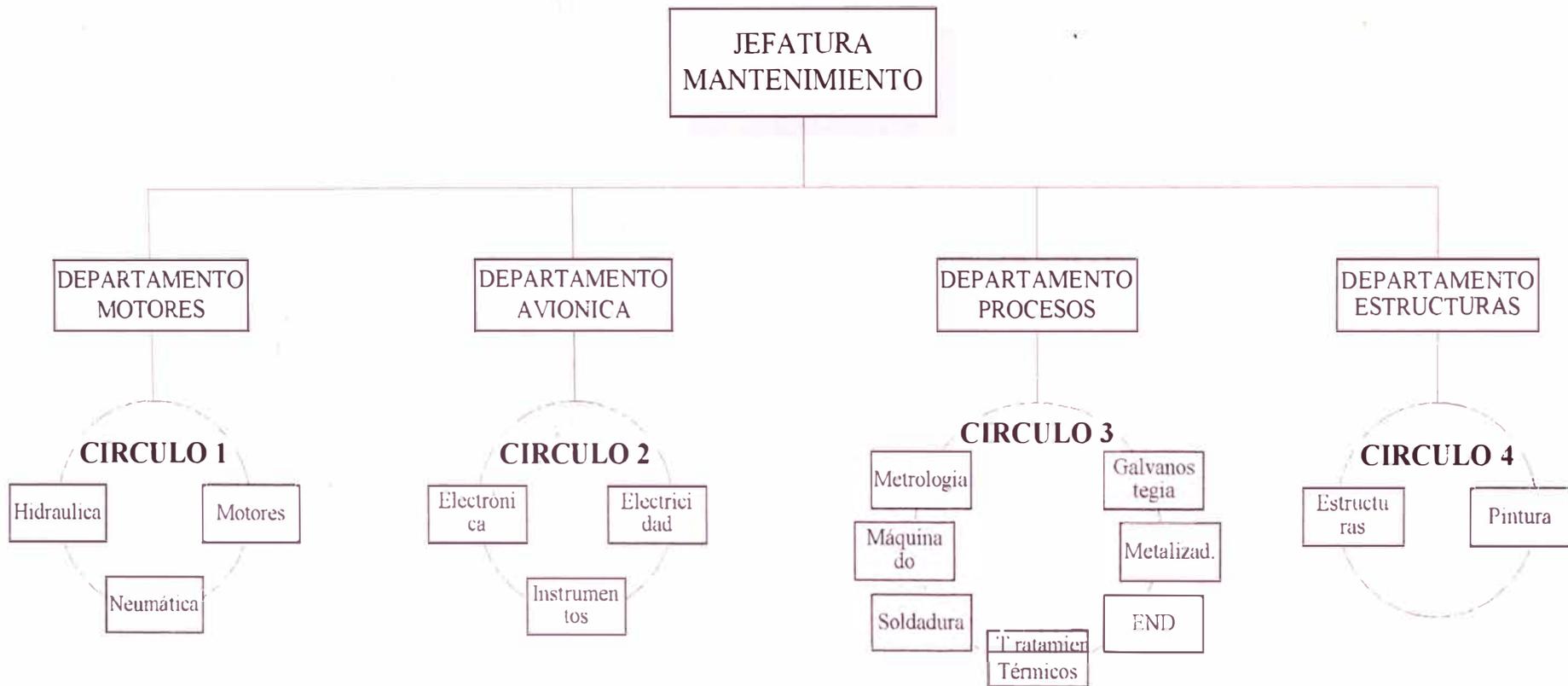


Fig. 4.2 PROPUESTA DE IMPLANTACION DE CIRCULOS DE CALIDAD

a) **Primer nivel: Jefe de la División.**

Sin el completo apoyo y motivación del Jefe de la División de Mantenimiento, los Círculos de Calidad están condenados a fracasar.

Las funciones de este nivel de Dirección serán:

- Apoyar en las gestiones de instancias superiores.
- Participar en forma personal asistiendo a las reuniones de presentación
- Decidir y adoptar la ejecución de las propuestas y recomendaciones.

b) **Segundo nivel: Círculo de Dirección.**

Se le denominará Círculo de Dirección, porque este deberá constituirse en un ejemplo del compromiso de la mejora continua.

Estará conformado por:

- **1 Oficial.** Será el responsable directo de la marcha de los Círculos de Calidad y tendrá que convocar a los integrantes de este círculo, previa coordinación con el Jefe de la División.
- **1 Instructor** de la División de Control. Deberá compartir su experiencia y gestionar la información requerida por los círculos y además ser un medio de coordinación con esta División.
- **1 Facilitador** (en los siguientes párrafos se mencionará sus funciones). Participa como nexo en este nivel y en el cuarto nivel para coordinar, presentar y recoger los informes correspondientes
- **1 Asesor Externo** (para capacitación y consultoría)

Los funciones de este nivel serán:

- Preparar el Plan Piloto de Implantación
- Definir el objetivo general de los Círculos de Calidad
- Reclutar y seleccionar a los líderes
- Apoyar las labores de capacitación
- Supervisar el programa de las actividades
- Decidir los tipos de recompensa para premiar los proyectos aceptados.
- Acompañar a los líderes de los Círculos
- Promover la colaboración de todos los Departamentos.
- Evaluar el Plan Piloto de Implantación.

**c) Tercer nivel: El Facilitador.**

Es la persona responsable de coordinar y dirigir las actividades de los Círculos de Calidad dentro de la organización.

Sus funciones serán:

- Poner en práctica el objetivo determinado por el Círculo de Dirección.
- Controlar el cumplimiento del programa de los Círculos.
- Adiestrar y ayudar a los líderes de los Círculos.
- Orientar a líderes y miembros de los Círculos en cuanto a los problemas a estudiar.
- Recoger los informes de los Círculos y preparar informes para el Círculo de Dirección.

**d) Cuarto nivel: El Líder del Círculo.**

El líder es el eje y la fuerza del Círculo y deberá ser miembro activo del Círculo que representa. Inicialmente el jefe natural del grupo de trabajo del Círculo deberá ser el técnico de mayor antigüedad. Su ausencia en los Círculos de Calidad, de una u otra forma, será siempre perjudicial para el proceso.

Sus funciones serán:

- Capacitar a los miembros del Círculo en las técnicas de trabajo.
- Dirigir las reuniones del Círculo que representa.
- Preparar el orden del día de las reuniones e informes de las mismas.
- Difundir entre los miembros del círculo el espíritu participativo.
- Llevar los registros de las reuniones de los Círculos y la asistencia de los miembros.
- Servir de nexo entre los miembros de Círculo y el Facilitador.
- Presentar los proyectos propuestos por el círculo ante la Dirección.
- Autoevaluar con todos los miembros el desempeño del Círculo.

**e) Quinto nivel: Los Miembros del Círculo.**

La unidad básica de los Círculos de Calidad son las personas participantes en ella, a quienes se les denominará miembros del Círculo, es por ello que se les debe dar todas las facilidades para que puedan llevar a cabo sus propuestas de mejora. Los miembros deberán de pertenecer a un mismo Departamento para formar un círculo.

Sus funciones serán:

- Elaborar propuestas que contribuyan con el desarrollo de su área de trabajo
- Participar activamente en las reuniones
- Colaborar con el cumplimiento de la agenda básica de las reuniones
- Cumplir con las actividades y tareas asignadas
- Apoyar al líder del Circulo en la presentación de propuestas
- Autoevaluar en forma personal y grupal el desempeño del Circulo.

## **4.2 ETAPAS DEL PROCESO**

En este subcapitulo se describirán los pasos a seguir para lograr implantar los Círculos de Calidad en la División de Mantenimiento del CEMAE.

### **4.2.1 Preparación**

Es vital la elaboración de los fundamentos para un programa de Círculos de Calidad. Si la planificación se descuida, se necesitarán repetidas modificaciones y correcciones durante la implantación. La fase de preparación se inicia con el anuncio del compromiso de la Dirección (Jefe de la División de Mantenimiento) de introducir los Círculos de Calidad y se completa cuando se ha formulado el Plan Piloto de Implantación.

#### **Anunciar Compromiso de la Dirección**

Todo el personal técnico debe comprender el porqué de la implantación de los Círculos de Calidad en la División de Mantenimiento. La Jefatura del CEMAE debe dejar bien claro su intención de seguir el programa hasta su finalización y que

facilitará el apoyo físico y organizacional necesario para resolver los diversos inconvenientes que inevitablemente surgirán durante la implantación.

Conseguir el compromiso de la Dirección implica:

- Proporcionar folletos de introducción sobre Círculos de Calidad a todos los Oficiales pertenecientes a la División
- Realizar una presentación para exponer las bondades del proyecto y la factibilidad de su aplicación.

Si bien es cierto que para lograr el compromiso de la Dirección, no basta con estas actividades, será necesario hacer una labor en el ámbito personal.

### **Conformar Círculo de Dirección**

Una vez aprobada la decisión de iniciar la implantación de los Círculos de Calidad, debe conformarse la organización básica para su instalación y operación. El segundo paso es la conformación del Círculo de Dirección.

El Círculo de Dirección deberá acordar el número de reuniones que considere necesarias para cumplir con sus funciones. En la etapa de implantación deberá reunirse cada 15 días con los líderes de los Círculos para supervisar y coordinar el avance de las actividades. Por medio de la supervisión permanente de los miembros del Círculo de Dirección, se evaluará el cumplimiento de las metas y tareas establecidas por el mismo Círculo de Dirección y por los Círculos de Calidad, lo cual es de suma importancia para la evaluación global del proyecto

### **Establecer Objetivo General de los Círculos de Calidad**

Al establecer el objetivo general, este deberá ser compatible con la misión de la División de Mantenimiento y ser parte integral de la política general del CEMAE.

En este sentido se plantea el siguiente objetivo general:

“Estimular la formación de personas competentes en equipos y en la gestión de mejora continua como parte integral de desarrollo organizacional del CEMAE”.

### **Preparar Plan Piloto**

Para formular el Plan Piloto de Implantación de los Círculos de Calidad, deberá decidirse primero las actividades a poner en práctica para lograr el objetivo propuesto.

Deberán tomarse en cuenta las siguientes actividades:

- Creación de la Oficina de Promoción
- Campaña de publicidad
- Reclutamiento y selección de líderes
- Capacitación de los líderes
- Capacitación del personal técnico
- Reglamentación de las actividades
- Evaluación del Plan Piloto.

#### **4.2.2 Introducción de los Círculos de Calidad**

##### **Crear Oficina de Promoción**

Será el lugar en el cual el Círculo de Dirección administrará la ejecución del programa. Su creación es importante porque los miembros integrantes de los círculos necesitan identificar un lugar físico al cual acudir cuando se presenten dificultades o tengan que hacer alguna consulta. Durante las primeras etapas de introducción del programa no deberá utilizarse demasiado personal en la Oficina de Promoción, con el tiempo y a medida que aumenta el número de círculos, se requerirá de más personal.

##### **Realizar Campaña de publicidad**

Toda acción si no cuenta con una oportuna comunicación y publicidad puede pasar inadvertida, por esta razón será necesario realizar una campaña de publicidad para la introducción de los círculos de calidad.

Se propone la siguiente frase para la campaña de publicidad: ¡CEMAE, únete a la Calidad!

Además deberán elaborarse: Folletos informativos para todo el personal, publicaciones en el periódico mural, afiches y carteles alusivos al tema, etc.

##### **Reclutar y Seleccionar Líderes**

La selección y reclutamiento de los Líderes deberá hacerse formalmente con una invitación personal. Inicialmente los candidatos a reclutar deberán ser los técnicos Jefes de Sección de cada Departamento.

### **Capacitación de Líderes**

En esta etapa deberá asegurarse que todos los miembros del Círculo de Dirección y los Líderes reclutados conozcan los fundamentos de calidad y comprendan las razones de la implantación de los Círculos de Calidad. Deberá invitarse a todos los Técnicos Jefes de Sección de la División de Mantenimiento para participar en el programa de capacitación.

El tiempo de capacitación deberá tener una duración de 40 horas (con 4 horas por semana) principalmente en los temas que se muestran en la figura 4.3.

### **Capacitación del personal técnico**

La capacitación del personal técnico deberá realizarse por cada Departamento durante 10 semanas (1 hora por semana). Esta capacitación será proporcionada por los Líderes asesorados por el Círculo de Dirección, en los temas que se muestran en la figura 4.4.

### **Conformar Círculos de Calidad**

La conformación se inicia con la inscripción de los miembros para pertenecer al círculo de calidad de su Departamento y se realizará mediante la firma de una acta de honor que dará constancia del compromiso entre el trabajador y la Dirección. La inscripción se establecerá de forma voluntaria y además deberá publicarse tales decisiones en el Periódico Mural con la intención de motivar a otros para su inscripción.

Fig. 4.3 CAPACITACION DE LIDERES

SEMANA	TEMA	OBJETIVO	T(Hr)
1	El Mantenimiento Aeronáutico	Identificar dificultades en las labores de Mantenimiento	4
2	El Mantenimiento un servicio de Calidad	Actualizar a los participantes en los últimos principios sobre calidad	4
3	Cultura Organizacional Inteligencia Emocional	Analizar la cultura organizacional del entorno que permitan su comprensión Comprender e identificar áreas que mejoren la capacidad emocional	4
4	Valores, Paradigmas, Actitudes y Conductas	Reflexionar sobre la manera de ver, entender e interpretar el mundo que nos rodea	4
5	La Importancia del Liderazgo Las Relaciones Interpersonales	Reflexionar sobre la Importancia del liderazgo en el proceso de la toma de decisiones Mejorar habilidades para establecer relaciones interpersonales satisfactorias	4
6	Herramientas básicas de Calidad	Presentar y utilizar herramientas básicas de calidad para solución de problemas operativos	4
7	Herramientas Administrativas de Calidad	Presentar y utilizar herramientas administrativas que apoyen la función de liderazgo de la calidad	4
8	Círculos de Calidad	Presentar origen, definición, objetivos, características, Procesos principales de los Círculos de Calidad	4
9	Círculos de Calidad	Presentar niveles de organización y como llevar las reuniones: agenda básica reglamentación, registros y evaluación	4
10	Presentación a la Dirección Indicadores de Gestión	Establecer un método para presentar propuestas de mejora Definir indicadores para evaluar la gestión de Implantación	4

Fig. 4.4 **CAPACITACION DEL PERSONAL TECNICO**

<b>SEMANA</b>	<b>TEMA</b>	<b>OBJETIVO</b>	<b>T (Hr)</b>
1	El Mantenimiento Aeronáutico	Identificar dificultades en las labores de Mantenimiento	1
2	Herramientas básicas de Calidad	Presentar y utilizar técnicas para solución de problemas Tormenta de Ideas y Diagrama Causa-Efecto	1
3	Herramientas básicas de Calidad	Presentar y utilizar técnicas para solución de problemas Histogramas y Hoja de Verificación	1
4	Herramientas básicas de Calidad	Presentar y utilizar técnicas para solución de problemas Diagrama de Flujo y Diagrama de Pareto	1
5	Herramientas básicas de Calidad	Presentar y utilizar técnicas para solución de problemas Diagrama de Dispersión y Gráfico de Control	1
6	Introducción a los Círculos de Calidad	Presentar origen, definición, objetivos, características y niveles de organización	1
7	Introducción a los Círculos de Calidad	Presentar como llevar las reuniones: agenda básica reglamentación, registros y evaluación	1
8	Mejoras en el Mantenimiento	Identificar temas problemas para propuestas de mejora y el proceso de solución	1
9	Presentaciones a la Dirección	Conocer y utilizar un método para presentar propuestas de mejora	1
10	Nuestra Misión un servicio de Calidad	Motivar a asumir compromisos con el Proyecto	1

### **4.2.3 Implantación**

En la operación o implantación propiamente dicha de los Círculos de Calidad se distinguirán las siguientes actividades.

#### **Reunión de los Círculos**

Erróneamente se piensa que la responsabilidad de preparar las reuniones corresponde únicamente al Líder, y aunque le compete la mayor parte, los demás miembros también deben contribuir en esta fase.

Por lo anterior, deberá pasarse un orden del día o agenda de la reunión con anterioridad (no menos de 24 horas), de forma tal que todos los miembros del Círculo puedan preparar adecuadamente su participación, planear el tiempo necesario para sus intervenciones y llevar los documentos necesarios. Esta agenda debe contener los puntos a tratar, señalando un tiempo aproximado de duración para cada uno.

#### **a) Agenda básica de las reuniones**

Con el fin que las reuniones sean más efectivas los líderes deberán verificar que en las reuniones de los Círculos se traten los siguientes aspectos básicos cuando sea necesario:

- Actualización de la información pertinente
- Seguimiento de metas y objetivos
- Fijación de nuevas responsabilidades o acciones
- Toma de decisiones sobre asuntos relacionados con el trabajo en grupo
- Compartir los temas de interés.

**b) Desarrollo de la reunión**

Los círculos han de tener en cuenta las siguientes características en procura del buen desarrollo de sus reuniones:

- **Que sea ordenada:** se cumplen las reglas establecidas para el desarrollo de la reunión (horario, orden del día, orden de participaciones, tiempos de intervenciones, etc.).
- **Que sea activa:** se discuten todas las posiciones e inquietudes de los miembros, respetando las diferentes opiniones y evitando alejarse de los objetivos establecidos.
- **Que sea participativa:** se facilita la participación de todos los miembros.

**c) Registro de la reunión**

Los registros o memorias representan la historia de la organización. Ayudan en el adecuado desarrollo de las actividades propias de cada persona al recordar los acuerdos, las tareas y demás elementos que se desprenden de las reuniones. Por esta razón, es responsabilidad del líder levantar la memoria o registro de la reunión (puede delegar esta responsabilidad a un miembro del Círculo) y darla a conocer entre los asistentes, una vez elaborada.

**d) Evaluación y seguimiento**

Los círculos tienen la responsabilidad de autoevaluar su desempeño cada 6 meses, en la reunión siguiente después de la presentación a la Dirección. Las memorias representan un elemento fundamental para poder realizar esta labor, sin embargo el Círculo de Dirección propondrá otras formas complementarias.

**e) Reglamentación**

- Cada Circulo debe desarrollar su propia reglamentación de funcionamiento interno. Eso si, teniendo en cuenta los lineamientos generales contenidos en este documento.
- Inicialmente pertenecer a un Circulo de Calidad no implica horas extras de trabajo. Su implantación será un trabajo institucional que implica dedicación dentro de la jornada normal de trabajo.
- La participación es voluntaria
- Las reuniones se llevarán a cabo en un ambiente especialmente acondicionado por cada Departamento
- Los miembros de los círculos acordarán el día y la hora de las reuniones teniendo en cuenta de no interferir con los trabajos propios de Mantenimiento
- Cada reunión durará a lo máximo una hora por semana o dos horas cada 15 días
- Cada Círculo presentará una propuesta de mejora cada 3 meses
- Por cada participación de los miembros en las reuniones de los círculos se propone  $\frac{1}{2}$  día de permiso sin descuento de sus vacaciones
- Por cada propuesta de mejora aceptada para su ejecución se propone 1 día de permiso para los miembros integrantes del círculo sin descuento de sus vacaciones.



<b>CIRCULOS DE CALIDAD - CEMAE</b>			
Registro de Asistencia N° .....			
Nombre del Círculo: .....		Fecha: .....	
Dpto. / Sección : .....			
Preside la reunión : .....			
N°	NOMBRE	GRADO	FIRMA
1			
2			
3			
4			
5			
6			
7			
8			
9			
10			
11			
12			
13			
14			
15			
<b>Observaciones</b> ..... ..... .....			
..... Preside la Reunión		..... Facilitador	

Fig. 4.6 **FORMATO REGISTRO DE ASISTENCIA**

Fig. 4.7 SISTEMA DE AUTOEVALUACIÓN DE ACTIVIDADES

ITEM	PUNTO DE CONTROL	PUNTAJE	
		Máximo	Real
1 Reuniones del Círculo (20 Puntos)	Se convocan anticipadamente	2	
	Se celebran puntualmente	2	
	Existe motivación para los encuentros	3	
	La participación es activa y ordenada	3	
	El Facilitador y Líder capacitan constantemente al personal	4	
	Se informa de los proyectos de los otros círculos	2	
	El tiempo es suficiente	2	
	Se establece agenda para la próxima reunión	2	
2 Selección del Tema a tratar (20 Puntos)	Se basan en antecedentes y datos pasados	3	
	Se identifica y define con claridad el objetivo	5	
	Se basan en la misión del Departamento	3	
	Es seleccionado en relación con otros Departamentos	3	
	El trabajo en equipo ayuda a una buena selección	3	
	Ayuda el Facilitador para una buena selección del tema	3	

Fig. 4.7 SISTEMA DE AUTOEVALUACIÓN DE ACTIVIDADES (continuación)

ITEM	PUNTO DE CONTROL	PUNTAJE	
		Máximo	Real
3 <b>Proceso de Solución de Problemas</b>	Se utilizan técnicas como diagrama causa-efecto, diagrama de Pareto, histogramas, etc.	10	
	Todos los miembros asumen una responsabilidad para la búsqueda de información	10	
	Se solicita y coordina ayuda a otras personas, secciones o Departamentos	5	
	Las decisiones se toman en un clima de acuerdo	5	
4 <b>Presentación a la Dirección</b> (10 Puntos)	Es bien organizada e interesante	4	
	Se da igual oportunidad a todos los miembros	3	
	Se utilizan diapositivas, proyectores u otras ayudas audiovisuales	3	
5 <b>Resumen de resultados</b> (20 Puntos)	Se emprende una acción de seguimiento del plan de mejora	3	
	Se alcanza el objetivo del plan de mejora	6	
	Se estandariza el resultado de mejora	6	
	Se reconocen los logros alcanzados	3	
	Se informa a los miembros sobre los cambios y mejoras	2	
<b>Puntaje Total</b>		<b>100</b>	

Como usar este sistema:

- 1 El líder llenará esta lista preguntando a los miembros sus opiniones y comentarios para luego decidir en consenso el puntaje real de cada punto de control
- 2 La lista se verificará cada dos presentaciones a la Dirección o dos veces por año.
- 3 Evaluación: a) Ingresar un puntaje entre cero y el máximo en la columna de puntaje real; b) El rango del Puntaje Real Total es entre 0 y 100

### **Presentación a la Dirección**

- Las propuestas de mejora elaboradas por cada círculo serán presentadas a la Dirección cada 3 meses.
- La presentación tendrá lugar cuando el líder y los miembros del círculo se presentan en grupo al Círculo de Dirección para explicar el proyecto seleccionado y dar sugerencias para resolverlo.
- El Círculo de Dirección escuchará las propuestas emanadas de los Círculos de Calidad, las evalúan y deciden después de dos reuniones si puede ser puesta en práctica o no. Si la decisión es favorable, elaboran un plan para ejecutar la propuesta y se pone en marcha con la mayor brevedad posible.
- La presentación se realizará en la sala de Instrucción.

#### **4.2.4 Evaluación**

En esta fase deberá realizarse la autoevaluación de cada Círculo de Calidad por los miembros participantes y los líderes respectivos. La evaluación global del Plan piloto deberá realizarla el Círculo de Dirección.

#### **Indicadores para Evaluar el Alcance y Ritmo del Esfuerzo Inicial:**

- Número de supervisores-jefes capacitados.
- Número de empleados-miembros capacitados.
- Número de Círculos formados.
- Porcentajes de éxito (número de Círculos activos sobre el número total de Círculos creados,
- Número de miembros activos sobre el número total de miembros capacitados

- Número de jefes activos sobre el número total de supervisores capacitados
- Porcentaje de voluntarios (número de empleados que se han unido a los Círculos sobre el número de empleados que fueron informados sobre los Círculos de Calidad y que tuvieron la oportunidad de pertenecer a ellos).
- Porcentajes de participación (número de miembros sobre el número total de empleados y número de jefes de grupo sobre el número total de supervisores).

### **Contribuciones de los Círculos**

- Número de presentaciones hechas a la Dirección.
- Tipos de propuestas presentadas.
- Porcentaje de propuestas presentadas (número anual de propuestas presentadas por cada Círculo).
- Porcentaje de propuestas aprobadas (número de propuestas aceptadas por la Dirección).

### **Resultados personales**

Cambios en la actitud del personal que puedan atribuirse a la participación en los Círculos de Calidad.

Los logros de los Círculos de Calidad deberán publicarse en los boletines de la Institución o fijarse en los tableros, de tal manera que los participantes reciban reconocimiento por sus esfuerzos, tanto de la Dirección como de sus compañeros de trabajo, y a la vez conozcan los avances e impacto de las propuestas desarrolladas.

### **Ahorro en costos**

Como resultado de la gestión de cada nivel organizativo de la División de Mantenimiento, se logrará superar la calidad del servicio, que de manera equivalente recupera la inversión del programa.

Comparando los costos cargados a la División de Mantenimiento antes y después del período de implantación de los Círculos, se puede calcular numéricamente el ahorro en la gestión, y el tiempo de recuperación de la inversión del programa de Círculos de Calidad

### **4.3 EQUIPAMIENTO NECESARIO**

Para la propuesta de Implantación de 4 Círculos de Calidad en la División de Mantenimiento del CEMAE, se requiere como mínimo:

- 4 ambientes para las reuniones de los círculos de calidad (puede ser el mismo taller especialmente acondicionado)
- 4 pizarras acrílicas 1,2m x 2,4m para uso en las reuniones de los Círculos de Calidad
- Útiles de escritorio como papelografos, plumones, papel A4, etc.
- 1 juego de escritorio para la oficina de promoción
- 1 estante para la oficina de Promoción
- Uso de Sala de Instrucción para la Presentación de Propuestas de Mejora

#### 4.4 PROGRAMACION DE ACTIVIDADES

##### PROCESO DE IMPLANTACION DE LOS CIRCULOS DE CALIDAD

FASE	ACTIVIDAD	T aprox. (Semanas)	RESPONSABLE
Preparación	Anunciar Compromiso de la Dirección	1	Jefe de la División
	Conformar Círculo de Dirección	2	Oficial designado
	Establecer Objetivos	2	Círculo de Dirección
	Preparar Plan Piloto	4	Círculo de Dirección
Introducción	Crear Oficina de Promoción	2	Círculo de Dirección
	Realizar Campaña de Publicidad	4	Círculo de Dirección
	Capacitación de Líderes	10	Asesor externo
	Capacitación del Personal Técnico	10	Los Líderes
	Conformar Círculos de Calidad	4	El Facilitador
Implantación	Reuniones de los Círculos de Calidad	10	El Líder
	Presentación a la Dirección	2	El Líder
Evaluación	Encuentro General	2	Líderes y Círculo de Dirección

### TIEMPO ESTIMADO DE IMPLANTACION

TAREA	Mes												
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	
Anunciar Compromiso de Dirección	■												
Conformar Circulo de Dirección	■												
Establecer Objetivo		■											
Preparar Plan Piloto		■	■										
Crear Oficina de Promoción			■										
Realizar Campaña de Publicidad			■	■									
Capacitar Lideres				■	■	■	■						
Capacitar Personal Técnico						■	■	■	■				
Conformar Circulos de Calidad								■	■				
Reuniones Circulos de Calidad									■	■	■	■	
Presentación a la Dirección											■		
Evaluación												■	

## CAPITULO 5

### COSTOS DE IMPLANTACIÓN

Los costos que demandarán la puesta en práctica del Proyecto de Implantación de los Círculos de Calidad en la División de Mantenimiento del CEMAE están presupuestados para el periodo de un año que aproximadamente se estima el tiempo de ejecución del plan piloto.

La estructura de los costos esta constituida por:

- **Inmuebles y enseres:** se consideran el juego de escritorio y estante para la oficina de Promoción, 4 pizarras acrílicas para las reuniones de los círculos de calidad; y además el uso del televisor y VHS (disponibles en el CEMAE).
- **Suministros diversos:** se consideran los trípticos y afiches para publicidad; separatas bibliográficas, papelografos, papel A4, plumones, diskettes, videos, y otros útiles de escritorio a utilizar, así como diplomas y trofeos a entregar a los participantes de los Círculos de Calidad.
- **Servicios prestados por terceros:** se consideran aquellos servicios como la asesoría especializada para capacitación (40 horas) e implantación (40 horas), participación en la Semana de la Calidad y la suscripción a una revista especializada de calidad.

### COSTOS DE IMPLANTACION

ITEM	CANT	DESCRIPCION	P. U (\$)	P. T (\$)
Inmuebles y Enseres	1	Juego de escritorio	65	65.00
	1	Estante	35	35.00
	4	Pizarras acrílicas	20	80.00
		Televisor y VHS *	0	0.00
		Proyector multimedia *	0	0.00
Suministros Diversos	100	Trípticos y afiches	1	100.00
	50	Separatas bibliográficas	4	200.00
	1	Ciento de papelografos	10	10.00
	1	Millar de papel A4	1	5.00
	10	Cajas de plumones	7	70.00
	2	Cajas de disquete	5	10.00
	2	Videos	10	20.00
		Útiles de escritorio	50	50.00
	50	Diplomas	1	50.00
	4	Trofeos	10	40.00
Servicios prestados por terceros	1	Asesoría especializada para la capacitación e implantación	20 a 50	1600.00
	1	Participación en evento	350	350.00
	1	Suscripción a Revista	12	12.00
<b>COSTO TOTAL</b>				<b>2697.00</b>

\* Disponibles en el CEMAE

## CONCLUSIONES

1. Si bien es cierto que son múltiples las dificultades que atraviesa actualmente el CEMAÉ, el nivel de mantenimiento de las aeronaves pueden mejorarse a través de nuevas formas de gestión que garanticen la calidad y eficiencia de los servicios.
2. Si en la Gestión de Mantenimiento somos consistentes, sistemáticos, con base documental, aplicando y mejorando procedimientos, y midiendo constantemente el resultado de nuestras acciones haremos de nuestra gestión un esfuerzo con alto nivel de calidad.
3. La calidad de la ingeniería de mantenimiento está fundamentalmente en el ser humano, que realiza las actividades; por lo cual, se debe fomentar su capacitación técnica, social y humana para que incremente sus conocimientos y por ende su gestión.
4. Los programas de mejora de la calidad constituyen hoy en día una de las principales estrategias para obtener una ventaja competitiva sostenible por las organizaciones o empresas. Uno de los sistemas de mejora de la calidad más

utilizado son los programas de Círculos de Calidad, bien como una herramienta del Desarrollo Organizacional, o bien como una de las acciones de la Gestión de la Calidad Total.

5. La propuesta metodológica de implantación de Círculos de Calidad tiene un enfoque de un modelo flexible que trata el recurso humano no como un “bloque”, sino como muchos individuos con sus propias necesidades de desarrollo y objetivos.
6. A manera final, la Implantación de Círculos de Calidad en la División de Mantenimiento, logrará un desarrollo a largo plazo del Centro de Mantenimiento Aeronáutico del Ejército.

## BIBLIOGRAFÍA

- **RESUMEN DE PONENCIAS**  
 2º Congreso Peruano de Ingeniería de Mantenimiento  
 Mayo 2002.
- **SEPARATA “GESTION INTEGRAL DE LA CALIDAD”**  
 II Ciclo de Actualización de Conocimientos  
 FIM-UNI. Enero - Marzo 2002.
- **REVISTA “ACTUALIDAD MILITAR”**  
 Año XXXIX N° 43  
 Lima - Perú, Dic. 2001.
- **BOLETÍN INFORMATIVO AOFAP**  
 Mayo 2001.
- **TODOS LOS SECRETOS DE LA EXCELENCIA**  
 Miguel Ángel Cornejo.  
 Editorial GRIJALBO S. A. México 1995.
- **HOW TO OPERATE QC CIRCLE ACTIVITIES**  
 Edited and Published by QC Circle Headquarters,  
 Union of Japanese Scientists and Engineers (JUSE), Tokio, Japan 1985.
- **¿PROBLEMAS? PLANTEAMIENTO Y SOLUCION**  
 Pedro Del Carpio Arguedas.  
 Lima-Perú 1972.

## **ANEXOS**

- A.1 Herramienta de calidad “TORMENTA DE IDEAS”
- A.2 Herramienta de calidad “DIAGRAMA CAUSA Y EFECTO”
- A.3 Herramienta de calidad “HOJA DE CHEQUEO O VERIFICACIÓN”
- A.4 Herramienta de calidad “HISTOGRAMAS”
- A.5 Herramienta de calidad “DIAGRAMA DE FLUJO”
- A.6 Herramienta de calidad “DIAGRAMA DE PARETO”
- A.7 Herramienta de calidad “DIAGRAMA DE DISPERSIÓN”
- A.8 Herramienta de calidad “GRAFICO DE CONTROL

## A.1 TORMENTA DE IDEAS

El Brainstorming (tormenta o lluvia de ideas) es una herramienta utilizada para posibilitar la generación de un elevado número de ideas, por parte de un grupo, y la presentación ordenada de éstas.

### **Ventajas**

- La tormenta, o lluvia, de ideas posee una serie de características que la hacen muy útil cuando se pretende obtener un amplio número de ideas sobre las posibles causas de un problema, acciones a tomar, o cualquier otra cuestión.
- Una observación añadida es que este método sirve de entrada, o de fase previa, para otras técnicas de análisis.

### **Utilidades**

- Estimula la creatividad. Ayudando a romper con ideas antiguas o estereotipadas.
- Produce un amplio número de ideas. A los componentes del grupo se les anima a expresar las ideas que vienen a su mente sin ningún prejuicio ni crítica.
- Permite la implicación de todos los miembros del equipo. Se construye un entorno que hace posible la participación de todos.

### **Reglas fundamentales a seguir:**

- a) Ausencia de crítica. Ni hacia uno mismo ni a los demás. Las ideas deben fluir y expresarse libremente.
- b) Evitar la discusión. No está permitido entrar en debate durante la generación de ideas, ni hacer comentarios positivos ni negativos.
- c) Todos deben contribuir activamente, el facilitador o líder debe cuidar la participación completa.
- d) Las ideas deben ser escritas y mostrarse de modo visible.
- e) Deben delimitarse las fases de la tormenta de ideas

### **Fases de la Técnica**

- a) Exponer las normas. Explicarlas claramente o repasarlas.
- b) Delimitar su duración. Una duración de 5 a 15 minutos suelen ser suficientes para la generación de ideas, puede ampliarse si aún se tiene ideas que presentar.

- c) Escribir el tema de manera visible. De manera que no haya duda y asegurarse que se ha comprendido correctamente. Es aconsejable que este planteado a modo de pregunta.
- d) Recoger y registrar las ideas. Las ideas pueden ser aportadas de dos modos distintos, bien cada uno expresa su idea en un turno o se expresan según van surgiendo en la mente del participante. Las ideas serán registradas en una pizarra, panel o similar y situarse en un lugar bien visible, éstas ideas deberán escribirse sin interpretación alguna y ser el fiel reflejo de quien la expuso.
- e) Clarificar las ideas. Una vez expuestas éstas es preciso asegurarse que todas han sido comprendidas, se revisará una a una preguntando a los participantes si hay alguna duda o comentario.
- f) Clasificación y selección de ideas. Los criterios de selección son cualitativos y pueden ser: Originalidad, Realismo, Eficacia, etc. La clasificación debe hacerse por grupos de ideas afines.

## A.2 DIAGRAMA CAUSA Y EFECTO

El diagrama de Ishikawa o Diagrama Causa y Efecto, es una herramienta que ayuda a identificar, clasificar y poner de manifiesto posibles causas, tanto de problemas específicos como de características de calidad. Ilustra gráficamente las relaciones existentes entre un resultado dado (efectos) y los factores (causas) que influyen en ese resultado.

### Ventajas

- Permite que el grupo se concentre en el contenido del problema, no en la historia del problema ni en los distintos intereses personales de los integrantes del equipo.
- Ayuda a determinar las causas principales de un problema, o las causas de las características de calidad, utilizando para ello un enfoque estructurado.
- Estimula la participación de los miembros del grupo de trabajo, permitiendo así aprovechar mejor el conocimiento que cada uno de ellos tiene sobre el proceso.
- Incrementa el grado de conocimiento sobre un proceso

### Utilidades

- Identificar las causas - raíz, o causas principales, de un problema o efecto.
- Clasificar y relacionar las interacciones entre factores que están afectando al resultado de un proceso.

### Pasos a seguir para elaborar el diagrama:

1. Definir el resultado o efecto a analizar. Esta definición debe estar hecha en términos operativos, lo suficientemente concretos para que no exista duda sobre qué se pretende, de manera que el efecto estudiado sea comprendido satisfactoriamente por los miembros del círculo.
2. Situar el efecto o característica a examinar en el lado derecho de lo que será el diagrama, enmarcado en un recuadro.
3. Trazar una línea hacia la izquierda, partiendo del recuadro.
4. Identificar las causas principales que inciden sobre el efecto. Éstas serán las ramas principales del diagrama y constituirán las categorías bajo las cuales se especificarán otras posibles causas.

Las categorías usualmente utilizadas son:

- 3M's 1P: Maquinaria, Materiales, Métodos y Personal

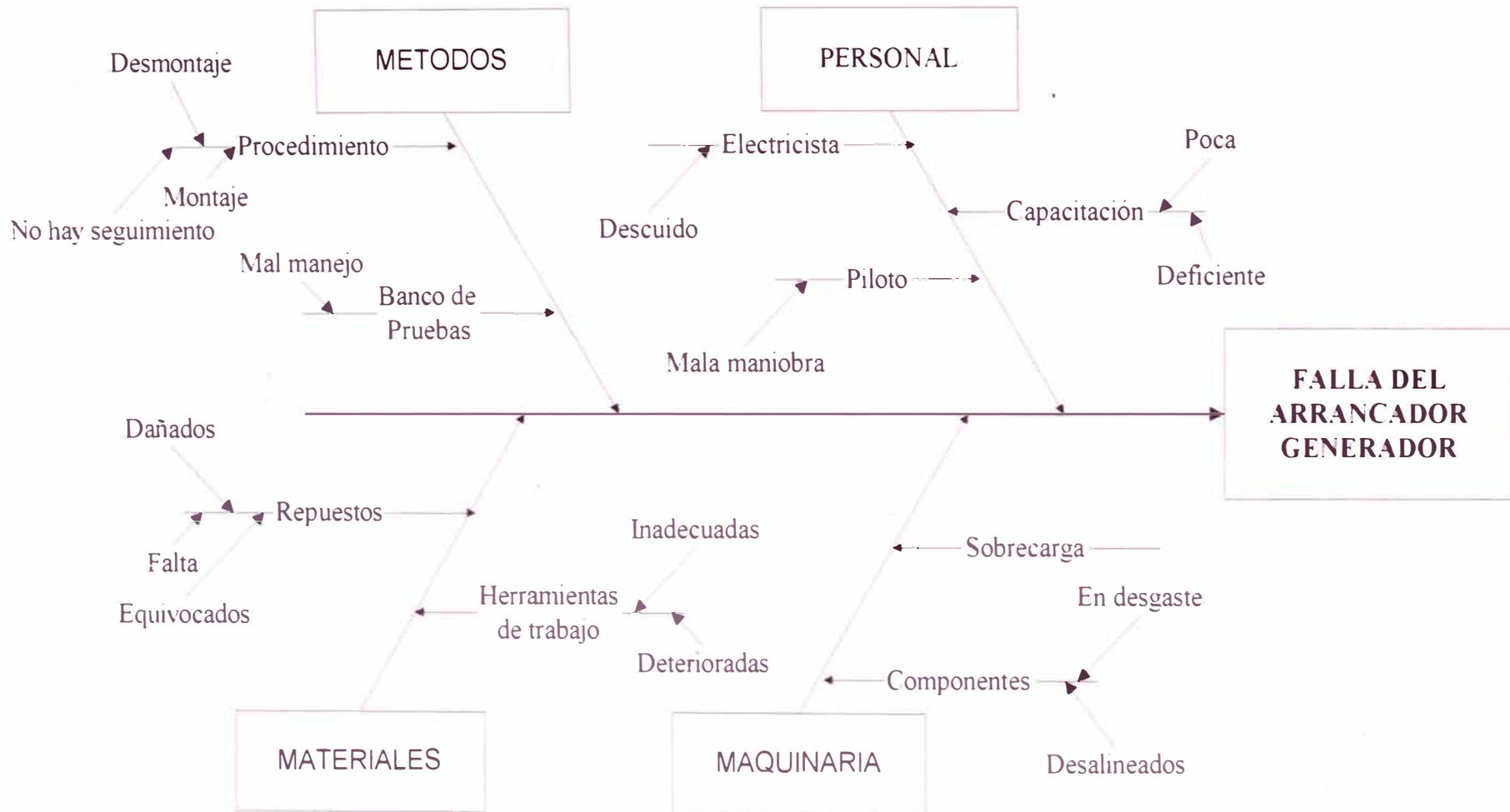
- 4P's: Personas, Políticas, Procedimientos y Plantas

Sin embargo, no es imprescindible utilizar estos grupos de categorías. Para cada problema u objetivo, se definirán las que se consideren más relevantes en cada caso. Si es conveniente que estos nos sean menos de dos, o más de seis.

5. Situar cada una de las categorías principales de causas en sendos recuadros conectados con al línea central. Mediante un conjunto de líneas inclinadas
6. Identificar para cada rama principal, otros factores específicos que pueden ser causa del efecto. Estos factores conformarán las ramas del segundo nivel. A su vez, éstas podrán expandirse a otras de tercer nivel, y así sucesivamente.

Para esta expansión recurrente, será útil emplear series de preguntas iniciadas con: por qué. Asimismo para desplegar las ramas, y sus distintos niveles, puede usarse el método de "Tormentas de ideas" (Brainstorming) o bien el diagrama de afinidad.

En la columna de la izquierda (causas) estarían las ideas tal como y como se han expresado y que sirven de base para la agrupación en factores causales de tercer, segundo y primer nivel.



### A.3 HOJA DE CHEQUEO O VERIFICACIÓN

Una Hoja de Verificación (también llamada "de Control" o "de Chequeo") es un impreso con formato de tabla o diagrama, destinado a registrar y compilar datos mediante un método sencillo y sistemático, como la anotación de marcas asociadas a la ocurrencia de determinados sucesos. Esta técnica de recogida de datos se prepara de manera que su uso sea fácil e interfiera lo menos posible con la actividad de quien realiza el registro.

#### **Ventajas**

- Supone un método que proporciona datos fáciles de comprender y que son obtenidos mediante un proceso simple y eficiente que puede ser aplicado a cualquier área de la organización.
- Las Hojas de Verificación reflejan rápidamente las tendencias y patrones subyacentes en los datos

#### **Utilidades**

- En la mejora de la Calidad, se utiliza tanto en el estudio de los síntomas de un problema, como en la investigación de las causas o en la recogida y análisis de datos para probar alguna hipótesis.
- También se usa como punto de partida para la elaboración de otras herramientas, como por ejemplo los Gráficos de Control

#### **Pasos a seguir para su elaboración:**

1. Determinar el objetivo. Precisándolo de manera clara e inequívoca: verificar la distribución de un proceso, chequear defectos, comprobar sus causas, etc.
2. Definir el modo en que se llevará a cabo el registro. Quién lo hará, cómo y dónde, si se registrarán todas las ocurrencias o se realizará un muestreo, etc.
3. Diseñar la hoja de verificación. Haciendo que su aplicación sea sencilla y que la situación registrada pueda entenderse de inmediato.

Es necesario incluir datos como:

- Título
- Qué se verifica
- Quién hace la verificación
- Dónde se lleva a cabo

- Método utilizado
- Periodicidad

Y en general cualquier otro que considere necesario.

La figura muestra una hoja de verificación diseñada para investigar el tipo de reclamos recibidos por una empresa de transportes. En este caso, interesó recoger datos en las sucursales de provincias.

<b>TIPOS DE RECLAMOS RECIBIDOS EN UNA EMPRESA DE TRANSPORTES</b>					
<b>RECLAMOS</b>	<b>SUCURSAL EN PROVINCIA</b>				<b>TOTAL</b>
	<b>A</b>	<b>B</b>	<b>C</b>	<b>D</b>	
El Paquete llega tarde	23	13	12	4	52
Envío con daños	11	4	5	8	28
No se envía la factura	6	2	1	3	12
Paquete perdido	15	5	10	11	41
Atención recibida	6	2	4	4	16
Nota de visita con hora incorrecta	4	3	1	2	10
Otros	1	1	0	1	3
<b>TOTAL</b>	<b>66</b>	<b>30</b>	<b>33</b>	<b>33</b>	<b>162</b>

Periodo registrado: 02/01/00 al 31/12/01

Método: Análisis de Reclamos

Periodicidad: 1/año

Verificador: xxxxx

## A.4 HISTOGRAMAS

Un histograma es un gráfico de barras verticales que representa la distribución de un conjunto de datos.

### **Ventajas**

- Su construcción ayudará a comprender la tendencia central, dispersión y frecuencias relativas de los distintos valores.
- Muestra grandes cantidades de datos dando una visión clara y sencilla de su distribución.

### **Utilidades**

- El Histograma es especialmente útil cuando se tiene un amplio número de datos que es preciso organizar, para analizar más detalladamente o tomar decisiones sobre la base de ellos.
- Es un medio eficaz para transmitir a otras personas información sobre un proceso de forma precisa e inteligible.
- Permite la comparación de los resultados de un proceso con las especificaciones previamente establecidas para el mismo. En este caso, mediante el Histograma puede determinarse en qué grado el proceso está produciendo buenos resultados y hasta qué punto existen desviaciones respecto a los límites fijados en las especificaciones.
- Proporciona, mediante el estudio de la distribución de los datos, un excelente punto de partida para generar hipótesis acerca de un funcionamiento insatisfactorio.

### **Pasos a seguir para su elaboración:**

1. Recogida y toma de datos.

Una vez seleccionada la variable del proceso que se pretende estudiar, se recopilan los datos correspondientes, siendo aconsejable un número superior a 50 observaciones.

Un ejemplo de aplicación para la elaboración de un histograma puede ser el siguiente: Supóngase que los siguientes datos fueron tomados de un proceso de llenado de bolsas de 1 Kg de arroz, y representan el peso de la bolsa ya llena y cerrada.

**PESO DE BOLSAS DE ARROZ (en gramos)**

986	985	993	992	982	986	982	994	992	983
983	991	996	991	993	999	985	996	988	982
993	991	990	982	985	994	986	997	998	998
996	997	1000	994	985	990	997	987	980	995
1000	998	987	986	997	985	999	991	993	982
989	994	994	990	993	990	986	984	981	988
988	990	995	987	998	997	988	986	986	996
993	993	986	987	985	990	991	980	991	995
989	996	999	984	990	990	983	990	992	981
990	984	996	984	987	994	981	992	993	989

- Determinar el rango de conjunto de datos. Obteniendo la diferencia entre el máximo y el mínimo. El rango debe ser un número positivo.
- Precisar el número de intervalos y su amplitud. La tabla siguiente ayudará a precisar el número de intervalos (k) en función de los datos disponibles.

Número de Datos ( N )	Número de Intervalos de Clase ( k )
50 – 99	6 – 10
100 – 250	7 – 12
> 250	10 – 20

- Determinar los límites de los intervalos. Lo que permitirá agrupar definitivamente los datos.
- Obtener las marcas de clase de los intervalos mediante la fórmula:

$$\frac{\text{Límite inferior} + \text{Límite superior}}{2}$$

2

- Construir la tabla de frecuencias.

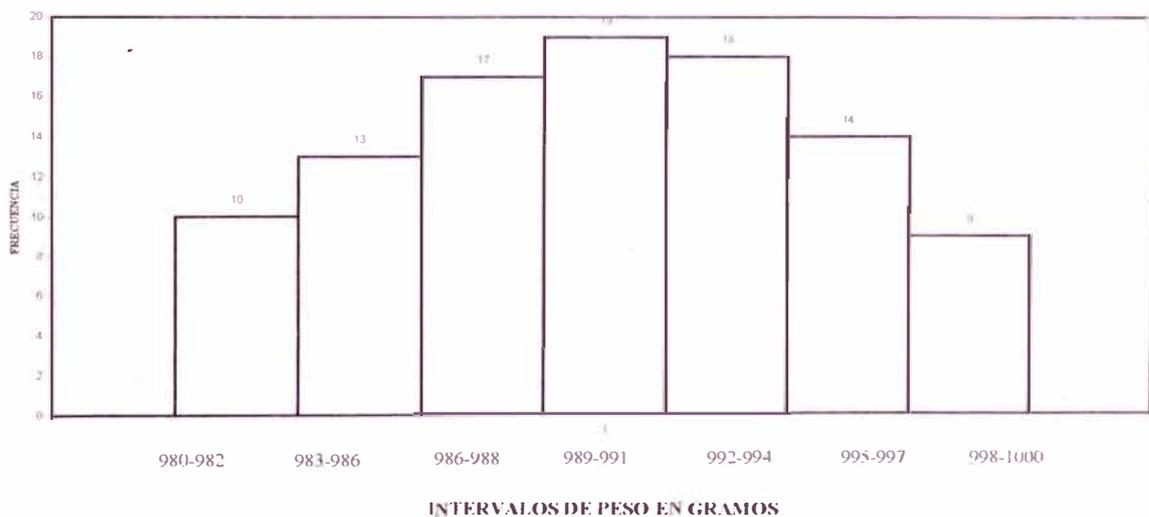
Nº	INTERVALOS	FRECUENCIA
1	980-982	10
2	983-985	13
3	986-988	17
4	989-991	19
5	992-994	18
6	995-997	14
7	998-1000	9

## ESTADÍSTICOS

	N		MEDIA	RANGO	MIN.	MAX.
	Validos	Perdidos				
<b>PESO</b>	100	0	990.11	20	980	1000

### 7. Dibujar el Histograma.

**HISTOGRAMA DEL PROCESO DE LLENADO DE BOLSAS**



### 8. Interpretación.

Un Histograma facilita una representación visual en la que puede apreciarse si las medidas tienden a estar centradas o dispersarse. También da respuesta si el proceso produce buenos resultados y si éstos están dentro o no de las especificaciones. Los Histogramas que reflejan procesos estables son más elevados en el centro y declinan simétricamente hacia ambos lados.

De esta gráfica se puede concluir que el promedio del proceso está alrededor de los 990 gramos, y que existe una variación de datos de 20 gramos entre los 980 y los 1000 gramos. Estos valores se pueden comparar con la especificación, con lo que se obtiene una perspectiva todavía mejor sobre la capacidad de este proceso para satisfacer las especificaciones.

## A.5 DIAGRAMA DE FLUJO

Es un diagrama que utiliza símbolos gráficos para representar el flujo y las fases de un proceso. Está especialmente indicado al inicio de un plan de mejora de procesos, al ayudar a comprender cómo éstos se desenvuelven. Es básico en la gestión de los procesos

### Ventajas

- Facilita la comprensión del proceso. Al mismo tiempo, promueve el acuerdo, entre los miembros del equipo, sobre la naturaleza y desarrollo del proceso analizado.
- Supone una herramienta fundamental para obtener mejoras mediante el rediseño del proceso, o el diseño de uno alternativo.
- Identifica problemas, oportunidades de mejora y puntos de ruptura del proceso.
- Pone de manifiesto las relaciones proveedor - cliente, sean éstos internos o externos.

### Figuras utilizadas para su elaboración

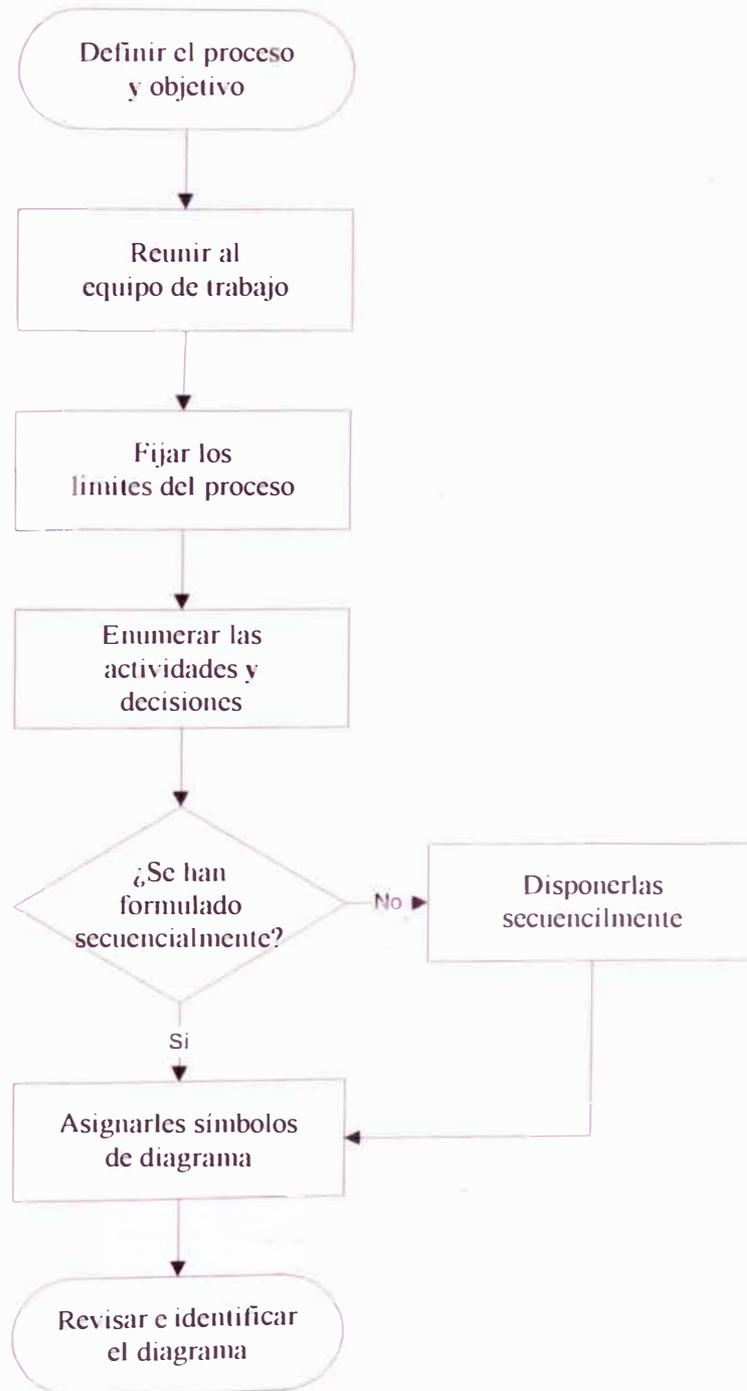


El grado de detalle con que se representa un proceso variará según las necesidades del análisis en cada momento. La información contenida en el diagrama puede ser diversa, refiriéndose a aspectos como: tiempo de tareas y ciclos, áreas y puestos de trabajo implicados, etc.

El método para representar procesos también puede ser distinto, pudiendo ser utilizados otros símbolos distintos a los mencionados. Lo importante es que en su elaboración se llegue a establecer una simbología estandarizada.

**Pasos a seguir para su elaboración:**

En la siguiente figura se expone un ejemplo de diagrama de flujo, referido concretamente al propio proceso de elaboración de este tipo de diagrama.

**DIAGRAMA DEL PROCESO DE FLUJO**

## A.6 DIAGRAMA DE PARETO

El Diagrama de Pareto constituye un sencillo y gráfico método de análisis que permite discriminar entre las causas más importantes de un problema (los pocos y vitales) y las que lo son menos (los muchos y triviales).

### Ventajas

- Ayuda a concentrarse en las causas que tendrán mayor impacto en caso de ser resueltas.
- Proporciona una visión simple y rápida de la importancia relativa de los problemas.
- Ayuda a evitar que empeore alguna causa al tratar de solucionar otras de ser resueltas.

### Utilidades

- Determina cuál es la causa clave de un problema, separándola de otras presentes pero menos importantes.
- Pueden ser asimismo utilizados tanto para investigar efectos como causas.
- Comunicar fácilmente a otros miembros de la organización las conclusiones sobre causas, efectos y costes de los errores.

### Pasos a seguir para su elaboración:

1. Establecer los datos que se van a analizar así como el periodo de tiempo al que se refieren dichos datos. Es necesario precisar de dónde van a provenir y cómo se van a clasificar.
2. Agrupar los datos por categorías, de acuerdo a un criterio predeterminado. En nuestro ejemplo se consideran 162 reclamos efectuados por los clientes de una empresa de transportes, que se han agrupado en las siguientes categorías:

CATEGORIA	Nº RECLAMOS
El Paquete llega tarde	52
Envío con daños	28
No se envía la factura	12
Paquete perdido	41
Atención recibida	16
Nota de visita con hora incorrecta	10
Otros	3

3. Tabular los datos. Comenzando por la categoría que contenga más elementos y siguiendo en orden descendente, calcular: frecuencia absoluta, frecuencia absoluta acumulada, frecuencia relativa, frecuencia relativa acumulada.

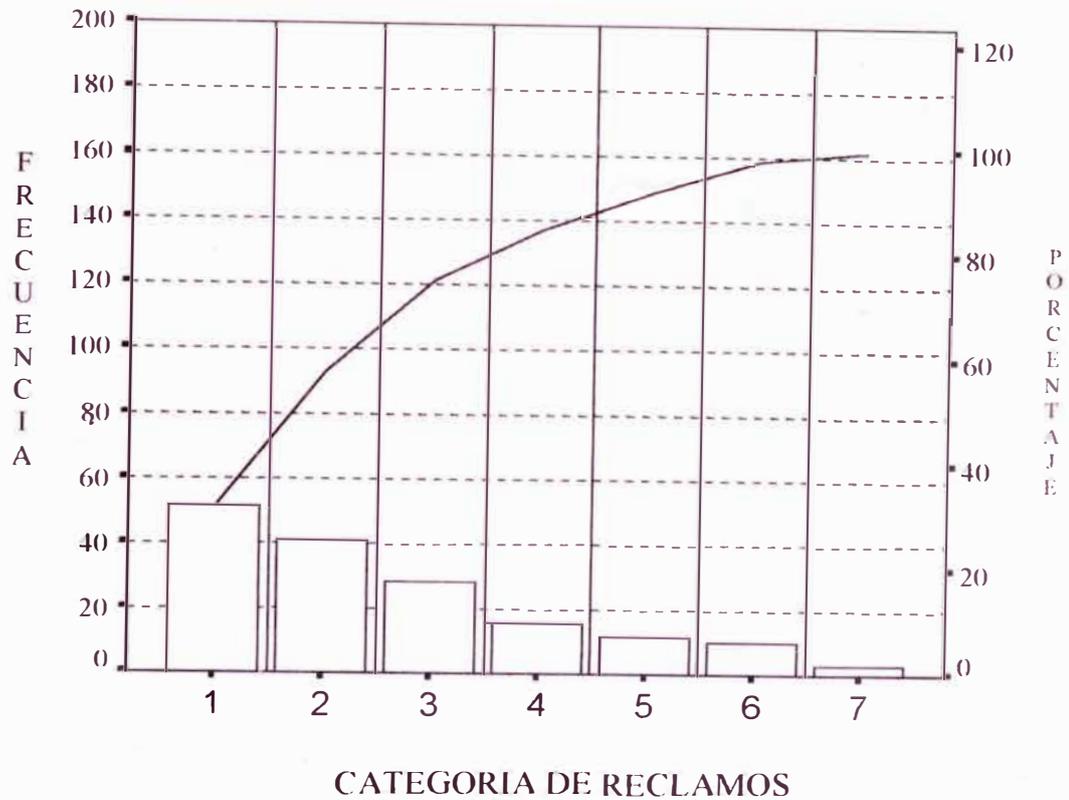
N°	CATEGORIA	Frecuencia Absoluta	Frec. Abs. Acumulada	Frecuencia Relativa %	Frec. Rel. Acumulada %
1	El Paquete llega tarde	52	52	32.1	32.1
2	Paquete perdido	41	93	25.3	57.4
3	Envío con daños	28	121	17.3	74.7
4	Atención recibida	16	137	9.9	84.6
5	No se envía la factura	12	149	7.4	92.0
6	Nota de visita con hora incorrecta	10	159	6.2	98.1
7	Otros	3	162	1.9	100.0

4. Dibujar el diagrama.

- a) Trazar los ejes de coordenadas cartesianas.
- b) En el eje vertical (ordenadas) delimitar una escala comenzando por cero y que llegue hasta el valor total de la frecuencia acumulada.
- c) En el eje horizontal (abscisas) etiquetar las categorías en que se han agrupado los elementos sabiendo que un diagrama de Pareto no existe espacio entre las barras.
- d) Reproducir otro eje vertical a la derecha del gráfico de la misma longitud que la del eje de la izquierda, puntuado de 0 a 100, en el que se representarán las frecuencias relativas.

5. Representar el gráfico de barras correspondiente que aparecerá en el eje horizontal en forma descendente.
6. Delinear la curva acumulativa. Se dibuja un punto que represente el total de cada categoría. Tras la conexión de estos puntos se formará una línea poligonal.
7. Identificar el diagrama, con datos como: título, fecha de realización, periodo considerado, procedencia, etc.
8. Analizar el diagrama. En el ejemplo se puede observar que el 74.7% de los reclamos se deben a tres categorías: “el paquete llega tarde”, “paquete perdido” y “envío con daños”, siendo la primera que más quejaza acumulado.

## DIAGRAMA DE PARETO



N°	CATEGORIA
1	El Paquete llega tarde
2	Paquete perdido
3	Envío con daños
4	Atención recibida
5	No se envía la factura
6	Nota de visita con hora incorrecta
7	Otros

## A.7 DIAGRAMA DE DISPERSIÓN

A veces interesa saber si existe algún tipo de relación entre dos variables. Por ejemplo, puede ocurrir que dos variables estén relacionadas de manera que al aumentar el valor de una, se incremente el de la otra. En este caso hablaríamos de la existencia de una correlación positiva. También podría ocurrir que al producirse una en un sentido, la otra derive en el sentido contrario; por ejemplo, al aumentar el valor de la variable  $x$ , se reduzca el de la variable  $y$ . Entonces, se estaría ante una correlación negativa. Si los valores de ambas variables se revelan independientes entre sí, se afirmaría que no existe correlación.

### **Ventajas**

- Se trata de una herramienta especialmente útil para estudiar e identificar las posibles relaciones entre los cambios observados en dos conjuntos diferentes de variables.
- Suministra los datos para confirmar hipótesis acerca de si dos variables están relacionadas.
- Proporciona un medio visual para probar la fuerza de una posible relación.

### **Pasos a seguir para su elaboración:**

1. Recoger un conjunto de más de 30 pares de datos.
2. Disponer el gráfico. Con una escala “ $y$ ” para el eje vertical y otra “ $x$ ” para el eje horizontal, cuidando que ambos ejes tengan una longitud similar.
3. Representar los pares de datos

### **Ejemplo:**

Se quieren mejorar los procesos de selección llevados a cabo por una organización. Para ello, se considera necesario evaluar la validez de las pruebas de selección empleadas. Se quiere determinar la relación existente entre las puntuaciones obtenidas por un grupo de candidatos en una prueba selectiva, con la que han alcanzado estos mismos individuos en la evaluación de rendimiento efectuada un año después de su ingreso a la organización. Los pares de datos obtenidos, se reflejan en la tabla 1. El Diagrama de Dispersión correspondiente se muestra en la figura 2 en la que aprecia una correlación positiva entre las dos variables. El grado de esta correlación, es expresado a través de un coeficiente de correlación.

En el ejemplo, el coeficiente de correlación para los datos referidos, es:

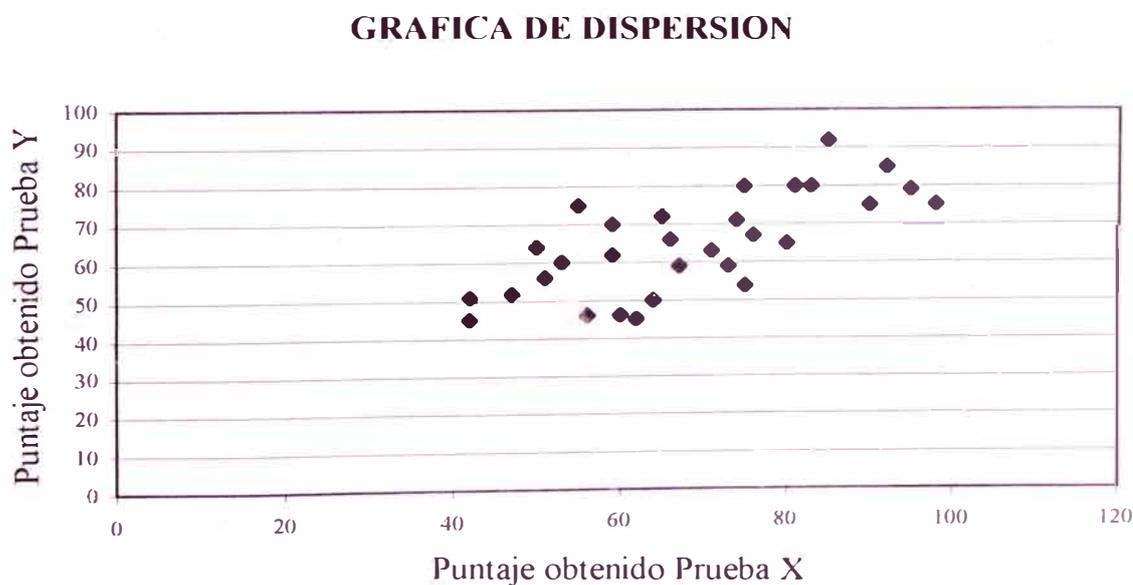
$$R = 0,71$$

Lo que significa una correlación fuerte.

Tabla 1:

N°	X	Y	N°	X	Y	N°	X	Y
1	42	45	11	65	72	21	95	79
2	42	51	12	75	54	22	81	80
3	51	56	13	73	59	23	92	85
4	47	52	14	55	75	24	83	80
5	53	60	15	50	64	25	75	80
6	62	45	16	98	75	26	64	50
7	74	71	17	76	67	27	71	63
8	56	46	18	66	66	28	60	46
9	80	65	19	90	75	29	59	62
10	67	59	20	59	70	30	85	92

Figura 2:



El coeficiente de correlación puede tener un valor comprendido entre  $-1$  y  $1$ . La máxima correlación positiva obtendría un valor de  $1$ ; la máxima correlación negativa estaría expresada por un valor de  $-1$ ; mientras un valor  $0$  implicaría una nula correlación entre las variables.

## A.8 GRAFICOS DE CONTROL

Un gráfico de control es una herramienta estadística utilizada para evaluar la estabilidad de un proceso. Permite distinguir entre las causas de variación. Todo proceso tendrá variaciones, pudiendo éstas agruparse en:

- Causas aleatorias de variación. Son causas desconocidas y con poca significación, debidas al azar y presentes en todo proceso.
- Causas específicas (imputables o asignables). Normalmente no deben estar presentes en el proceso. Provocan variaciones significativas.

Las causas aleatorias son de difícil identificación y eliminación. Las causas específicas sí pueden ser descubiertas y eliminadas, para alcanzar el objetivo de estabilizar el proceso.

Los gráficos de control fueron ideados por Shewhart durante el desarrollo del control estadístico de la calidad. Han tenido una gran difusión siendo ampliamente utilizados en el control de procesos industriales. Sin embargo, con la reformulación del concepto de Calidad y su extensión a las empresas de servicios y a las unidades administrativas y auxiliares, se han convertido en métodos de control aplicables a procesos llevados a cabo en estos ámbitos.

Existen diferentes tipos de gráficos de control:

- De datos por variables. Que a su vez pueden ser de media y rango, mediana y rango, y valores medidos individuales.
- De datos por atributos. Del estilo aceptable / inaceptable, sí / no,...

### **Ventajas**

- Permite distinguir entre causas aleatorias y específicas de variación de los procesos, como guía de actuación de la dirección.
- Los gráficos de control son útiles para vigilar la variación de un proceso en el tiempo, probar la efectividad de las acciones de mejora emprendidas, así como para estimar la capacidad del proceso.

### **Utilidades**

- Ayudan a la mejora de procesos, de forma que se comporten de manera uniforme y previsible para una mayor calidad, menores costes y mayor eficacia.
- Proporcionan un lenguaje común para el análisis del rendimiento del proceso.

### Pasos a seguir para su elaboración:

En este apartado se expondrá el despliegue del gráfico por variables de media y rango ( $\bar{x} - R$ ), al aportar bastante información y ser, tal vez el más utilizado.

1. Determinar los datos a reunir. Que habrán de referirse a una variable del proceso considerada relevante.
2. Recoger los datos. La muestra ha de estar constituida por un número suficiente de datos. Es frecuente que este número esté sobre los 100, aunque es posible recoger un número mayor.

Los datos coleccionados se agrupan en subgrupos cuyo tamaño suele oscilar entre 4 y 10 observaciones. Cuanto mayor sea el tamaño de los subgrupos, más sensible será el gráfico de control. En cuanto a su número en procesos industriales es habitual contar con 20 ó 25.

Es fundamental que los datos de los subgrupos se tomen secuencialmente, en los momentos del proceso elegidos para ello.

3. Calcular la media para cada subgrupo.

$$\bar{x} = \frac{x_1 + x_2 + x_3 + \dots + x_n}{n}$$

4. Calcular los rangos o recorridos para cada subgrupo.

$$R = ( \text{Valor máximo de } x - \text{Valor mínimo de } x )$$

5. Calcular la gran media (media de medias) de los subgrupos.

$$\bar{\bar{x}} = \frac{\bar{x}_1 + \bar{x}_2 + \bar{x}_3 + \dots + \bar{x}_k}{k}$$

Siendo k el número de subgrupos.

6. Calcular la media de los rangos de los subgrupos.

$$\bar{R} = \frac{R_1 + R_2 + R_3 + \dots + R_k}{K}$$

7. Calcular los límites de control para las medias y los rangos. Tanto los superiores (LCS) como los inferiores (LCI).

Para el gráfico de control de las medias:

$$LCS = \bar{\bar{x}} + A_2 \bar{R}$$

$$LCI = \bar{\bar{x}} - A_2 \bar{R}$$

Para el gráfico de control de los recorridos:

$$LCS = D_4 \bar{R}$$

$$LCI = D_3 \bar{R}$$

Los valores de  $A_2$ ,  $D_3$  y  $D_4$  son constantes basadas en el tamaño del subgrupo ( $n$ ) y aparecen para distinto  $n$  en la Tabla 1.

<b>n</b>	<b>A<sub>2</sub></b>	<b>D<sub>3</sub></b>	<b>D<sub>4</sub></b>
2	1.880	-	3.27
3	1.023	-	2.57
4	0.729	-	2.28
5	0.577	-	2.11
6	0.483	-	2.00
7	0.419	0.076	1.92
8	0.373	0.136	1.86
9	0.337	0.184	1.82
10	0.308	0.223	1.78

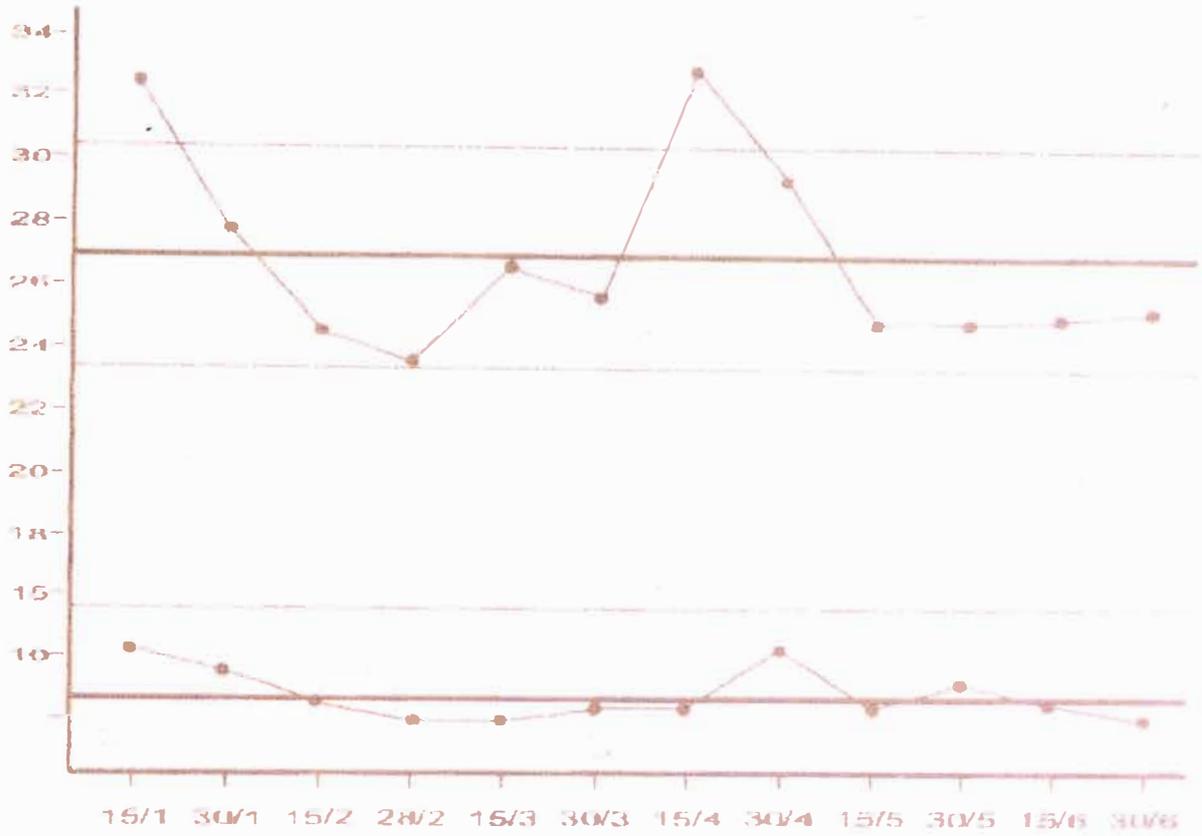
8. Representar los gráficos de control

#### MUESTRAS

	15/01	30/01	15/02	30/02	15/03	30/03	15/04	30/04	15/05	30/05	15/06	30/06
<b>X<sub>1</sub></b>	35	30	27	23	27	23	35	30	25	29	25	24
<b>X<sub>2</sub></b>	29	25	21	27	28	25	32	35	23	24	27	26
<b>X<sub>3</sub></b>	31	27	23	22	29	23	38	33	22	26	23	28
<b>X<sub>4</sub></b>	39	26	27	23	25	27	29	29	27	26	21	23
<b>X<sub>5</sub></b>	33	34	28	22	26	29	33	24	28	23	28	25
<b>X<sub>6</sub></b>	28	25	22	24	24	28	31	27	24	21	26	25
<b><math>\bar{X}</math></b>	32.50	27.83	24.67	23.50	26.50	25.83	33.00	29.67	24.83	24.83	25.00	25.17
<b>R</b>	11	9	7	5	5	6	6	11	6	8	7	5
<b><math>\bar{X} = 26.94</math></b>						<b><math>\bar{R} = 7.42</math></b>						
	<b>GRAFICO DE CONTROL X</b>						<b>GRAFICO DE CONTROL R</b>					
<b>LCS =</b>	30.41						14.33					
<b>LCI =</b>	23.48						-					

## GRAFICO DE CONTROL X

Figura 1



## GRAFICO DE CONTROL R