

# INSTITUTO TECNOLÓGICO Y DE ESTUDIOS SUPERIORES DE MONTERREY

CAMPUS MONTERREY

DIVISION DE INGENIERIA Y ARQUITECTURA  
PROGRAMA DE GRADUADOS EN INGENIERIA



"MODELO DE UN SISTEMA PARA LA IMPLANTACION  
Y MANTENIMIENTO DEL CONTROL ESTADISTICO  
DE PROCESOS"

TESIS

PRESENTADA COMO REQUISITO PARCIAL PARA  
OBTENER EL GRADO ACADEMICO DE:  
MAESTRO EN CIENCIAS  
CON ESPECIALIDAD EN SISTEMAS DE CALIDAD  
Y PRODUCTIVIDAD

KARLA GUADALUPE MARTINEZ GONZALEZ

MONTERREY, N. L.

DICIEMBRE DE 2002

**INSTITUTO TECNOLÓGICO Y DE ESTUDIOS  
SUPERIORES DE MONTERREY**  
CAMPUS MONTERREY  
DIVISION INGENIERIA Y ARQUITECTURA  
PROGRAMA DE GRADUADOS EN INGENIERÍA



**“MODELO DE UN SISTEMA PARA LA IMPLANTACION Y  
MANTENIMIENTO DEL CONTROL ESTADISTICO DE PROCESOS”**

**TESIS**

**PRESENTADA COMO REQUISITO PARCIAL  
PARA OBTENER EL GRADO ACADEMICO DE  
MAESTRO EN CIENCIAS  
CON ESPECIALIDAD EN SISTEMAS DE CALIDAD Y PRODUCTIVIDAD**

**KARLA GUADALUPE MARTÍNEZ GONZÁLEZ**

**MONTERREY, N. L.**

**DICIEMBRE 2002**

## ***Dedicatoria***

---

*A mis padres:*

***Elvia González Parreño y  
José Martínez Reyes***

*Por ser los pilares de mi vida y los seres que  
me enseñaron a ser la mujer que soy.  
Por el apoyo incondicional que me han brindado y  
por la libertad y confianza que siempre me han dado.*

*A mi hermana:*

***Brenda***

*Mi cómplice de muchas travesuras.*

*Al hombre que amo:*

***Eddie Nahúm***

## *Agradecimientos*

---

*A Dios, por darme la oportunidad de vivir esta experiencia, por las tantas bendiciones que siempre han colmado mi vida y por no desampararme nunca.*

*A mi complemento: **Eddie Nahúm**, por su gran amor, por su apoyo incondicional, por creer en mí y por acompañarme e impulsarme a alcanzar mis sueños.*

*A mi asesor: **Ing. Jacobo Tijerina Aguilera**, por su valioso apoyo y orientación en el desarrollo de este trabajo.*

*A mis sinodales: **Ing. Alberto A. Caballero Gómez e Ing. Carlos A. Chee González**, por sus valiosos comentarios y sugerencias para enriquecer el presente trabajo.*

*A mis familiares y amigos, por estar siempre ahí.*

*A mis compañeros de maestría, por darme la oportunidad de conocerlos y compartir nuestra meta.*

*A mis maestros, por compartirnos sus experiencias y conocimientos.*

*A todos los que me estiman.*

Presentación.	i
Dedicatoria.	ii
Agradecimientos.	iii
Índice General.	iv
Índice de figuras y tablas.	v
<b>Capítulo 1</b>	<b>1</b>
<b>Problemática y Justificación de la investigación</b>	
1.1 Introducción.	1
1.2 Descripción del problema de investigación.	4
1.3 Justificación de la importancia del estudio.	6
1.4 Objetivo General.	7
1.5 Objetivos Específicos.	7
1.6 Alcances del estudio.	8
1.7 Descripción del diseño de investigación	8
<b>Capítulo 2</b>	<b>9</b>
<b>Análisis de Fundamentos</b>	
2.1 Teorías involucradas en la investigación.	9
2.2 Generalidades de sistemas.	9
2.3 Modelo de Sistema Viable de Stafford Beer.	12
2.4 Control Estadístico de Procesos.	17
2.5 Etapas: Medición, Análisis, Control, Mejora.	20
2.6 Ciclo Planear, Hacer, Verificar, Actuar (PHVA).	32
2.7 Técnica de Comparación de Patrones de Campbell.	36
<b>Capítulo 3</b>	<b>37</b>
<b>Análisis de diversas implantaciones del CEP en empresas mexicanas y propuesta del Modelo de un Sistema CEP Viable.</b>	
3.1 Recopilación de información.	40
3.2 Análisis de la información recabada.	43
3.3 Propuesta del Modelo de Sistema CEP Viable.	44
3.4 Fases del Modelo de Sistema CEP Viable	47

---

<b>Capitulo 4</b>	59
<b>Validación del Modelo de Sistema CEP Viable.</b>	
<b>Capitulo 5</b>	68
<b>Conclusiones y Trabajos Futuros.</b>	
5.1 Introducción.	68
5.2 Resumen de Resultados.	68
5.3 Conclusiones.	71
5.4 Sugerencias para Trabajos Futuros.	73
<b>Referencias</b>	75
<b>Anexos</b>	78
Anexo A: Tabla AMEF.	
Anexo B: Herramienta de Diagnóstico.	

## *Índice de figuras y tablas.*

<b>Número</b>	<b>Figuras Nombre</b>	<b>Página</b>
Figura 2.1	Modelo de Sistema Viable de Beer.	13
Figura 2.2	Evolución de la Calidad en el Tiempo.	17
Figura 2.3	Evolución sintetizada de la Calidad en el Tiempo.	18
Figura 2.4	Medición, Análisis, Control y Mejora.	20
Figura 2.5	Distribución de los resultados de la encuesta a 83 Empresas Suizas.	29
Figura 2.6	Ventajas experimentadas con el CEP, según las empresas que lo implantaron por decisión propia.	30
Figura 2.7	Ventajas experimentadas con el CEP, según empresas que lo implantaron por requerimiento de sus clientes.	30
Figura 2.8	Representación gráfica de las variables que contribuyen a la variabilidad de un proceso.	31
Figura 2.9	Representación gráfica del ciclo PHVA.	32
Figura 2.10	Ciclo de mejora del Dr. Ishikawa.	33
Figura 2.11	Ciclo de mejora del Dr. Miyauchi.	34
Figura 2.12	Ciclo PHVA aplicado a las actividades del Control de Procesos.	35
Figura 3.1	Proceso de Implantación del CEP de Uniroyal Goodrich Tire Plant.	38
Figura 3.2	Grado de implantación de los subsistemas del VSM en los procedimientos de implantación del CEP de las empresas estudiadas.	43
Figura 3.3	Elementos del Modelo del Sistema CEP Viable.	45
Figura 3.4	Diagrama de Flujo para la implantación del Sistema CEP Viable.	50
Figura 5.1	Sistema CEP de la empresa de giro electrónico.	72
Figura 5.2	Sistema CEP de la empresa de giro automotriz.	72

<b>Número</b>	<b>Tablas Nombre</b>	<b>Página</b>
Tabla 2.1	Principales actividades de los subsistemas del VSM.	16
Tabla 2.2	Técnicas recomendadas para el desarrollo de las etapas de Medición, Análisis, Control y Mejora.	20
Tabla 2.3	Categorías de las principales causas del problema.	24
Tabla 3.1	Formato para la clasificación de procedimientos de implantación del CEP en las empresas estudiadas.	39
Tabla 3.2	Concentración de evidencias encontradas en las implantaciones del CEP en las empresas estudiadas.	41
Tabla 3.3	Propuesta y explicación de los elementos del Modelo de Sistema CEP Viable.	46
Tabla 3.4	Relaciones entre elementos del CEP & subsistemas del VSM.	56
Tabla 3.5	Actividades mínimas necesarias para asegurar la presencia del VSM en los elementos del CEP basado en el Ciclo PHVA.	57
Tabla 3.6	Evidencias encontradas en las empresas bajo estudio.	58
Tabla 4.1	Evidencias encontradas en el diagnóstico realizado a una empresa del giro electrónico.	62
Tabla 4.2	Evidencias encontradas en el diagnóstico realizado a una empresa del giro automotriz.	63
Tabla 4.3	Resultados de la evaluación realizada al sistema CEP de la empresa de giro electrónico.	64
Tabla 4.4	Resultados de la evaluación realizada al sistema CEP de la empresa de giro automotriz.	66

## Capitulo 1

### Problemática y Justificación de la Investigación

#### 1.1 Introducción

La calidad es un concepto tan antiguo como el mismo hombre; desde los trabajos de los Egipcios, pasando por los primeros procesos de “manufactura” de la edad media, la Revolución Industrial, hasta la aparición de las empresas y el “management” a principios del siglo XX.

También puede ser un concepto confuso, en parte porque las personas visualizan la calidad en relación a diferentes criterios según su papel individual en la cadena de producción y de comercialización.

Sin embargo, el significado de la calidad ha venido evolucionando conforme la profesión de la misma ha crecido y madurado. La mayoría de los asesores y profesionales no están de acuerdo en una definición universal, ya que la calidad se puede definir desde diferentes perspectivas como son: en relación con superioridad / excelencia, la basada en las características del producto, en base al uso, en función de su valor, si se manufactura de acuerdo a especificaciones, y algunas otras.

Conforme la calidad se convierte en un enfoque cada vez más importante de los negocios en todo el mundo, diversas organizaciones han desarrollado normas y guías. Términos como administración de la calidad, control de la calidad, sistema de calidad, aseguramiento de la calidad; se adquieren significados diferentes y a veces conflictivos de una nación a otra, dentro de un mismo país, e incluso dentro de una rama industrial. (Evans & Lindsay, 2000)

Con el fin de estandarizar los requerimientos de calidad de las naciones europeas dentro del mercado común y para aquellos que deseen hacer negocios con estas naciones, fue fundada la Organización Internacional para Estandarización, sin embargo existe mucha incompreensión de lo que realmente es ISO 9000. Las normas no especifican medida alguna del desempeño de la calidad; las empresas establecen los niveles específicos de la calidad del producto. Las normas únicamente exigen al proveedor tener instalado un proceso verificable, para asegurar consistencia en la producción, y dar confianza a clientes y gerentes de la empresa de que se están siguiendo ciertos principios de una sana administración.

Una responsabilidad importante de los dueños de los procesos es asegurarse que los resultados de los mismos cumplen con los requerimientos operacionales y del cliente.

Por lo expuesto anteriormente, y por la necesidad de monitorear y controlar la calidad de los productos, se crearon diversas herramientas que permiten a las empresas monitorear y mantener controlados sus procesos, un ejemplo de estas herramientas es sin duda el *Control Estadístico de los Procesos*.

El ***“Control Estadístico del Proceso”***, (***CEP***) es un procedimiento bien estructurado que utiliza conceptos y técnicas estadísticas para recolectar y analizar datos de un proceso, con el propósito de emprender acciones apropiadas que permitan el control y reducción del fenómeno de la variabilidad.

Su aplicación va más allá del área de manufactura, incluyendo compras, control de producción, personal, contabilidad, ventas, etc. (Evans & Lindsay, 2000)

Con el (CEP), las empresas pueden monitorear sus procesos de producción, analizando información y tomando acciones correctivas en tiempo real.

Los principales propósitos del CEP son: Controlar los procesos de las organizaciones a través de valores específicos, encontrar las causas de variación y sucesivamente eliminarlas.

Sin embargo, y a pesar de los innumerables beneficios que ofrece la implantación del CEP, el mundo de la industria manufacturera se encuentra dividido entre los que consideran benéfica la implantación de éste y los que lo consideran inadecuado y poco benéfico. Se percibe que esto se ha debido principalmente a la falta de un sistema estandarizado de implantación, el cual les indique a las empresas las pautas principales a seguir para su adecuado desarrollo e implantación y por consiguiente elimine en parte la mala aplicación de la herramienta.

Por este motivo el propósito de esta investigación está enfocado a ilustrar el modelo del sistema para la implantación y mantenimiento del Control Estadístico de Procesos, con la finalidad de encontrar las ventajas que esto representa para las empresas interesadas en la implantación de éste.

## 1.2 Descripción del problema de investigación

Desafortunadamente, no todas las empresas que han implantado el CEP lo han considerado benéfico para sus procesos, lo anterior se ve en muchos casos, empresas que han implantado dicha herramienta y no han notado cambios extraordinarios o trascendentes en su beneficio, todo esto se puede atribuir a una implantación del CEP hecha por requerimiento de sus proveedores y no por decisión propia. (Stenberg, 1999)

El principal problema para estas empresas ha sido, que no están convencidas o no están enteradas de lo que pueden lograr en sus procesos con una adecuada implantación del CEP, aunado a lo antes mencionado, estas empresas según se explicará más adelante, tampoco han contado con una metodología apropiada y confiable para la implantación del mismo.

En muchos casos, las compañías que deciden implantarlo, lo hacen como sus clientes se los indican, sin saber si realmente es la mejor forma o la más favorecedora.

Después de realizar investigaciones en fuentes formales, se ha llegado a la conclusión de que en la actualidad existen referencias vagas sobre procedimientos para la implantación del Control Estadístico de Procesos estándar, con el fin de mostrar los avances más recientes en la materia, se revisó el manual de referencia para el CEP del QS-9000, el cual muestra un plan de implantación de éste, pero solo admite que es una herramienta de retroalimentación y menciona cuatro elementos importantes de la misma, además, éstos quedan sujetos a discusión, los elementos son: *el proceso, la información acerca del desempeño, acción en el proceso y acción en la producción.* (Manual QS-9000, 1995)

A continuación se expresa una redacción de este manual, donde se reconoce la controversia que existe alrededor de los conceptos básicos relacionados con el CEP, además se deslinda de la responsabilidad de definir apropiadamente dichos conceptos, dejándolos expuestos de forma extensa al criterio del lector.

*“Este manual reconoce completamente el mal entendimiento y la controversia alrededor de los conceptos fundamentales y definiciones relacionadas con los puntos del proceso “control”, “capacidad”, y “desempeño”. Es apropiado puntualizar que no es el propósito de este manual el de resolver completamente estos puntos, pero se exponen y discuten de forma extensa, de manera que den al lector la oportunidad de desarrollar un mejor entendimiento de ellos, con el fin de proveer valor y conocimiento para el mejoramiento continuo del proceso”. (Manual QS-9000)*

Siendo este el manual de referencia de la industria automotriz, lo anterior demuestra un claro signo de la falta de estandarización en los conceptos asociados al CEP, y en consecuencia las diferencias se presentan aún más en el proceso de implantación del mismo.

### 1.3 Justificación de la importancia del estudio

Es importante destacar los beneficios que conllevaría la implantación de un sistema CEP, los cuales van desde, *costos bajos de manufactura, estándares correctos, procesos estables, especificaciones realistas, menos inspección, reducción del tiempo “solución del problema”, mejores relaciones con los clientes, medidas de capacidad confiables, tiempo de ciclo reducido, hasta calidad del producto mejorada.* (Certificado cinta negra, Centro de Calidad, Mty, 2002)

Considerando el problema descrito anteriormente y tomando en cuenta los beneficios que trae la implantación de un sistema CEP en las empresas, es de considerable importancia elaborar y proponer el desarrollo del modelo de un sistema para la implantación y mantenimiento del Control Estadístico de Procesos para las empresas manufactureras, el cual contenga elementos que propicien la evolución sostenida del mismo.

Este sistema permitirá estandarizar los sistemas de Control Estadístico de Procesos, con el fin de crear una elevada confiabilidad entre ellas y una base firme para una mejor relación de entendimiento y comprensión; además será un buen inicio hacia cambios evolutivos.

Por estas razones, la presente investigación se enfocará al estudio de los diferentes tipos de sistemas que existen, y que además posean las propiedades mínimas necesarias, para una adecuada implantación y mantenimiento del sistema por sí mismo.

Parte del trabajo de investigación se enfocará al estudio de implantaciones del CEP en diferentes tipos de industria (casos reales), así como el análisis y evaluación de los alcances y dificultades que se presentaron durante los procesos de implantación.

Otro punto importante que tocará esta investigación, será el estudio de la afinidad existente entre el ciclo Planear, Hacer, Verificar, Actuar (PHVA), el Modelo de Sistema Viable y el CEP.

Por último, se pretende proponer un Modelo de Sistema CEP, que facilite a las empresas el rápido y claro entendimiento de las implicaciones que conlleva una implantación exitosa del mismo.

#### **1.4 Objetivo General**

Diseño y Validación del Modelo de un Sistema para la Implantación y Mantenimiento del Control Estadístico de Procesos.

#### **1.5 Objetivos Específicos**

- Definición del concepto de sistema y evaluación de las características mínimas necesarias para su adecuada implantación y mantenimiento.
- Definición del “concepto” Control Estadístico de Procesos.
- Identificación y descripción de herramientas útiles en la aplicación del Control Estadístico de Procesos.
- Desarrollo del modelo de un sistema para la implantación y mantenimiento del Control Estadístico de Procesos.
- Análisis e Identificación de las Fases Básicas de la Implantación.
- Estructuración de la Métrica de evaluación relacionada con la implantación del sistema CEP Viable.
- Validación del sistema.
- Documentación y Conclusiones de la investigación.

## **1.6 Alcances del estudio.**

La presente investigación se limita al desarrollo de una guía que integre los requerimientos necesarios para implantar un Sistema Viable y un Sistema de Control Estadístico de Procesos, así como su validación mediante el diagnóstico de dos empresas, las cuales se tomarán como caso de estudio, plasmando una investigación meramente cualitativa y no del tipo estadístico.

## **1.7 Descripción del diseño de investigación**

1. Revisión de literatura relevante al problema de investigación. (Ver página 9)
2. Estratificación del VSM en el contexto del CEP. (Ver página 40)
3. Análisis de diversas implantaciones del CEP en empresas mexicanas. (Ver página 43)
4. Desarrollo de la propuesta modelo de sistema viable para implantación y mantenimiento del CEP. (Ver página 50)
5. Validación del sistema CEP. (Ver página 58)
6. Documentación de la investigación.
7. Presentación de la investigación.

## Capitulo 2

### **Análisis de Fundamentos.**

#### **2.1 Teorías involucradas en la investigación.**

Dada la finalidad de esta investigación. Desarrollar el “Modelo de un Sistema para la Implantación y Mantenimiento del CEP”, las teorías que servirán como marco analítico de la investigación son:

- Modelo de Sistema Viable de Stafford Beer.
- Control Estadístico de Procesos.
- Ciclo Planear, Hacer, Verificar, Actuar.
- Técnica de investigación de patrones de Donald Campbell.

En este capitulo se presentan cada una de estas teorías.

#### **2.2 Generalidades de sistemas.**

Dentro del contexto de las organizaciones el término “*sistema*” puede definirse como un conjunto de entidades que actúan e interactúan entre sí, en forma organizada para buscar un objetivo.

Un sistema es un conjunto de entidades, considerando lo abierto de este término, se permite que estas sean de diferentes tipos como: físicas o abstractas, divisibles o indivisibles, humanas o no. El hecho de decir que existe una interacción entre las entidades, determina al sistema como dinámico. (Arnold & Rodríguez, 1991)

De esta manera, podemos asegurar que la organización como sistema, es un conjunto de entidades de diferentes características, cuyo propósito es proveer un producto/servicio que cumpla con las expectativas de calidad de los diversos clientes.

Después de tener una visión clara de lo que es un sistema, es conveniente mencionar algunas de sus clasificaciones.

Según su entitividad los sistemas pueden ser agrupados en: *reales, ideales y modelos*. Mientras los primeros presumen una existencia independiente del observador (quien los puede descubrir), los segundos son construcciones simbólicas, como el caso de la lógica y las matemáticas, mientras que el tercer tipo corresponde a abstracciones de la realidad, en donde se combina lo conceptual con las características de los objetos.

Con relación a su origen los sistemas pueden ser: *naturales o artificiales*, distinción que apunta a destacar la dependencia o no, en su estructuración por parte de otros sistemas.

Relacionados con el ambiente o grado de aislamiento, los sistemas pueden ser: *cerrados o abiertos*, según el tipo de intercambio que establecen con sus ambientes. Como se sabe, en este punto se han producido importantes innovaciones en la Teoría General de Sistemas, tales como las nociones que se refieren a procesos que aluden a estructuras disipativas, autorreferencialidad, autoobservación, autodescripción, autoorganización y reflexión (Arnold & Rodríguez, 1991).

Siempre nos ha parecido inapropiado que el proceso de diseño organizacional haya sido sustentado principalmente por primitivos modelos empíricos.

La mayoría de los modelos utilizados en diseño o reestructuración de organizaciones, son empíricos y mecánicos. Los modelos empíricos están limitados por las experiencias, observaciones y percepciones pasadas. El modelo empírico nos dice que el sol gira alrededor de la Tierra; los modelos basados en lógica y matemáticas nos dicen que esto podría no ser así.

Evaluando lo expuesto anteriormente y considerando el objetivo de la investigación, hemos llegado a la conclusión de que los modelos lógicos pueden conducir a mayores ideas e innovaciones.

El Modelo de Sistema Viable (VSM por sus siglas en inglés) no es sólo lógico, éste ha sido corroborado también por trabajo empírico. En efecto, el VSM es sistémico y orgánico.

Ya que las organizaciones son redes cerradas de múltiples relaciones entre la gente. Liberando el potencial de éstos, habilitándolos para manejar autónomamente los problemas que ellos mismos confrontan en sus trabajos, son la forma de proveer a las organizaciones de la flexibilidad que necesitan para sobrevivir en el complejo y rápido ambiente cambiante.

Si la organización pretende ser efectiva, ésta necesita desarrollar simultáneamente la unión del todo, y la autonomía de los grupos e individuos que la componen.

### **2.3 Modelo de Sistema Viable de Stafford Beer.**

La búsqueda de Beer, apuntaba a descubrir las leyes que sostienen la viabilidad de los sistemas, de manera que podamos entender cómo los sistemas son capaces de existir independientemente.

Beer buscó aparentes similitudes entre la forma en la cual el cuerpo humano y una organización son controlados y organizados.

El organismo humano es controlado por el sistema nervioso. Beer demostró que un modelo similar puede ser usado para entender cómo las organizaciones deben operar si éstas son viables. A partir de esta comparación del “*cerebro*” y “*estructuras administradas*”, Beer fue capaz de construir un modelo científico de la organización de cualquier sistema viable.

El principal problema de una organización para alcanzar viabilidad, es la extrema complejidad e incertidumbre que existe en su ambiente. Gracias a Ashby (1964) los cibernéticos pueden proveer algún entendimiento de esta dificultad y algunas maneras de lidiar con ella. Ashby proveyó una medida de complejidad – “*variedad*”, que es el número posible de estados que un sistema es capaz de mostrar – además formuló la “*Ley de variedad requerida*”; ‘solo variedad puede destruir variedad’. Así que, para llegar a ser o permanecer estable / viable, una organización tiene que lograr variedad requerida con el complejo ambiente con el cual se enfrenta. Esta debe ser capaz de responder apropiadamente a distintos tratos y oportunidades que se presentan en su ambiente.

Variedad, entonces, es una medida subjetiva. La variedad potencial del ambiente siempre trata de aplastar al sistema.

La complejidad, sin embargo, debe ser cuidadosamente administrada.

Beer desarrolló el Modelo del Sistema Viable como un medio para analizar sistemas complejos, especificando los criterios mínimos funcionales para que una organización pueda ser capaz de auto mantenerse.

La figura 2.1 muestra el Modelo del Sistema Viable con dos niveles de recursión (Espejo, 1989)

Los símbolos en la figura tienen significados específicos. El óvalo de la izquierda indica el ambiente del sistema. Los círculos indican la operación central del sistema. Los triángulos y rectángulos indican funciones regulatorias.

Las líneas entre los símbolos indican el flujo de información.

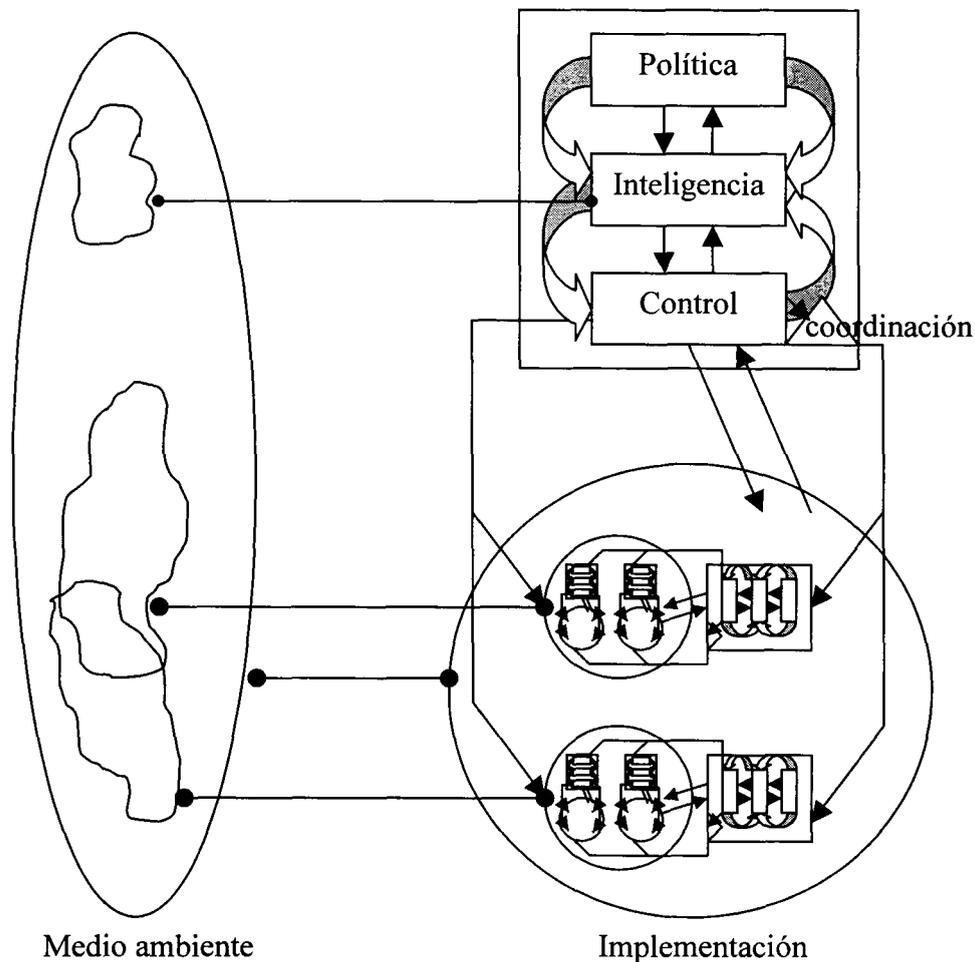


Figura. 2.1 Modelo de Sistema Viable de Beer.

De acuerdo a Beer, “*todo sistema viable contiene y está contenido en un sistema viable*” Esto significa que cada sistema contiene subsistemas que son capaces de mantener una existencia separada, y que cada uno de esos subsistemas viables tienen la misma estructura fundamental como el metasistema.

Los subsistemas son:

**El sistema 1**, de una organización consiste de varias partes que están relacionadas con la *implementación*. Cada parte del sistema 1 debe ser autónoma, de manera que pueda absorber algo de la variedad ambiental masiva, que de otro modo podría inundar los altos niveles administrativos. Esto significa que las partes deben ser por sí mismas sistemas viables y deben contener las cinco funciones – el modelo es ‘recursivo’, la estructura del todo es repetida en cada una de las partes. El sistema 1 tiene una primicia especial en el VSM de Beer, ya que este consiste de otros sistemas viables y porque este produce el sistema viable del cual es parte.

La administración de la ‘meta del sistema’, los Sistemas 2 – 5 surgen de la necesidad de facilitar las operaciones al Sistema 1, y para asegurar la adaptabilidad sostenida de la organización completa.

**El sistema 2**, la *coordinación o función anti-oscilatoria*, es necesaria para asegurar que varios elementos creados por el sistema 1 actúen en armonía. La coordinación es necesaria entre las funciones que agregan valor y también entre las actividades primarias. La palabra coordinación, se utiliza en el modelo en el sentido de “coordinación por ajuste mutuo” entre funciones de soporte y entre unidades autónomas. Un ejemplo, puede ser el horario de producción de una planta, éste no nos dice como deberían ser operadas las plantas, pero organiza las uniones de poder de operación de un sistema de producción.

**El Sistema 3**, es una función de *control*, responsable de la estabilidad interna de la organización. Esta debe asegurar que el Sistema 1 implemente políticas efectivamente. La función de control necesita asegurarse que los reportes que recibe son en realidad un reflejo preciso del estatus de las actividades primarias.

**El sistema 4**, o la función de *inteligencia* es un enlace de doble sentido entre la actividad primaria y su medio ambiente externo. La inteligencia es fundamental para la adaptabilidad, primeramente provee a la actividad primaria con retroalimentación constante de las condiciones del ambiente. Estos lazos deben operar en balance, para evitar ya sea, el sobrecargar el sistema con demasiada información del exterior sin tener la capacidad de interpretar o actuar según los datos; o el riesgo alternativo de comunicar demasiado hacia fuera sin tener medios correspondientes de escuchar retroalimentación del ambiente.

La función de inteligencia se enfoca fuertemente en el futuro. Le concierne el planear según los cambios en el ambiente externo y las capacidades de la organización para que la organización pueda inventar su propio futuro en lugar de ser controlada por el ambiente.

**El sistema 5**, es responsable de la *política*, éste considera el propósito o identidad de la organización y es de esta manera responsable de la dirección del sistema completo. Considerando la información generada por el sistema 4, éste crea políticas que son conducidas al sistema 3 para implementarlas por el sistema 1. La segunda tarea del sistema 5 es monitorear el balance entre las acciones a largo plazo, sugeridas por el sistema 4, y las acciones a corto plazo, sugeridas por el sistema 3. Como estableció (Jackson, 1991), "El sistema 5, debe asegurar que la organización se adapte al ambiente externo mientras mantiene un grado apropiado de estabilidad interna.

El Modelo de Sistema Viable, ofrece un paradigma para la solución de problemas. Su entendimiento ofrece una herramienta mental para acercarse a la creación y diseño de contextos efectivos, para la participación de la gente en actividades humanas.

La *tabla 2.1* resume las principales actividades de cada uno de los subsistemas del VSM.

<b>SUBSISTEMA</b>	<b>PROPOSITO</b>	<b>PRINC. ACTIVIDADES</b>
<b>IMPLEMENTACIÓN</b>	Autonomía	Producir los productos o servicios implícitos en la organización.
<b>COORDINACIÓN</b>	Asegurar armonía	Estandarización de funciones de soporte.
<b>CONTROL</b>	Estabilidad interna de la organización	Asegurarse que el sistema 1 implemente políticas efectivamente.
<b>INTELIGENCIA</b>	Adaptabilidad	Planear según los cambios en el ambiente externo y las capacidades de la organización.
<b>POLITICA</b>	Dirección del sistema	Asegurar que la organización se adapte al ambiente externo mientras mantiene un grado apropiado de estabilidad interna.

*Tabla 2.1. Principales actividades de los subsistemas del VSM.*

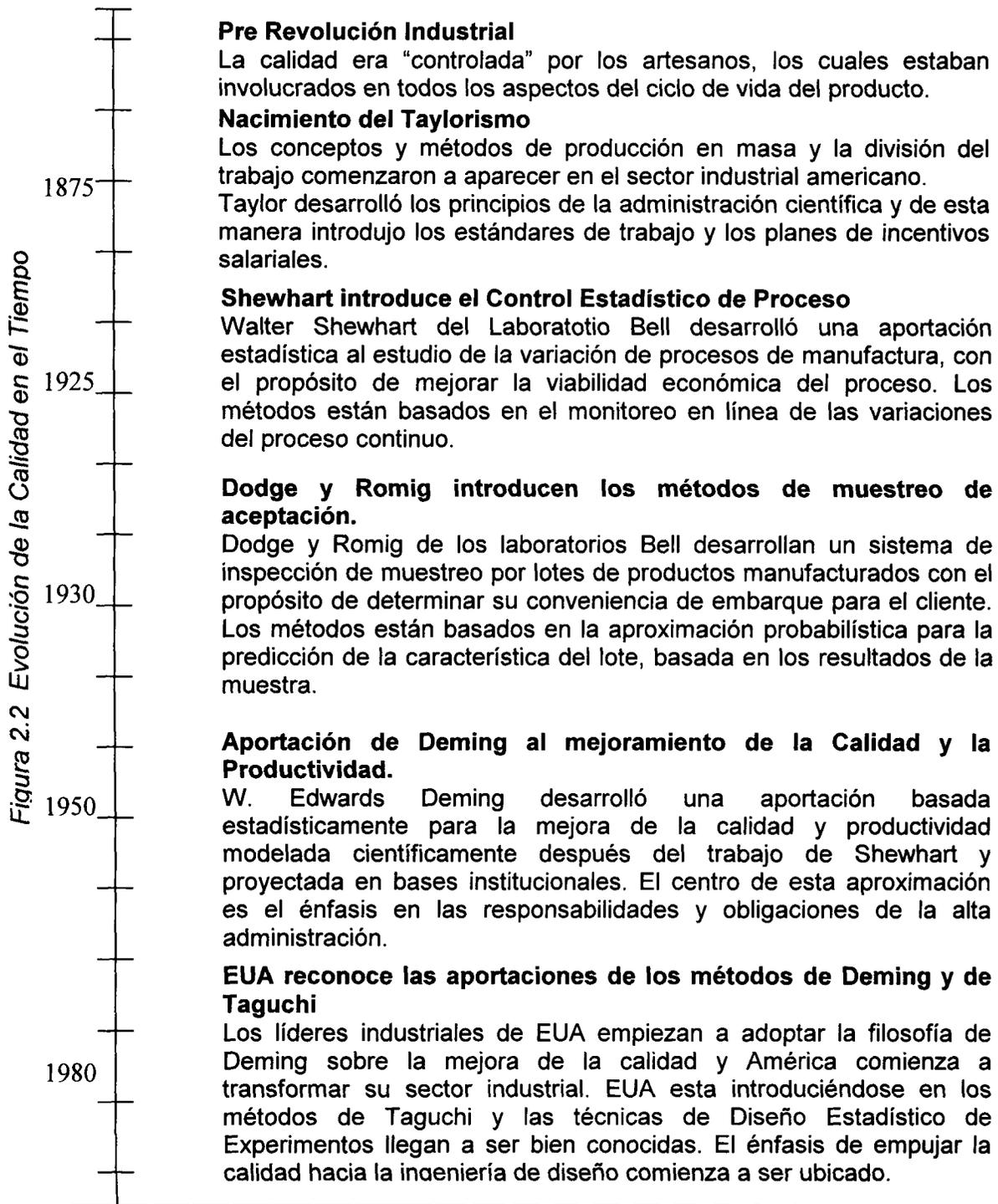
Una vez que hemos analizado la definición de sistema y especialmente al VSM, consideramos que éste contiene los elementos mínimos necesarios para cumplir con los objetivos de la investigación.

Posteriormente se procederá a conocer la información relevante en relación al Control Estadístico de Procesos (CEP).

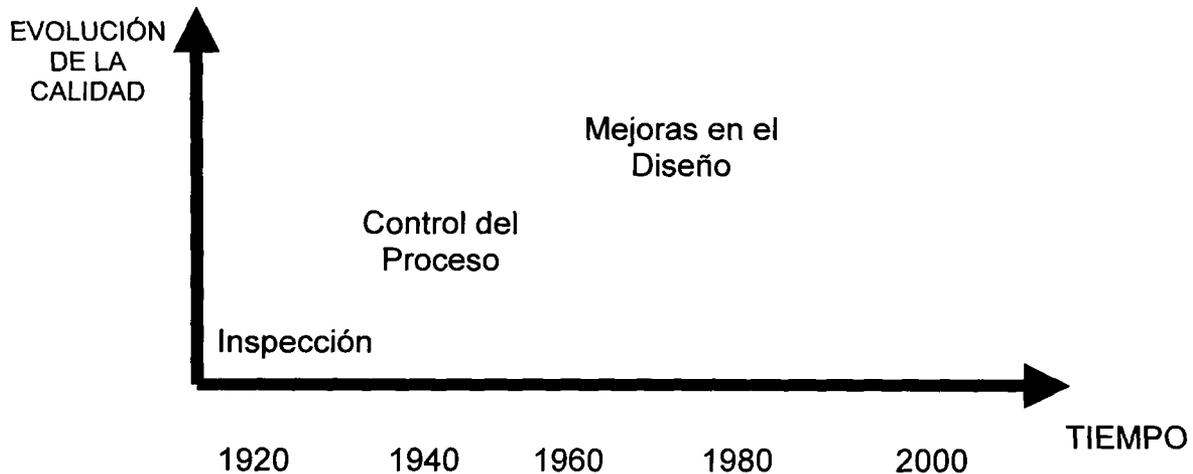
## 2.4 Control Estadístico de Procesos

La historia del control de la calidad es tan antigua como la historia en si misma, pero para términos prácticos, nos enfocaremos a partir del siglo XIX, época de la Revolución Industrial, la cual comenzó después de la guerra civil de EUA.

La *figura 2.2* muestra la evolución de la calidad hasta hoy en día. (DeVor, 1992)



De una manera más sintetizada, en la *figura 2.3* podemos observar la evolución de la calidad.



*Figura 2.3. Evolución sintetizada de la Calidad en el Tiempo.*

El CEP se ubica en la segunda generación, ya que implica control en el proceso. Sin embargo, la implantación del CEP en nuestro país debe realizarse tomando en cuenta la siguiente generación, de manera que asegure que las variables a controlar sean aquellas que garanticen el cumplimiento de las características deseadas por el cliente en los productos que adquiere.

Para entender más fácilmente lo que esta herramienta implica, veamos la definición por separado de cada una de sus partes:

“**Control**” es el proceso continuo de evaluar el desempeño del proceso y emprender una acción correctiva cuando sea necesario. El control es necesario por dos razones: primero, las empresas necesitan mantener el desempeño de sus procesos; segundo, una empresa debe tener los procesos bajo control antes de que pueda efectuar cualquier mejora.

“**Estadístico**” es la aplicación de técnicas estadísticas (matemáticas) para medir y analizar la variación o cambios en los procesos a través del uso de números y datos.

“**Proceso**” es cualquier combinación de máquinas, herramientas, métodos, materiales y/o personal empleado para realizar tareas específicas en un producto o servicio.

Aunque no existe una definición exacta del Control Estadístico de Procesos, podemos partir de la definición de Shewhart que lo define como la variabilidad natural de los procesos una vez eliminadas las causas especiales; de esta manera una definición más amplia sería: *“es un procedimiento bien estructurado que utiliza conceptos y técnicas estadísticas para recolectar y analizar datos de un proceso, con el propósito de emprender acciones apropiadas que permitan el control y reducción del fenómeno de la variabilidad”*. Su aplicación va más allá del área de manufactura, incluyendo compras, control de producción, personal, contabilidad, ventas, etc. (Evans & Lindsay, 2000)

Actualmente la calidad esta relacionada con la medición, el control y la reducción de la variabilidad, a menor variabilidad de un producto mayor es su calidad, por lo que el conocimiento de la *variación* de un proceso debe ser el objetivo del personal operativo e identificar las causas que originan este fenómeno, se entiende como sinónimo de experiencia. Mantener un proceso controlado implica que no hay causas especiales de variación que lo afecte y son los gráficos de control los que permiten identificar a tiempo real cuando una causa especial de variación esta presente en el proceso, contribuyendo así a mejorar la calidad.

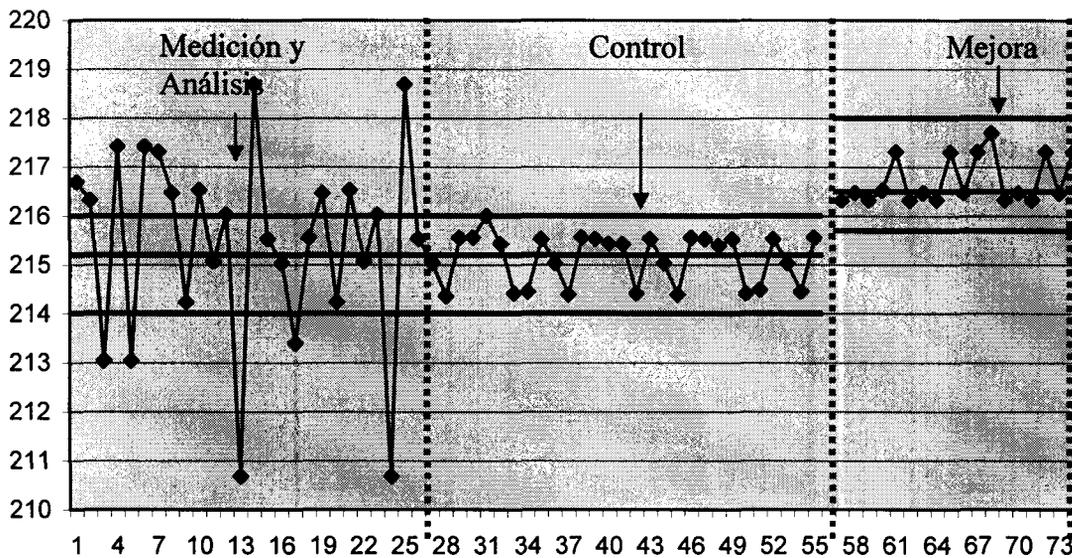
El CEP es básicamente una colección de herramientas que son útiles para alcanzar la estabilidad del proceso y mejorar su capacidad a través de la reducción de la variabilidad.

Para lograr todo esto, es necesario seguir las etapas de Medición, Análisis, Control y Mejora, con el fin de optimizar los procesos.

La *figura 2.4*, ilustra las cuatro etapas a seguir para lograr la mejora de los procesos.

**2.5 Etapas: Medición, Análisis, Control y Mejora.**

La *tabla 2.2* muestra algunas de las técnicas más recomendadas para el desarrollo de cada una de las etapas.



*Figura 2.4. Medición, Análisis, Control y Mejora.*

MEDICION	ANALISIS	CONTROL	MEJORA
AMEF	Herramientas Básicas	Gráficas de control	DOE, Seis Sigma,

*Tabla 2.2 Técnicas recomendadas para el desarrollo de las etapas de Medición, Análisis, Control y Mejora.*

**Descripción de las técnicas recomendadas para el desarrollo de cada una de las etapas.**

*Análisis de Modo y Efecto de Falla (AMEF)*

Un diseño potencial de AMEF es una técnica analítica usada primordialmente por los ingenieros o equipo responsables del diseño, como medio para asegurar que, los modos potenciales de falla y sus causas / mecanismos asociados han sido considerados y direccionados.

Un AMEF es un resumen de los pensamientos del equipo (incluyendo el análisis de partes que podrían estar mal en base a la experiencia) es diseñado como un componente, subsistema, o sistema.

Puede ser descrito como un grupo sistemático de actividades que pretenden:

- a) Reconocer y evaluar la falla potencial de un producto o proceso, y los efectos de esta falla.
- b) Identificar acciones que podrían eliminar o reducir la oportunidad de que ocurra la falla potencial.
- c) Documentar el proceso completo.

Todo AMEF se enfoca en el diseño ya sea del producto o del proceso. *Ejemplo de tabla de AMEF, ver anexo A.*

*Herramientas Básicas.*

- **Estratificación.**

La estratificación, es una clasificación por afinidad de los elementos de una población, para analizarlos y poder determinar con más facilidad las causas del comportamiento de alguna característica de calidad. A cada una de las partes de la clasificación se le llama estrato.

Una vez estratificados los datos, pueden ser utilizados para hacer análisis posteriores a través de herramientas estadísticas tales como: *los diagramas de pareto, de causa – efecto, de dispersión, hojas de verificación y gráficas de control.*

La estratificación generalmente se hace partiendo de la clasificación de los factores que inciden en un proceso o en un servicio y los estratos que se utilicen, dependerán de la situación analizada.

La estratificación se puede usar para:

- Identificar la causa que tiene mayor influencia en la variación.
- Comprender de manera detallada la estructura de un grupo de datos, lo cual permitirá identificar las causas del problema y llevar a cabo las acciones correctivas convenientes.
- Examinar la diferencia de los valores promedio y la variación entre diferentes estratos; tomar medidas contra la diferencia que pueda existir.

- **El Diagrama de flujo del proceso.**

El diagrama de flujo de proceso, es útil para desarrollar, definir y entender el proceso; es sólo una secuencia cronológica de las fases o etapas que integran el proceso de producción.

El diagrama de flujo del proceso ayuda a:

- Identificar actividades que no tienen un valor agregado en la producción, es decir, que se podrían clasificar como desperdicio o derroche de tiempo y dinero
- Identificar aquellas partes del proceso que ameritan mayor control y monitoreo.

- **La Hoja de Datos.**

Las hojas de Datos, son útiles en la recolección, localización y verificación de datos a través del tiempo, luego entonces, no son más que instrumentos de colecta de datos, en particular, del conteo del tipo de fallas que se presentan en un producto. Es importante el diseño adecuado de éstas, ya que por lo general, de estas hojas se pasa después la información a reportes y paquetes computacionales.

- **Diagrama de Pareto.**

Es una gráfica de barras que representa en forma ordenada (de mayor a menor) la frecuencia de cada problema observado en el estudio.

Tiene como finalidad exhibir las fallas más frecuentes, que son las que se atacarían primero. La experiencia indica que el 80% de las fallas se deben al 20% de las causas posibles.

Debemos remarcar que el diagrama de pareto puede exhibir las fallas más importantes desde el punto de vista de frecuencia y costo.

- **Diagrama Causa – Efecto**

Una vez que la falla, defecto o problema ha sido identificado y aislado para su estudio, entonces se deben encontrar las causas que generan el efecto no deseado. El diagrama causa – efecto, es una herramienta diseñada para identificar las causas potenciales del problema. Se recomienda que la búsqueda de las causas del problema se haga trabajando en equipo.

Por lo general, las causas del problema se pueden ubicar en 4 categorías: máquinas, métodos de trabajo, materiales y mano de obra. A su vez éstas pueden dividirse como lo muestra la *tabla 2.3*:

<b>MANO DE OBRA</b>	<b>MATERIALES</b>
Medio ambiente	Medio ambiente
Motivación	Movimiento
<b>MAQUINARIA</b>	<b>METODO</b>
Medio Ambiente	Medio Ambiente
Mantenimiento	Medición

*Tabla 2.3 Categorías de las principales causas del problema.*

- **Histograma.**

Es una gráfica de barras rectangulares que son útiles para tener una idea acerca de la distribución de la característica de calidad que se esta estudiando. El aspecto de un histograma es parecido al de un diagrama de Pareto, solo que, mientras el diagrama de Pareto se aplica a atributos: tipo de falla, tipo de error, tipo de defecto, etc. El Histograma se aplica a variables continuas, es decir, a características de calidad que se miden mediante números reales; por ejemplo: peso, longitud, volumen, fuerza, potencia.

Al histograma se le pueden marcar los límites de especificación, de tal manera que se puede estimar la capacidad del proceso, es decir, la proporción de los productos que están fuera de especificaciones, los cuales se pueden considerar como defectuosos.

- **Diagrama de dispersión**

Es una gráfica que se utiliza para estudiar la posible relación entre dos variables de interés. Se colectan pares de observaciones de las variables y luego se grafican estos pares en el plano de coordenadas. Podría observarse en el diagrama de dispersión si hay relación lineal, curvilínea o no hay relación entre las variables.

- **Gráficas de Control.**

Es un instrumento que se aplica al proceso para monitorear una característica de calidad; de tal manera que el objetivo de la carta de control es detectar tan pronto como sea posible, que el proceso esta fuera de control. Decir que el proceso esta fuera de control significa que hay problemas en el proceso, que hacen que disminuya la calidad de la característica de interés y es necesario tomar acciones para llevarlo a control. Para conocer la elaboración de las gráficas de control.

Es importante hacer notar que las gráficas de control son solo una fotografía del estado del proceso, y que para llevar a cabo las etapas mencionadas, es necesario hacer uso de otras técnicas como lo son: el Análisis de Modo de Falla y efecto (AMEF), Seis Sigma, Diseño de Experimentos (DOE).

### *Seis Sigma*

Es un conjunto integrado de metodologías estadísticas que permiten cristalizar la filosofía de satisfacción total del cliente.

Estas recetas no son nuevas, ya que se trata de métodos de análisis estadísticos conocidos desde hace años, la diferencia es el enfoque dado para reducir agresivamente la variación y los desperdicios, así como el énfasis en el manejo integral del concepto, en todas las funciones de una organización, con los recursos y el apoyo por parte de la gerencia.

En la metodología seis sigma, las ideas de mejora son encauzadas, evaluadas y conducidas bajo un esquema que las hace parte de toda la organización.

Esta integración se logra hablando un lenguaje común a lo largo y ancho de la empresa. Ese lenguaje son los índices de desempeño.

El indicador común para seis sigma es el cálculo de los defectos por unidad. Si se usa sigma ( $\sigma$ ) como un estándar para medir y comparar productos y servicios de diversos tipos. El valor de sigma más alto significa el menor número de defectos, "lo mejor". Esto muestra que también uno progresa continuamente para llegar a "0" defectos. (Gutiérrez, 2002)

### *Diseño de Experimentos (DOE).*

El poder del DOE puede acrecentarse, si el ambiente en el cual se conduce el experimento ha sido afectado por métodos de reducción de variación, como lo es el Control Estadístico de Procesos.

El CEP es una importante medida de contención y debe ser considerada siempre que sea posible mejorar la sensibilidad del experimento. Ya que bajo control estadístico el futuro es más predecible.

Debe quedar claro que el DOE permanece como una poderosa técnica reveladora de oportunidades básicas de mejora durante un estudio de CEP.

(DeVor, 1992)

En los esfuerzos de modernización del país, el CEP no ha sido identificado aún como la herramienta para el desarrollo tecnológico. No se ha comprendido que sin importar la llegada de nueva tecnología, procesos de computación y automatización..., en cualquiera de estos niveles el CEP puede y debe ejercerse, lo uno no valida lo otro.

Por mencionar algunos de los muchos beneficios con la utilización del CEP, podemos indicar que:

- Ayuda a mejorar la calidad del producto.
- Permite identificar rápidamente las oportunidades de mejora.
- Contribuye a reducir la variabilidad.
- Indica más fácilmente tendencias en los datos.
- Permite tener un conocimiento más amplio del proceso.

(CEP, Centro de calidad ITESM, 1988)

De forma general podemos decir que, el CEP se vale de métodos estadísticos para contribuir a mejorar la calidad del producto y la productividad de los procesos.

Dentro de la amplia gama de empresas de nuestro país, y aun con el desarrollo tecnológico que se ha venido dando desde hace varios años, algunas empresas han empezado a utilizar el CEP, pero desafortunadamente no todas lo hacen de la forma en que puedan obtener el mejor beneficio de él.

La industria mexicana aún no cuenta con una cultura bien arraigada del control de la calidad y lo que éste implica, muy pocos logran vislumbrar los beneficios que al corto, mediano y largo plazo trae consigo una cultura como esta.

Categorizando de alguna manera los diferentes rubros empresariales y cómo éstos utilizan el CEP en sus procesos, bien sea operativos o administrativos, podemos encontrar lo siguiente:

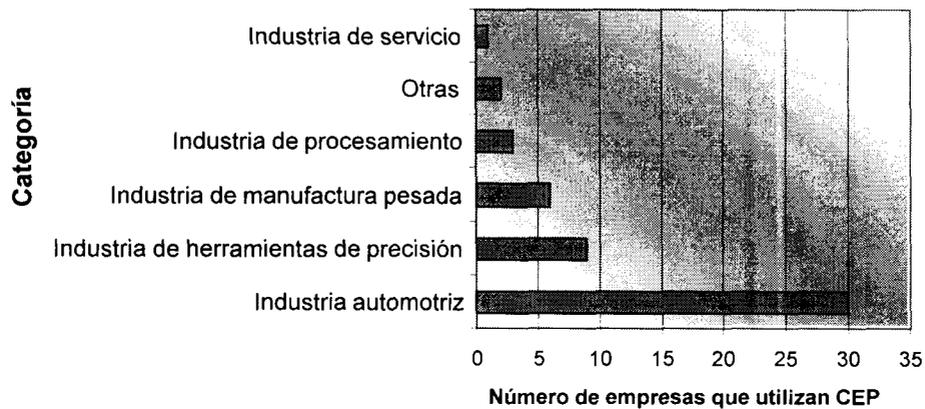
- Para la mayoría de las empresas que brindan servicios, el concepto de CEP se encuentra muy alejado de su entendimiento y aplicación.
- También existe el tipo de empresas que por motivos de expansión de mercado, se ven obligadas a implantar controles de calidad en sus productos y procesos, en la mayoría de los casos, éstas solo lo hacen por cumplir un requisito, sin comprender realmente lo que pueden lograr con el uso apropiado de esta simple herramienta.
- Hoy en día, las empresas más avanzadas en el uso del CEP, son sin lugar a duda las multinacionales, especialmente las automotrices y sus proveedores.

Para soportar de alguna manera lo antes mencionado, a continuación se muestran los resultados obtenidos de una encuesta (Stenberg, 1999) realizada a empresas suizas de tres poblaciones representativas de la población objetivo (tipo de empresas suizas que utilizan CEP y/o análisis de capacidad de proceso), en la cual se buscaba conocer la distribución por tipo de industrias que utilizan CEP.

Se enviaron cuestionarios a 491 empresas, 155 la contestaron y 83 reportaron que si utilizan el CEP y/o análisis de capacidad de proceso.

La mayoría de las 83 empresas cuentan con entre 100 y 500 empleados, unas pocas tienen más de 4000 o menos de 100 empleados.

Las empresas se dividieron en las siguientes categorías: Manufactura pesada, herramientas de precisión, automotriz, procesamiento, servicio y otras; dentro de la categoría de “otras” se encuentran la industria electrónica y la farmacéutica. La *figura 2.5* muestra la distribución de los resultados de la encuesta.

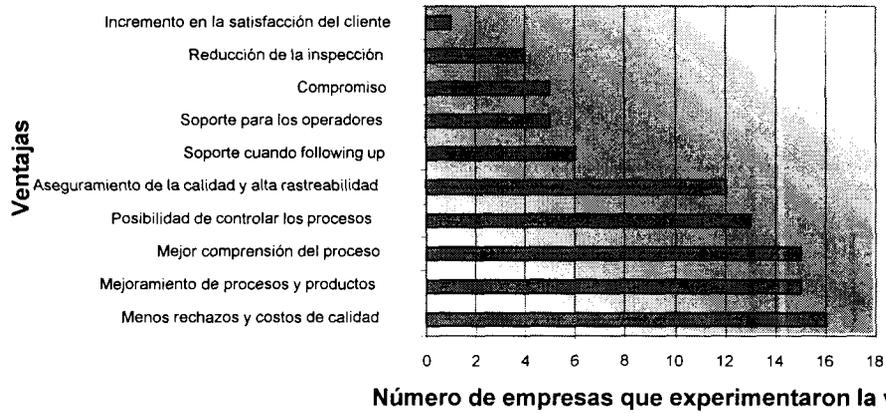


*Figura 2.5. Distribución de los resultados de la encuesta a 83 Empresas Suizas*

El 40% de las empresas que utilizan CEP dijeron que la implantación se inició por requerimientos de sus clientes externos.

Según los resultados arrojados por el estudio, la experiencia y los beneficios obtenidos del CEP dependen de, si la implantación fue voluntaria o requerida.

Las figuras 2.6 y 2.7 muestran la distribución de las ventajas experimentadas por las empresas según el tipo de implantación.



*Figura 2.6. Ventajas experimentadas con el CEP, según las empresas que lo implantaron por decisión propia.*



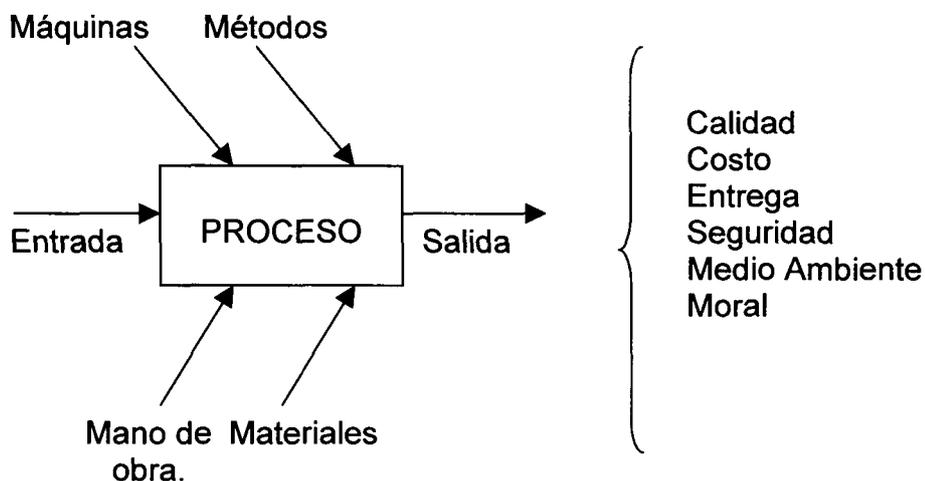
*Figura 2.7. Ventajas experimentadas con el CEP, según empresas que lo implantaron por requerimiento de sus clientes.*

La Calidad Total, va más allá de los enfoques tradicionales de especificaciones que sólo dan importancia al cumplimiento de ciertas características de los productos/servicios, y únicamente se preocupan por cumplir con requisitos básicos. Es por eso que la calidad total no significa necesariamente la ausencia de defectos, ésta es solo un componente de la misma.

Lo que los clientes y la sociedad en general realmente esperan en términos de calidad, y lo cual satisface plenamente sus necesidades, es el cumplimiento de las siguientes dimensiones, planteadas por el Dr. I. Miyauchi.

- Calidad intrínseca.
- Costo/precio.
- Entrega.
- Seguridad.
- Medio ambiente.
- Moral.

Cada una de estas dimensiones cuenta con procesos que tienen entradas, salidas y variables que las afectan; para tener una mejor idea, observe la figura 2.8.



*Figura 2.8 Representación gráfica de las variables que contribuyen a la variabilidad de un proceso.*

Dado que todas y cada una de las dimensiones antes mencionadas, cuentan con determinados procesos para la obtención de resultados, es conveniente recomendar el uso del CEP, de modo que se apliquen las etapas de medición, análisis, control y mejora a cada uno de los procesos. (Admón., por Calidad Total, Centro de calidad 1996)

### 2.6 Ciclo Planear, Hacer, Verificar, Actuar. (PHVA)

Uno de los propósitos de la empresa, es lograr la satisfacción de las necesidades de los clientes. Para alcanzar esto, se realizan varias etapas bien delimitadas: primero se planea el trabajo para lograr los resultados esperados (*Planear*), luego se ejecuta el trabajo conforme al plan (*Hacer*), después se verifican los resultados obtenidos (*Verificar*), y por último, se actúa según lo indiquen los resultados para resolver los problemas que se hayan presentado o bien para continuar con la ejecución del plan (*Actuar*). Al final, cuando la salida es utilizada por el cliente se obtiene información, la cual indicará si se inicia un nuevo el plan o si se continua con el que ya se tiene establecido.

A este conjunto de etapas (Planear, Hacer, Verificar, Actuar) mostrado en la figura 2.9, se le conoce como el ciclo de control de Shewhart. (La ruta de la calidad y las 7 herramientas básicas, 1996)

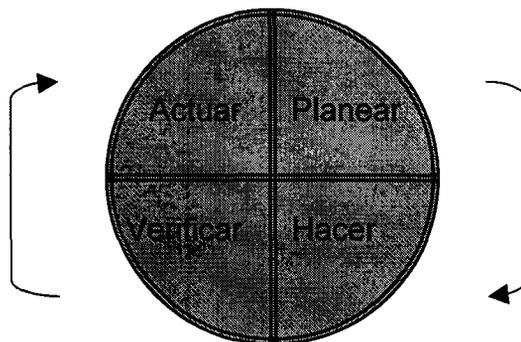
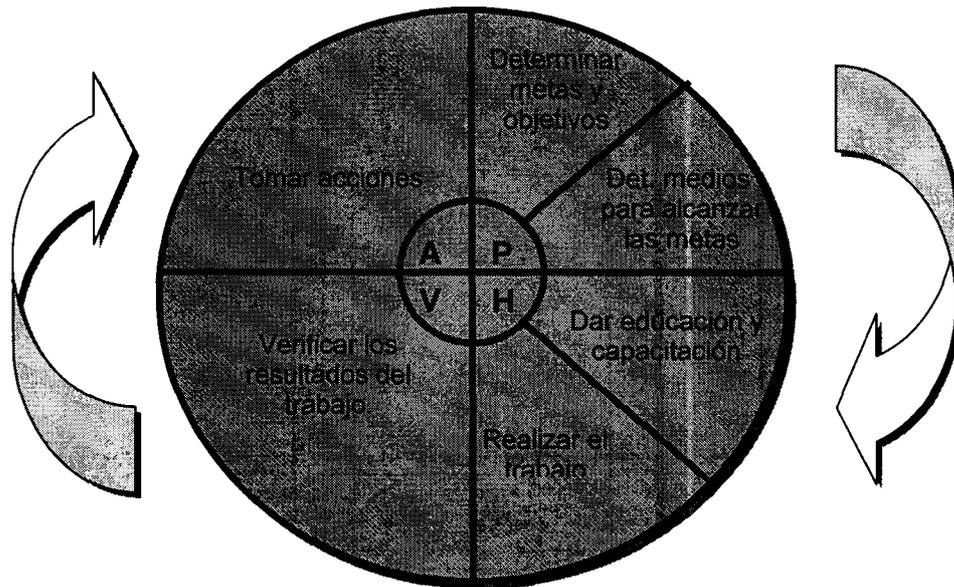


Figura 2.9 Representación gráfica del ciclo PHVA.

En el modelo del ciclo de control del Dr. Ishikawa, *figura 2.10*, la etapa Planear se divide para enfatizar en la definición de los objetivos y metas a lograr, y en los medios que se emplearán para alcanzar las metas; en la etapa Hacer, se resalta la educación y capacitación de las personas que ejecutarán el trabajo y la realización misma del trabajo. (La ruta de la calidad y las 7 herramientas básicas, 1996)



*Figura 2.10 Ciclo de mejora del Dr. Ishikawa.*

Al profundizar en el estudio del ciclo PHVA, el Dr. Miyauchi desarrolló un modelo en el cual se vinculan perfectamente las etapas del ciclo PHVA y el ciclo de control de procesos, *figura 2.11*.

El ciclo inicia en la etapa Planear, que de acuerdo al control de procesos correspondería a las actividades para establecer un determinado nivel de desempeño, también se definen los métodos que permitirán cumplir las metas establecidas.

En la etapa Hacer, se educa y capacita a la gente y se ejecuta el trabajo. Una vez que se ejecutaron las acciones, se verifica que se hayan cumplido las metas. Si se logró el resultado esperado, se entra al subciclo de mantenimiento para mantener dicho resultado. Pero si no se obtuvieron los resultados esperados, se debe comprobar que se realizaron las acciones planeadas, si no se hicieron se deben ejecutar y si se realizaron entonces se deben plantear nuevas acciones. (La ruta de la calidad y las 7 herramientas básicas, 1996)

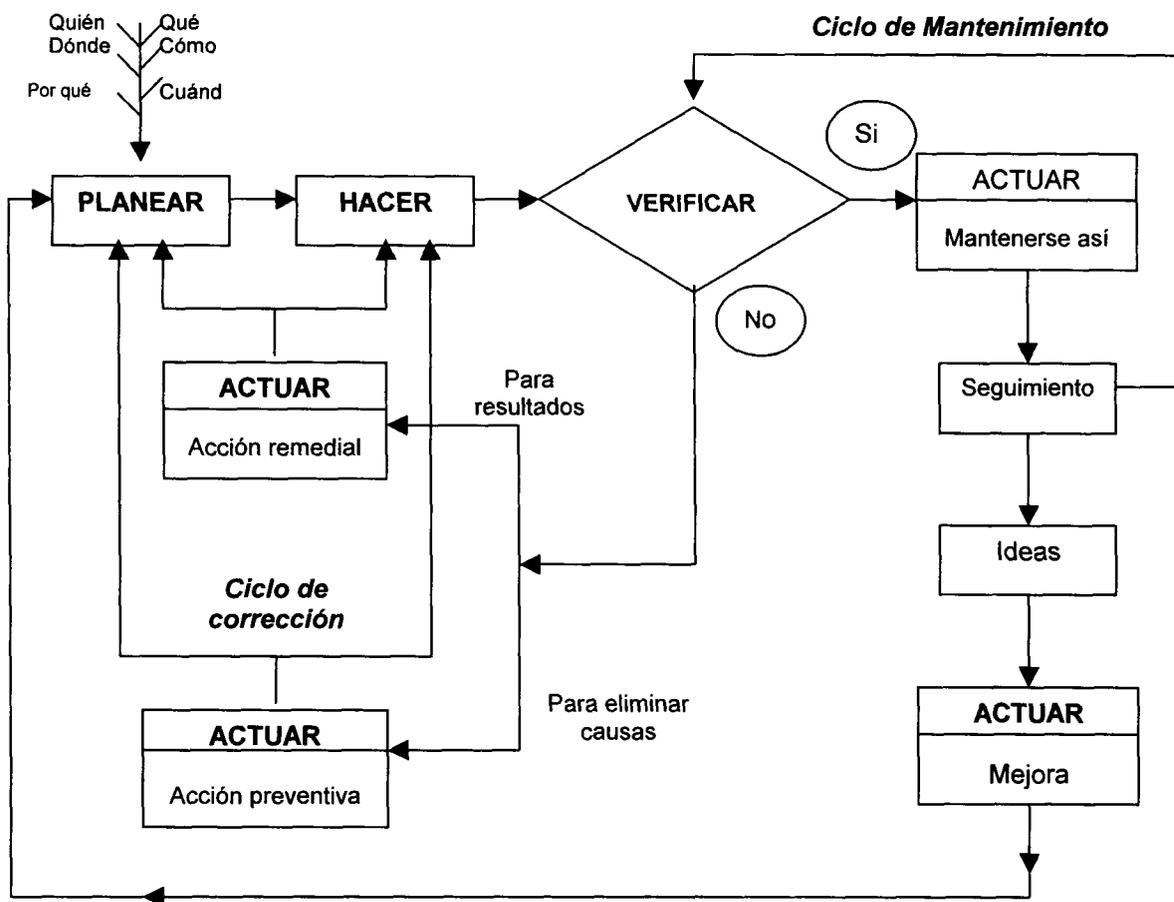


Figura 2.11 Ciclo de mejora del Dr. Miyauchi.

El ciclo PHVA facilita tanto la solución de los problemas como la realización de las mejoras, conduciendo así a lo que se conoce como mejora continua.

No importa de cual forma se ataque el problema, se debe seguir el ciclo PHVA si se quieren lograr buenos resultados.

En la *figura 2.12* se puede observar que el ciclo PHVA se aplica en cualquiera de las actividades del control de procesos, ya sea para mantener un determinado nivel de desempeño, en cuyo caso el ciclo inicia con una etapa de estandarización (S1, S2, y S3) o bien para mejorar el desempeño o regresarlo al nivel que tenía antes de un problema, en cuyo caso el ciclo inicia con una etapa de planeación (P). (La ruta de la calidad y las 7 herramientas básicas, 1996)

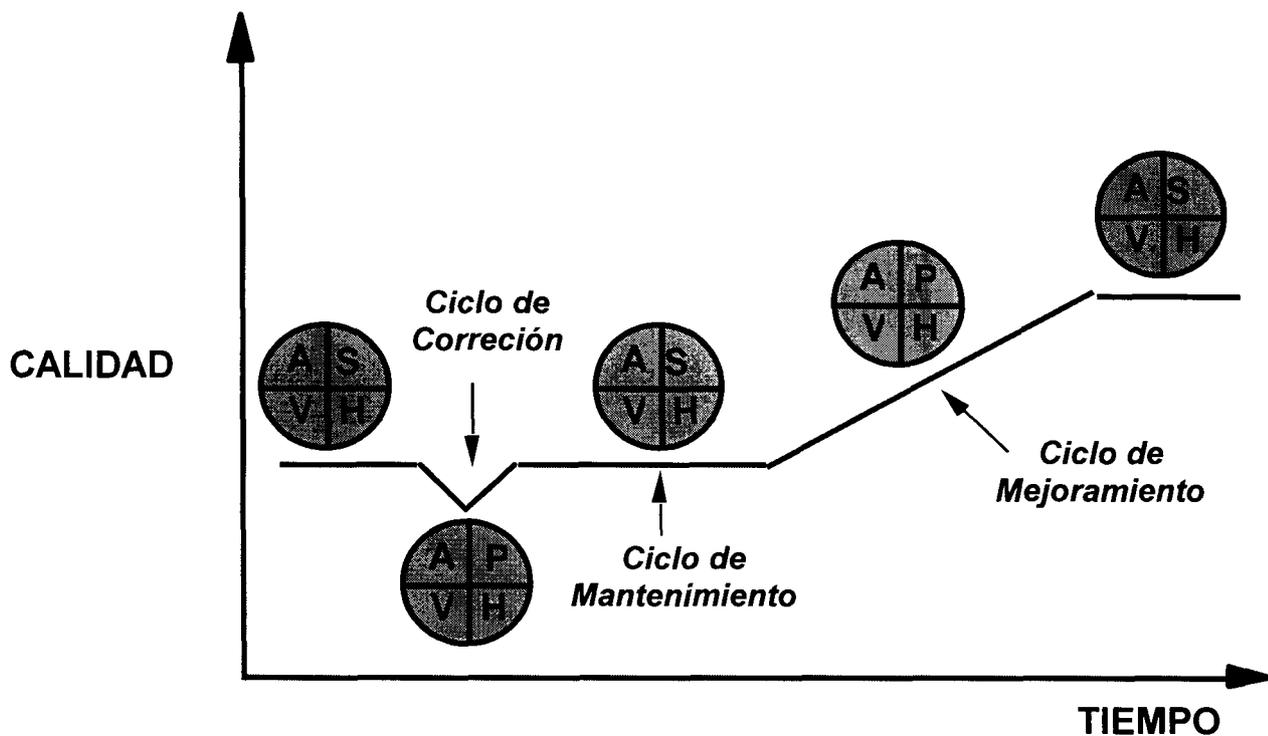


Figura 2.12 Ciclo PHVA aplicado a las actividades del Control de Procesos.

## **2.7 Técnica de Comparación de Patrones de Campbell.**

Se propone utilizar la técnica de comparación de patrones para enlazar los elementos de las teorías bajo estudio.

En un artículo de Campbell (1969) se ilustró este enfoque, primero se mostró como el número anual de muertes en accidentes de tráfico en Connecticut parecía haber disminuido después de aprobarse una ley que limitaba la velocidad a 55 millas por hora. Sin embargo, un análisis más detallado de las cantidades de muertes por accidente de tráfico, cierto número de años antes y después del cambio legal, mostró una fluctuación sin tendencia en lugar de una reducción marcada. Un simple vistazo era lo único que era necesario para ver que el patrón real no mostraba ninguna tendencia, y por lo tanto Campbell concluyó que el cambio en el límite de velocidad no había tenido ningún efecto en el número de muertes por accidente de tráfico.

Lo que Campbell hizo fue describir dos patrones potenciales y luego mostrar los datos que correspondan a un patrón mejor que al otro. Si los dos patrones potenciales son considerados proposiciones rivales, la técnica de comparación de patrones es una manera de relacionar los datos con las proposiciones. (Tamez, 2001)

## Capitulo 3

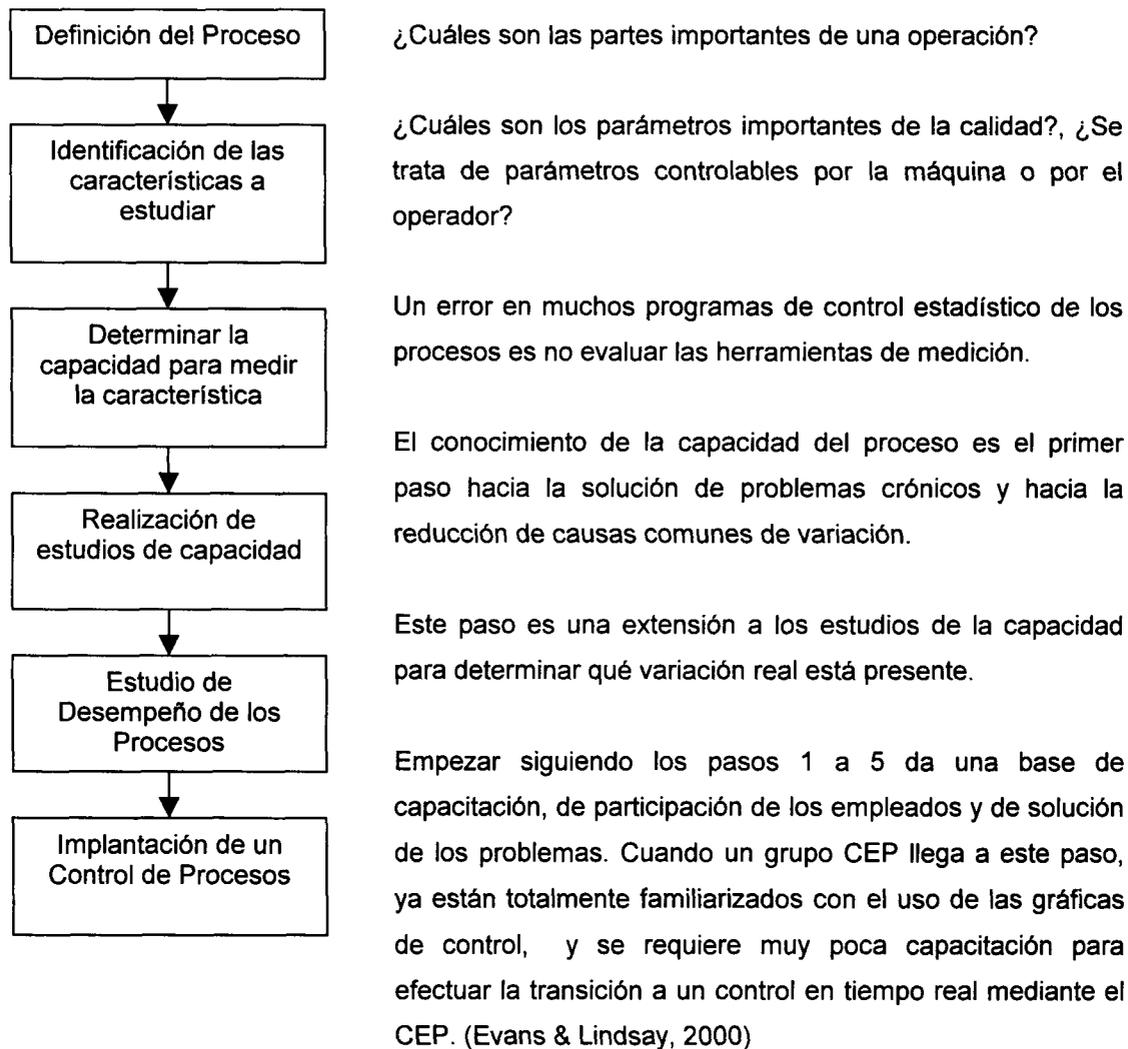
### **Análisis de diversas implantaciones del CEP en empresas mexicanas y propuesta del Modelo de un Sistema CEP Viable.**

Dada la falta de un procedimiento estándar de implantación del CEP, es muy común encontrarse con una variedad muy alta de procesos de implantación, así mismo la variación de los elementos clave que las comprenden suele incrementar más el número de éstas. Podría asegurarse la existencia de un proceso de implantación del CEP por cada empresa, ya que cada una de ellas trata de adaptar los conocimientos previos del CEP a sus recursos y necesidades.

Evans y Lindsay en su libro: Administración y Control de la Calidad, recomiendan 5 elementos clave que requiere una implantación exitosa del CEP:

1. Compromiso de la alta gerencia.
2. Contar con un líder de proyecto.
3. Enfrentar un solo problema a la vez.
4. Instrucción y capacitación a todos los empleados.
5. Evaluar el sistema de indicadores y medición en función a su exactitud, capacidad de repetición, y capacidad de reproducción; antes de implantar un control estadístico de los procesos.

Por otra parte, un comité de la Uniroyal Goodrich Tire Plant en Wayne, Indiana desarrolló un proceso de implantación del CEP en seis pasos. Ver figura 3.1.



*Figura 3.1 Proceso de implantación del CEP de Uniroyal Goodrich Tire Plant; Wayne, Indiana.(Evans & Lindsay, 2000)*

Con el fin de probar la inmensa variedad de procesos de implantación de CEP, se efectuó una recopilación y comparación de diferentes procesos reales del CEP, aplicados por empresas de la localidad.

Esta recopilación consistió, en obtener los procedimientos de implantación del Control Estadístico de quince empresas de diferentes giros, esta información se sustrajo del documento: Control Estadístico del Proceso: experiencias, casos y resultados de su implantación en México (1988).

Posterior a la recolección, se procedió identificar las actividades realizadas por cada una de las empresas bajo estudio y a clasificarlas de acuerdo a las etapas del ciclo de mejora PHVA.

Después se determinó el subsistema del VSM al que apoyaba cada una de las actividades identificadas.

La información se concentró en un formato (*tabla 3.1*), el cual considera los cinco subsistemas del VSM y las cuatro etapas del Ciclo PHVA.

Esta intersección se hizo con el fin de estudiar la aplicación de los subsistemas del VSM en cada una de las etapas del Ciclo PHVA orientado a los elementos del CEP.

<div style="display: flex; justify-content: space-between;"> <span style="font-size: 2em; font-weight: bold;">CEP</span> <span style="font-size: 2em; font-weight: bold;">MSV</span> </div>	Implementación	Coordinación	Control	Inteligencia	Políticas
Planear					
Hacer					
Verificar					
Actuar					

*Tabla 3.1. Formato para la clasificación de procedimientos de implantación del CEP en las empresas estudiadas.*

### **3.1 Recopilación de la información.**

Las empresas de las que se recopiló información fueron:

1. Comisión Federal de Electricidad Zona Metropolitana de Monterrey.
2. Celanese Mexicana, S.A.
3. Metalsa, S.A.
4. Cifunsa, S.A. Negocio Fundición Automotriz.
5. Chrysler de México.
6. Fibras Químicas S.A.
7. Hylsa, División Aceros Planos.
8. Gillette de México y Cía. de C.V.
9. General Motors de México, S.A. de C.V.
10. Vitro Flex, S.A.
11. Magnaval, S.A. de C. V.
12. Gates Rubber de México, S.A. de C.V.
13. Tremec, S.A. de C.V.
14. Grupo Químico Cydsa, Planta Crysel
15. Cementos de Chihuahua S.A. de C.V.

Considerando los elementos declarados como utilizados por cada una de las empresas en sus procesos de implantación del CEP, éstos se clasificaron considerando el ciclo PHVA y los subsistemas del Modelo de Sistema Viable, con esto se logra apreciar la distribución general de los elementos más comunes en las implantaciones del CEP.

La *tabla 3.2* muestra la concentración de las evidencias encontradas en las implantaciones del CEP, realizadas por las empresas estudiadas. Los números dentro de las celdas indican la empresa que utiliza el elemento, (seguir la numeración de la lista anterior).

<b>CEP</b> \ <b>VSM</b>	Implementación	Coordinación	Control	Inteligencia	Políticas
<b>Planear</b>					
Asesoría externa.				1	
Enfoque hacia CTC.				1,3,5,7,8, 9,10,13, 14	
Involucramiento de la alta gerencia.				1,2,3,5,7, 8,9,10	
Involucramiento del sindicato.				1	
Creación de comité o departamento CEP.		4,12,14,15			
Contar con un líder estadístico.	2,6,12				
Conocimiento profundo del CEP.		2			
Contar con una filosofía de calidad.					2
Identificación de variables clave.	1,3,4,6, 7,8,15				
Trabajo en equipo.	5,8,10, 11,13,14				
Sistemas de comunicación e información.		4,5,9,14			
Análisis.		2,4,8,9			
Determinación de la técnica a usar.	3,15				
Desarrollo de planeación.				6,7,8,15	
Validación y aprobación de planes.			7,8		
Estandarización.			10		
Definición de formas y procedimientos de recopilación de datos.	15				
Contar con recursos de ingeniería y de diseño.				14	

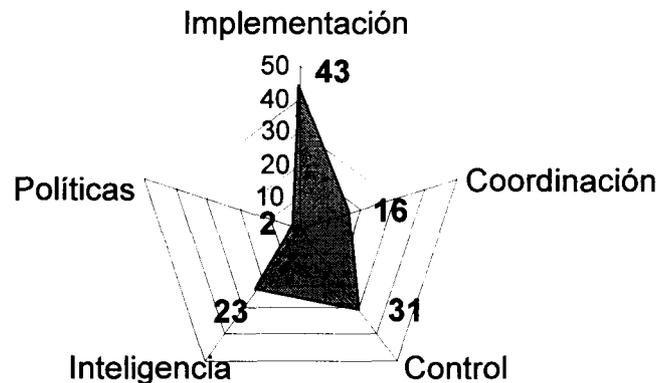
<b>Hacer</b>					
Formación de instructores internos.	3,4,8,10, 13				
Capacitación a todos los niveles.	1,2,3,6,8, 9, 10,12, 13,14,15				
Uso de técnicas estadísticas o 7 herramientas.			1,2,3,4,5, 6, 7,8,9, 10,11,12, 13,14		
Uso de áreas piloto.	7,8,10				
Proyectos individuales del CEP.	14				
<b>Verificar</b>					
Auto auditorias.	2,4,8,12				
Evaluación y apoyo a proveedores.			2,4,5,8		
Implantación o Evaluación de sistemas de medición.			6,8,9		
Evaluación económica.			7		
Evaluación de resultados.			8,10		
Documentación.					14
<b>Actuar</b>					
Implementación del CEP.			15		
Reconocimiento.		4,8,9			
Seguimiento.			5,10,12		

*Tabla 3.2 Concentración de evidencias encontradas en las implantaciones del CEP en las empresas estudiadas.*

### 3.2 Análisis de la información recabada.

Después de concentrar los elementos considerados en las implantaciones del CEP de las empresas bajo estudio, es importante conocer su distribución con respecto a los subsistemas del VSM.

La *figura 3.2* muestra de forma gráfica, la tendencia que se da entre los diferentes elementos del CEP, con respecto a los subsistemas que componen el Modelo de Sistema Viable.



*Figura 3.2 Grado de implantación de los subsistemas del VSM en los procedimientos de implantación del CEP de las empresas estudiadas.*

Claramente se aprecia un marcado desbalance entre los elementos del CEP con respecto a los subsistemas del VSM. Por medio de esta figura podemos darnos cuenta que el CEP en las empresas, no se encuentra bien estructurado, además que se le presta poca importancia a actividades fundamentales, como son la coordinación y la formalización (políticas).

Para considerar la existencia de un Sistema Viable dentro de los elementos del CEP, es necesario un apropiado balance de los mismos con respecto a los subsistemas del VSM.

De la información proporcionada por las empresas analizadas, se encontraron también, algunos de los factores, dificultades o errores que pueden afectar una adecuada implantación del CEP:

- Falta de capacitación y comprensión.
- Resistencia al cambio.
- Representa una mayor carga de trabajo en apariencia.
- Nivel bajo de estudios del personal de línea
- Mala selección de las variables críticas.
- No realizar un llenado adecuado de las gráficas de control.
- Discutir el contenido de las gráficas después de un periodo largo de tiempo.
- No registrar seguimiento.
- Exceso de cartas control.
- No llevar estudios de potencial del proceso.
- Falta de un sistema adecuado de medición.
- Canalizar la responsabilidad a un departamento específico.
- Falta de definición y procedimientos de un programa para la implantación.
- Interpretación errónea de las gráficas de control.
- No considerar a los proveedores en el uso del CEP.

### **3.3 Propuesta del Modelo de Sistema CEP Viable.**

El modelo de sistema que se propone para la implantación y mantenimiento del CEP consta de tres fases: una que diagnostica el estado del sistema CEP actual con que cuenta la empresa, otra que indica la secuencia de pasos generales necesarios para la implantación del CEP y por último, otra que se refiere al aseguramiento y viabilidad del mismo.

Después de realizar el análisis de los elementos del VSM y del CEP basado en el ciclo PHVA, se desarrollaron los elementos que componen la propuesta del Modelo de Sistema CEP Viable. La figura 3.3 representa los elementos que sustentan al Modelo del Sistema CEP Viable.

## Modelo del Sistema CEP Viable.

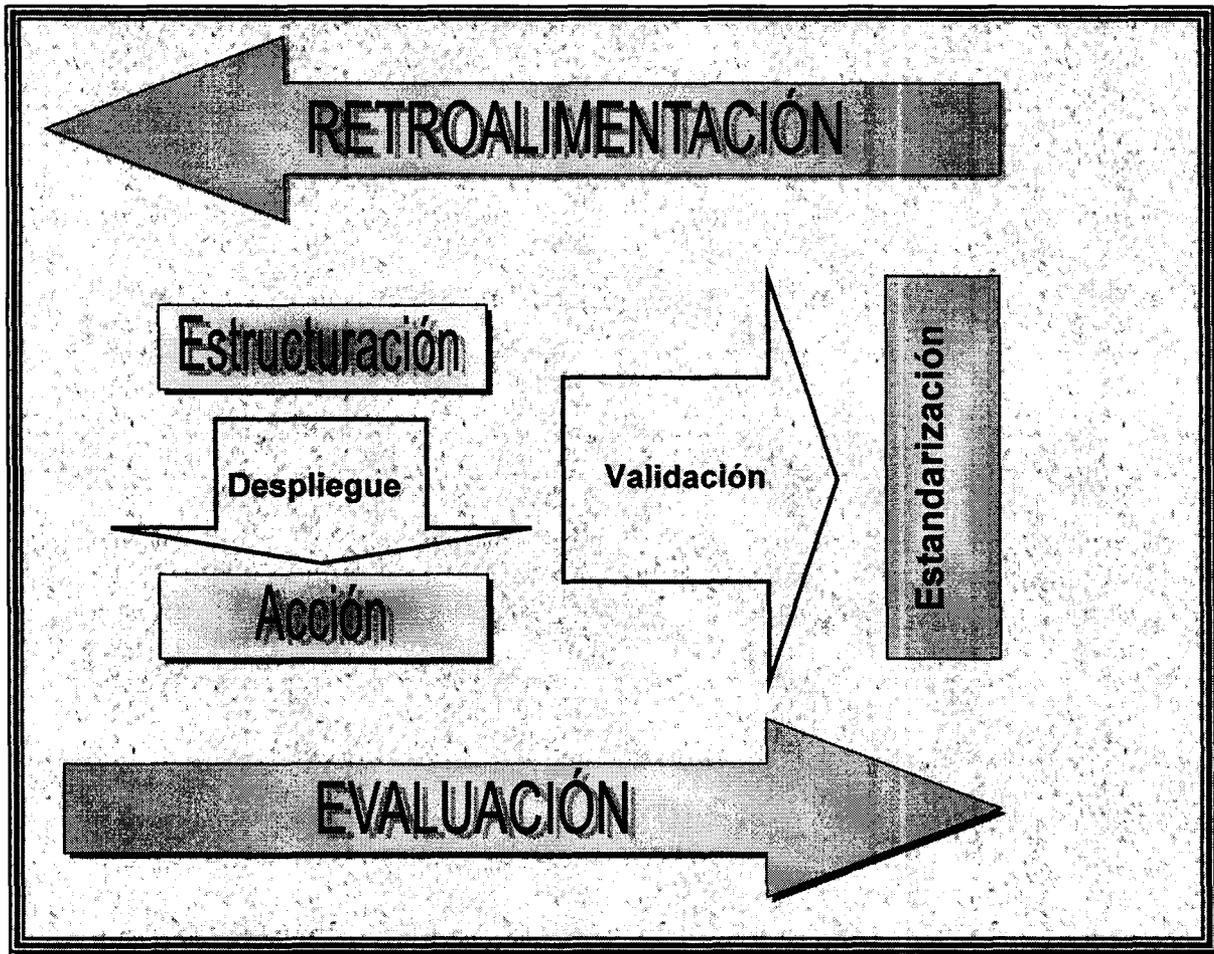


Figura 3.3. Elementos del Modelo del Sistema CEP Viable.

La tabla 3.3 muestra los elementos que se proponen para el Modelo de Sistema CEP Viable, así como la explicación de cada uno de ellos.

**Tabla 3.3 Propuesta y explicación de los elementos del Modelo de Sistema CEP Viable.**

<p><b>Estructuración y Despliegue.</b></p>	<p><b>Objetivo:</b> hacer un análisis del estado actual del sistema, definirlo y delimitarlo.</p> <p><b>Acciones:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Nombrar responsables del sistema.</li> <li>• Evaluación de sistemas de comunicación e información.</li> <li>• Validar y aprobar planes.</li> <li>• Involucramiento de la alta gerencia.</li> <li>• Filosofía de calidad.</li> </ul>	<p><b>Resultados:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Redefinición del organigrama basado en equipos.</li> <li>• Diseño del sistema a desarrollar.</li> <li>• Sistemas confiables.</li> </ul>
<p><b>Acción</b></p>	<p><b>Objetivo:</b> llevar a cabo la implementación y obtener información suficiente y confiable.</p> <p><b>Acciones:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Capacitación a todos los niveles.</li> <li>• Realización de pruebas</li> <li>• Evaluación de la capacidad del sistema planeado.</li> </ul>	<p><b>Resultados:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Detección de oportunidades de mejora.</li> </ul>
<p><b>Evaluación y Validación.</b></p>	<p><b>Objetivo:</b> evaluar los resultados obtenidos y tomar decisiones en base a éstos.</p> <p><b>Acciones:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Auto auditorias de los sistemas.</li> <li>• Evaluación económica.</li> <li>• Validación de los cambios realizados al sistema. <b>(Es necesaria previa estabilidad)</b></li> </ul>	<p><b>Resultados:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Obtención de retroalimentación.</li> <li>• Mejora continua.</li> <li>• Sistemas confiables.</li> </ul>
<p><b>Estandarización y Retroalimentación</b></p>	<p><b>Objetivo:</b> documentar y uniformar la solución elegida.</p> <p><b>Acciones:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Documentación.</li> <li>• Seguimiento.</li> <li>• Reconocimiento de los logros alcanzados.</li> </ul>	<p><b>Resultados:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Mayor confiabilidad.</li> <li>• Reducción de costos.</li> <li>• Decisiones basadas en hechos.</li> </ul>

### **3.4 Fases del Modelo de Sistema CEP Viable.**

#### **Diagnóstico.**

Para desarrollar esta fase es necesario aplicar el cuestionario que se muestra en el anexo B. El cual consta de 38 preguntas, mismas que se encuentran enfocadas a obtener las respuestas necesarias para cada una de las celdas de la matriz de la fase de aseguramiento y viabilidad.

La finalidad del uso de esta herramienta, es determinar la situación actual del sistema CEP de la empresa, así como también, mostrar las fortalezas y debilidades con que cuenta dicho sistema.

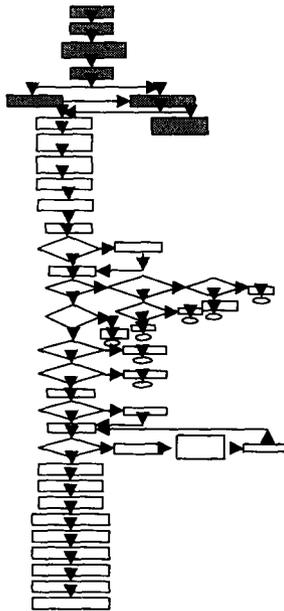
#### **Implantación.**

Mediante esta fase se da a conocer el orden de los pasos para implantar correctamente un sistema CEP Viable.

Antes de su aplicación es necesario realizar la etapa de diagnóstico, ya que ésta indicará cuales partes del diagrama de flujo serán necesarias realizar.

Para explicar de mejor forma las actividades del diagrama de flujo, será necesario agruparlas de acuerdo a los elementos que conforman la propuesta de Sistema CEP Viable y analizar cada una de ellas por separado.

A continuación se muestran cuatro figuras, las cuales ilustran las etapas del modelo. Posteriormente se podrá observar el diagrama completo y detallando cada una de las actividades a realizar (Ver figura 3.4, página 50)



### **Estructuración y Despliegue.**

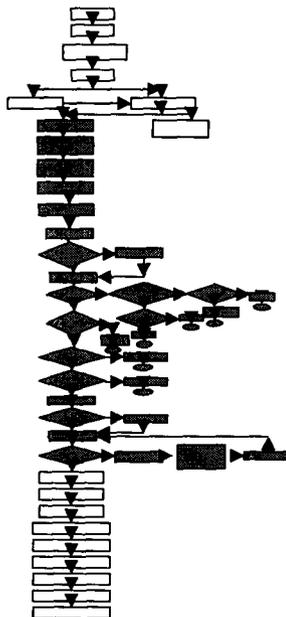
Durante el desarrollo de esta etapa se pretende hacer un análisis del estado actual del sistema que se tiene, definirlo y delimitarlo.

El primer paso es revisar si las políticas de la empresa se encuentran alineadas con el enfoque del CTC, ya que esta es la base en la cual se apoya la mejora continua.

Posteriormente, es necesario que se asegure el contar con el apoyo y compromiso de los altos mandos, para así eliminar las posibilidades de dejar truchos los proyectos.

Es recomendable contar con un líder que posea suficiente autoridad en la compañía y que además tenga conocimientos avanzados del CEP.

Por último debe ser conformado un equipo multidisciplinario, el cual este encargado del desarrollo y la implantación paulatina del Sistema CEP Viable.

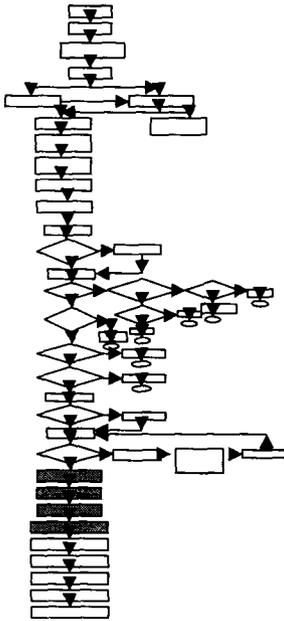


### **Acción.**

En esta etapa se pretende realizar la formación y capacitación formal de las personas que estarán involucradas directa e indirectamente con la implantación del sistema CEP Viable.

Se hará también la evaluación y selección del área que se utilizará como piloto para la implantación del sistema, así como la identificación y definición del problema que se atacará.

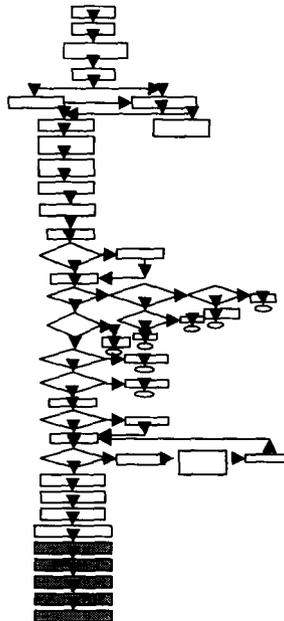
Posteriormente, se lleva a cabo la implantación del CEP siguiendo los lineamientos expuestos en el diagrama de flujo.



**Evaluación y Validación.**

Durante el desarrollo de esta etapa se llevarán a cabo análisis y evaluaciones tanto de la información recabada, como de los resultados técnicos y económicos.

También se recomienda el desarrollar un plan de auto auditorias, con el fin de conocer e identificar el avance de la implantación del sistema y sus áreas de oportunidad durante la implantación.



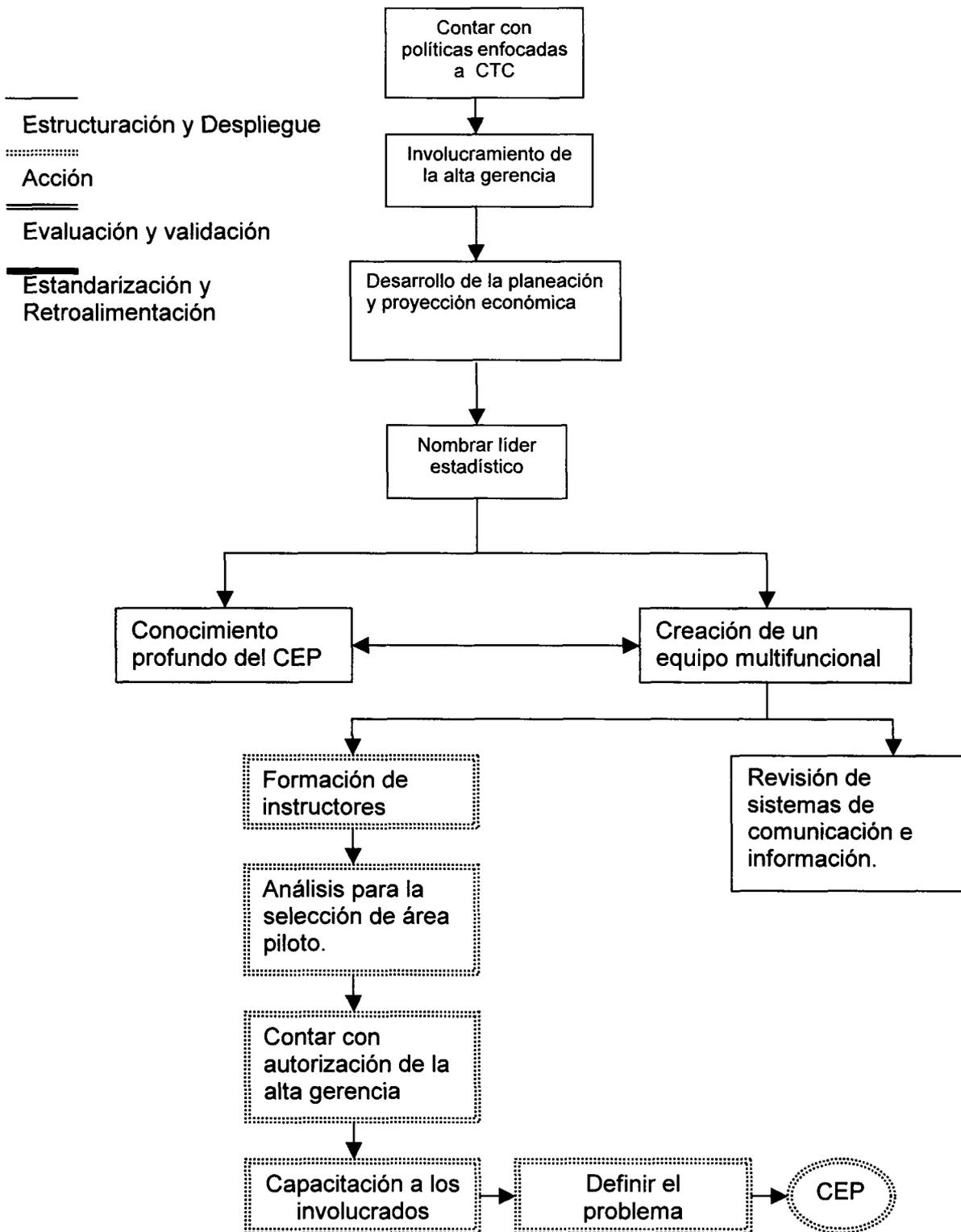
**Estandarización y Retroalimentación.**

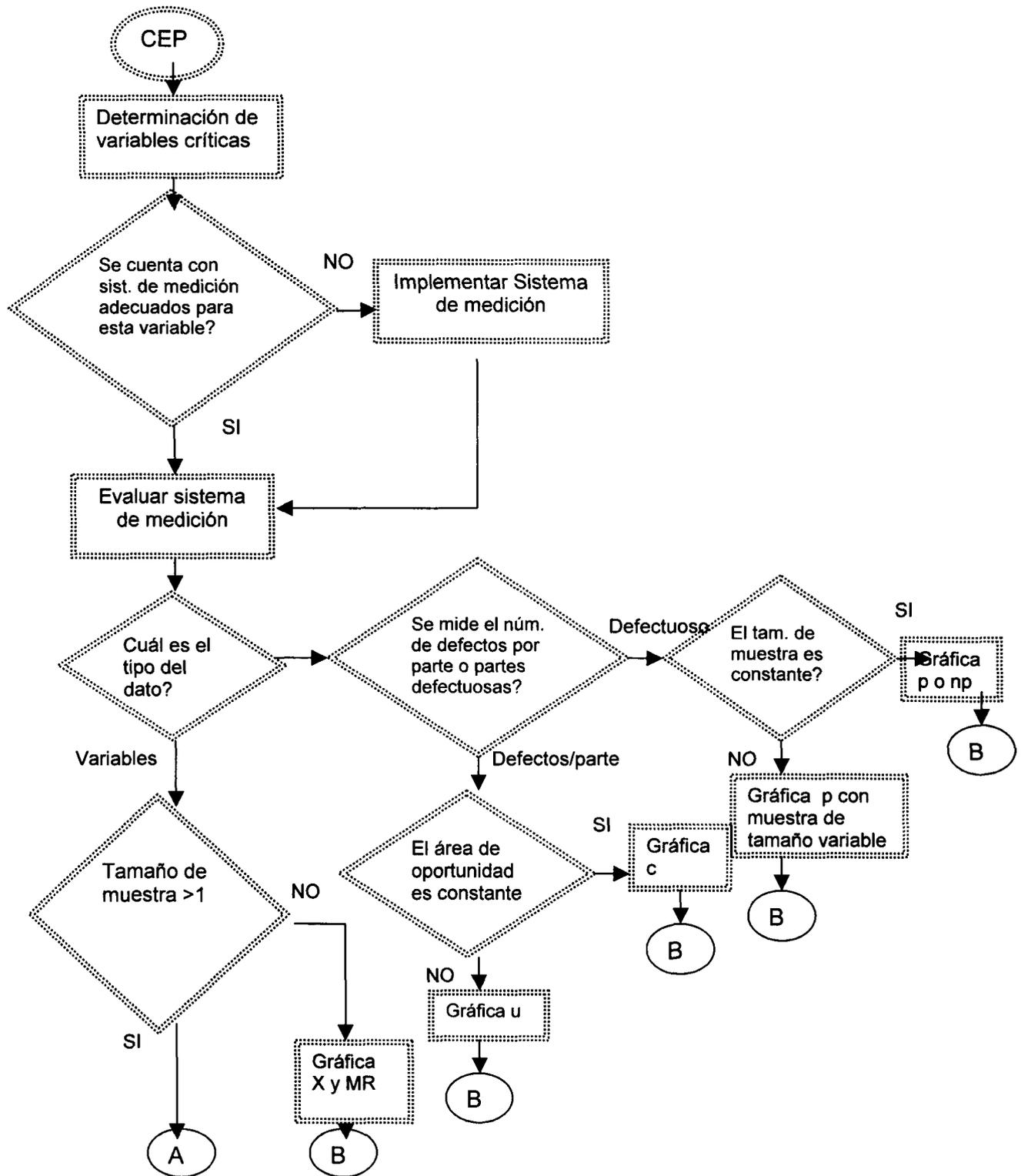
En la última etapa del Sistema CEP Viable se recomienda desarrollar un sistema de estandarización de los cambios realizados, llevar una adecuada documentación con el fin de evitar confusiones referentes a los cambios hechos.

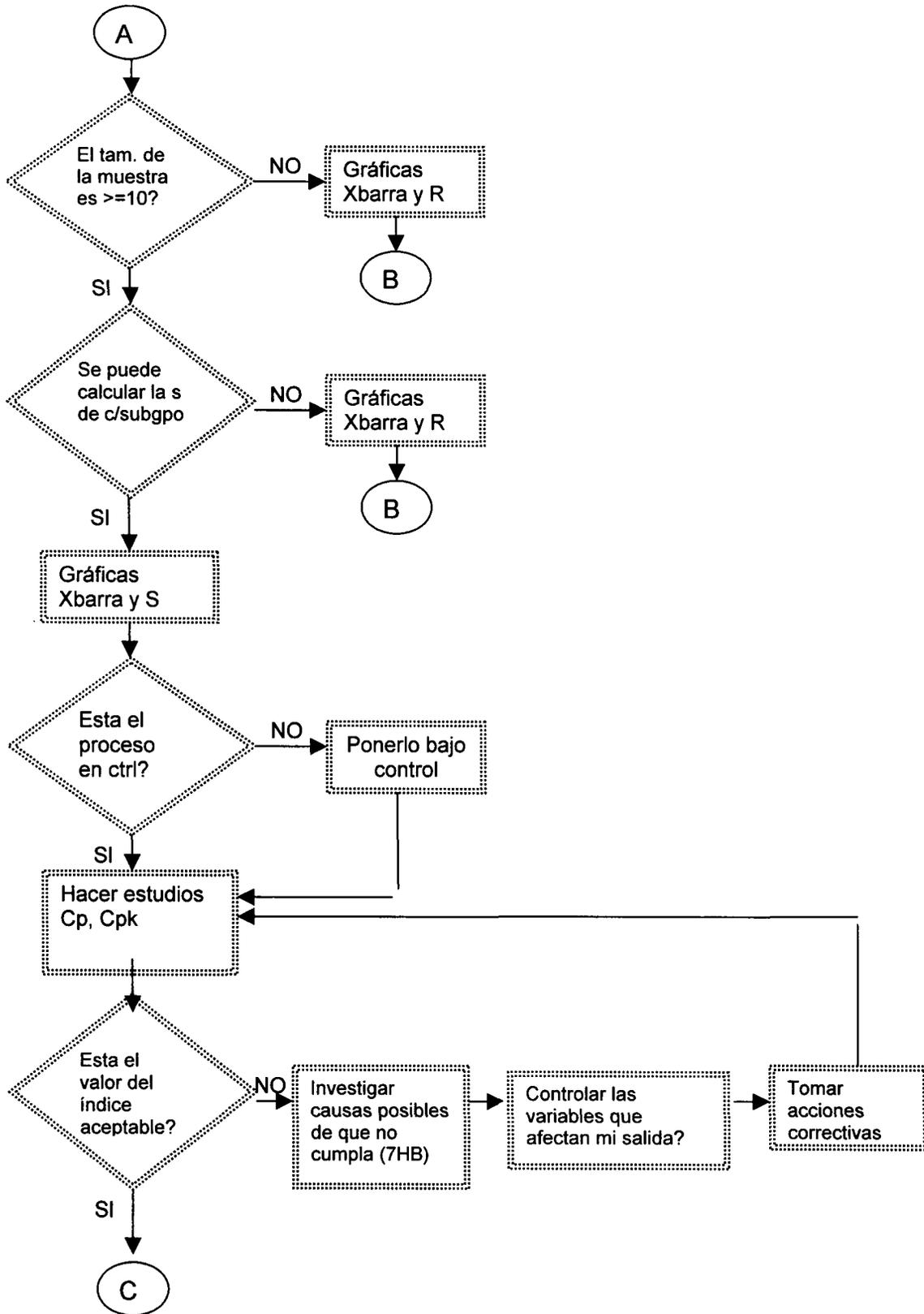
También se considera importante llevar una buena comunicación con todos los niveles involucrados, ya que esto permitirá dar y recibir retroalimentación a 360°.

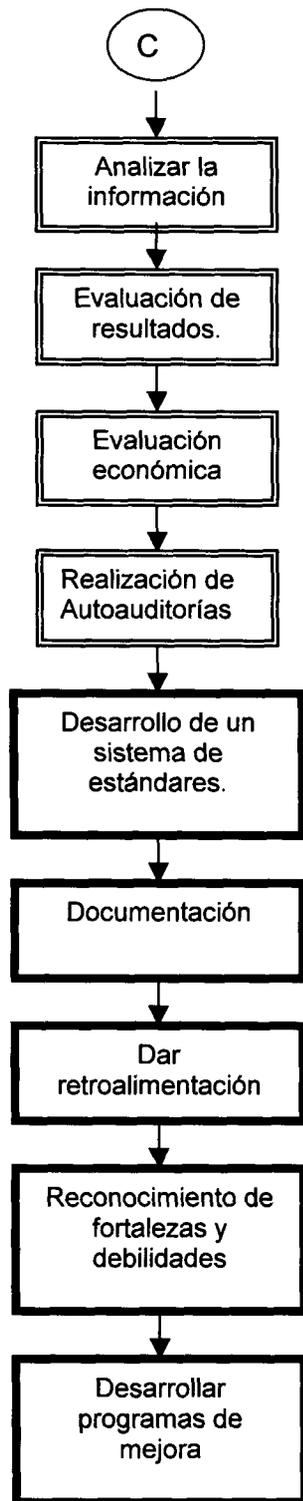
Lo anterior permitirá formar las bases necesarias para desarrollar programas de mejora continua apoyados en el Sistema CEP Viable.

Figura 3.4 Diagrama de Flujo para la implantación del Sistema CEP Viable.









### **Aseguramiento y Viabilidad.**

En base al conocimiento que se tiene de los subsistemas del VSM y de los elementos del CEP basados en las etapas del Ciclo PHVA, se pretende encontrar una combinación de ambas aplicaciones, a manera de encontrar nuevos elementos del CEP que sustenten su exitosa implantación y mantenimiento. Para lograr lo anterior, fue necesario diseñar una matriz, la cual concentre los diferentes elementos de cada una de las teorías, y además proponga nuevos elementos, resultantes de la combinación de los anteriores.

#### **Matriz de relaciones entre elementos del CEP & subsistemas del VSM.**

El propósito de la matriz (*tabla 3.4*), es definir los elementos híbridos resultantes de la combinación de los subsistemas del VSM con los elementos del CEP basado en las etapas del Ciclo PHVA. Se pretende que estos elementos sean la base para la elaboración de la propuesta del Modelo del Sistema CEP Viable.

Al contar con elementos que consideran a los subsistemas del VSM en cada una de las etapas del ciclo PHVA aplicado al CEP, se puede asegurar un sistema viable dentro de cada una de las etapas del Modelo CEP que se propondrá más adelante, de tal modo que también se asegura su perdurabilidad a través del tiempo.

#### **Matriz de actividades mínimas necesarias para asegurar la presencia del VSM en los elementos del CEP basado en el Ciclo PHVA.**

La *tabla 3.5* muestra la concentración de algunas de las actividades mínimas necesarias para asegurar la existencia de un sistema Viable en cada una de las etapas del ciclo PHVA orientado al CEP, esta matriz también es útil para la realización del diagnóstico de los procesos de implantación del CEP.

La forma en la cual se realiza un diagnóstico de los procesos de implantación del CEP con esta matriz, es otorgando un valor de 5 puntos a cada una de las celdas, dando un total por fila de 25 puntos y un gran total de 100 puntos.

Dado que cada celda cuenta con diferentes cantidades de actividades, es necesario ponderar el valor de cada una de estas con el fin de obtener la puntuación merecida. El total de puntos asignados, representa el porcentaje de utilización del Modelo de Sistema CEP Viable.

Para poder considerar que existe un VSM en cada una de las etapas del CEP, basado en el ciclo PHVA, será necesario que cada una de las cinco celdas de cada etapa cuente con al menos 3 puntos. Esto es, la suma de los puntos por cada etapa debe dar un mínimo de 15 puntos, distribuidos balanceadamente entre todos los subsistemas que componen la etapa en cuestión.

#### **Matriz de evidencias encontradas en las empresas bajo estudio.**

La *tabla 3.6* concentra las evidencias encontradas en las empresas que utilizaron algunas de las actividades mencionadas en las celdas de la *tabla 3.5*.

Los incisos representan la actividad recomendada previamente en la *tabla 3.5*, los números indican la empresa que utilizó la actividad del inciso en el que se encuentra. (Seguir la numeración de la lista de empresas que se presenta en la parte de recopilación de información).

Las celdas que se encuentran vacías, muestran la ausencia de actividades que respalden la existencia de los subsistemas del VSM en los procedimientos de implantación del CEP en las empresas estudiadas.

**Tabla 3.4. Relaciones entre elementos del CEP & subsistemas del VSM.**

VSM  CEP Basado en el ciclo PHVA		Implementación	Coordinación	Control	Inteligencia	Políticas
		Las actividades primarias son responsables de producir los productos o servicios implícitos en la entidad de la organización.	Necesaria entre las funciones que agregan valor y entre las actividades primarias.	Responsable de la estabilidad interna de la organización.	Es un enlace entre las actividades primarias y su ambiente externo, se enfoca en el futuro, le concierne planear.	Considera el propósito o identidad de la organización y es responsable de la dirección del sistema completo.
Planear	Estudiar la situación actual, reunir información y planear la mejora. Definición de procedimientos estándar, desarrollar soluciones	Refleja los resultados del resto de los subsistemas. Es la planeación bien fundamentada del desarrollo del proyecto.	Representa el manejo de la comunicación e información con que se cuenta, para el desarrollo de sist. Que soporten a la planeación.	Determinar un sistema y herramientas que validen y estandaricen planes y procedimientos.	Se refiere al aprovechamiento que se hace del ambiente externo para planear el despliegue interno.	Es la parte en la que se declaran las directrices de la planeación del sistema.
Hacer	Poner a prueba el plan para evaluar la solución y brindar datos objetivos. Educación y capacitación.	En esta etapa se realizan pruebas de la planeación, con el fin de observar el comportamiento y detectar oportunidades de mejora.	Probar que los sistemas de comunicación sean abiertos y confiables, con el fin de detectar las fallas oportunamente.	Hacer uso de técnicas y herramientas que evalúen la capacidad del sistema planeado.	Utilizar de forma práctica los resultados obtenidos de las pruebas realizadas y de la experiencia adquirida.	Evaluación de la aplicabilidad de las directrices desplegadas.
Verificar	Determinar si durante el ensayo el plan funciona correctamente o si se han encontrado problemas y oportunidades adicionales.	Utilizar mecanismos capaces de medir el grado de implementación del sistema.	Contar con DB de los resultados de las mediciones obtenidas, de manera que permitan tomar decisiones de forma oportuna.	Monitorear y evaluar constantemente los avances, problemas y oportunidades que se presentan durante las pruebas previas a la implementación definitiva del sistema.	Retroalimentación de los resultados obtenidos durante las pruebas.	Responsable del seguimiento previamente aprobado y establecido.
Actuar	Poner en práctica el plan final y convertir las mejoras en normas y ponerlas en práctica de manera continua.	Implementación del plan corregido y estandarizado, sin descuidar el ciclo PHVA.	Contar con SI y comunicación bien estandarizados e implementados en todos los niveles.	Dar seguimiento al sistema corregido y establecimiento de mecanismos que permitan tomar acciones preventivas fácil y rápido.	Se refiere a la toma de decisiones en relación con la información recabada.	Responsable de formalizar y realinear las políticas con respecto a los nuevos procedimientos.

**Tabla 3.5. Actividades mínimas necesarias para asegurar la presencia del VSM en los elementos del CEP basado en el Ciclo PHVA.**

VSM  CEP Basado en el ciclo PHVA		Implementación	Coordinación	Control	Inteligencia	Políticas
		Las actividades primarias son responsables de producir los productos o servicios implícitos en la entidad de la organización.	Necesaria entre las funciones que agregan valor y entre las actividades primarias.	Responsable de la estabilidad interna de la organización.	Es un enlace entre las actividades primarias y su ambiente externo, se enfoca en el futuro, le concierne planear.	Considera el propósito o identidad de la organización y es responsable de la dirección del sistema completo.
Planear	Estudiar la situación actual, reunir información y planear la mejora. Definición de procedimientos estándar, desarrollar soluciones	a) Contar con un líder estadístico. b) Identificación de variables clave y técnica a usar. c) Trabajo en equipo. d) Identificar causa – raíz. e) Establecer proc. de impl.	a) Departamento que coordine el CEP. b) Desarrollo de buenos sist. de comunicación e información. c) Análisis de la información	a) Validación y aprobación de planes. b) Análisis de sistemas de medición. c) Determinación del tipo de gráfico y FREC. Y tamaño de la muestra. d) Desarrollar cronog. de trab.	a) Contar con un enfoque de calidad. b) Involucramiento de la gerencia. c) Contar con asesoría externa. d) Desarrollar planeación. e) Selección de proyecto.	a) Contar con filosofía que refleje calidad. b) Contar con políticas enfocadas a CTC.
	Poner a prueba el plan para evaluar la solución y brindar datos objetivos. Educación y capacitación.	a) Formación de instructores. b) Capacitación a todos ,lo niveles. c) Uso de áreas piloto. d) Proyectos individuales.	a) Determinar la confiabilidad de los sist. de comunicación e información	a) Uso de técnicas estadísticas. b) Índices de capacidad de procesos. c) Desarrollo de proveedores	a) Planteamiento de metas.	a) Verificar la alineación del sistema con las políticas establecidas.
	Determinar si durante el ensayo el plan funciona correctamente o si se han encontrado problemas y oportunidades adicionales.	a) Realizar auto auditorias. b) Verificar si aún existe el problema. c) Evaluar inf. obtenida de pruebas.	a) Análisis del comportamiento de las áreas piloto	a) Evaluación y apoyo a proveedores. b) Implantación o evaluación de sistemas de medición. c) Evaluación económica.	a) Evaluación de resultados.	a) Contar con políticas que aseguren el seguimiento de la implantación del sistema.
	Poner en práctica el plan final y convertir las mejoras en normas y ponerlas en práctica de manera continua.	a) Implantación del sistema b) Modificar los estándares necesarios. c) Preparar reporte final.	a) Dar reconocimiento. b) Motivación a la mejora continua.	a) Dar seguimiento. b) Establecer un sistema de monitoreo.	a) Determinar si es necesario seguir trabajando sobre el mismo problema. b) Determ. prob. existentes.	a) Documentar.

**Tabla 3.6 Evidencias encontradas en las empresas bajo estudio.**

VSM  CEP Basado en el ciclo PHVA		Implementación	Coordinación	Control	Inteligencia	Políticas
		Las actividades primarias son responsables de producir los productos o servicios implícitos en la entidad de la organización.	Necesaria entre las funciones que agregan valor y entre las actividades primarias.	Responsable de la estabilidad interna de la organización.	Es un enlace entre las actividades primarias y su ambiente externo, se enfoca en el futuro, le concierne planear.	Considera el propósito o identidad de la organización y es responsable de la dirección del sistema completo.
Planear	Estudiar la situación actual, reunir información y planear la mejora. Definición de procedimientos estándar, desarrollar soluciones	a) 2, 6, 12 b) 1,3,4,6,7,8,15 c) 5,8,10,11,13,14	a) 4,12,14,15 b) 4,5,9,14 c) 2,4,8,9	a) 7,8 c) 15	a)1,3,5,7,8,9,10,13,14 b) 1,2,3,5,7,8,9,10 c) 1 d) 6,7,8,15	a) 2
Hacer	Poner a prueba el plan para evaluar la solución y brindar datos objetivos. Educación y capacitación.	a) 3,4,8,10,13 b)1,2,3,6,8,9,10,12,13 14,15 c) 7,8,10 d) 14		a) 1,2,3,4,5,6,7,8, 9,10,11,12,13,14		
Verificar	Determinar si durante el ensayo el plan funciona correctamente o si se han encontrado problemas y oportunidades adicionales.	a) 2,4,8,12		a) 2,4,5,8 b) 6,8,9 c) 7	a) 8,10	
Actuar	Poner en práctica el plan final y convertir las mejoras en normas y ponerlas en práctica de manera continua.	a) 15	a) 4,8,9	a) 5,10,12		a) 14

## Capitulo 4

### **Validación del Modelo de Sistema CEP Viable.**

Por cuestiones de tiempo, no es posible realizar las tres fases del modelo propuesto, por lo que para llevar a cabo la validación del modelo propuesto, fue necesario aplicar la herramienta de diagnóstico a dos empresas que hacen uso del Control Estadístico de Procesos, y de esta manera comprobar la capacidad y confiabilidad de la herramienta.

El propósito principal de este diagnóstico es proporcionar a las empresas beneficios tales como:

- Ayudar a la empresa a determinar la situación actual de su sistema CEP.
- Establecer comparaciones con el modelo propuesto.
- Conocer las fortalezas y debilidades del sistema con el que cuentan.

Además se busca comprobar que la información obtenida con esta herramienta, coincide con las debilidades y dificultades que se presentan por la falta de un sistema CEP bien implantado y asegurado.

El procedimiento que se siguió para evaluar a las empresas, fue el que se lista a continuación:

1. Elaboración de la herramienta de diagnóstico.
2. Identificar las empresas a las que se les haría el diagnóstico.
3. Contactar a las personas que brindarían la información.
4. Realización de entrevistas al personal contactado.
5. Clasificar en una matriz, las evidencias obtenidas con la herramienta de diagnóstico.
6. Asignar calificaciones ponderadas a cada una de las celdas de la matriz.
7. Evaluar el actual sistema CEP con el que cuenta la empresa respecto al modelo propuesto.

1. Elaboración de la herramienta de diagnóstico.

Para llevar a cabo la recolección de la información, se diseñó un cuestionario, el cual trata de obtener las actividades que realiza la empresa con respecto al uso del CEP. El cuestionario se presenta en el anexo B.

2. Identificar las empresas a las que se les haría el diagnóstico.

Las características de las empresas a las que se les realizó el diagnóstico se muestran a continuación:

- Que hagan uso de Control Estadístico de Procesos.
- Que tengan más de 1000 empleados.
- Que se encuentren certificadas en QS 9000 o norma afín.

Esta sección esta sujeta a las políticas de confidencialidad del ITESM según se establecen en el Reglamento y Procedimiento para la Ejecución de la Tesis y el Examen de Grado en los Programas de Maestría en Ciencias.

Por requerimiento de confidencialidad no se pueden mencionar los nombres de las empresas que proporcionaron la información, sin embargo, se darán a conocer los giros empresariales a los que éstas pertenecen, siendo éstos, el giro electrónico y el giro automotriz.

3. Contactar a las personas que brindarían la información.

Las personas que brindaron la información necesaria para contestar la herramienta de diagnóstico, son las personas responsables de administrar y coordinar el sistema CEP de cada una de las empresas.

En el caso de la empresa de giro electrónico, la información fue proporcionada por el Ing. Gerardo Perales M., y para el caso de la empresa de giro automotriz, la persona que proporcionó la información, fue el ing. Juan Fernando Velázquez.

4. Realización de entrevistas al personal contactado.

Se aplicó la herramienta a cada una de las personas mencionadas anteriormente.

5. Clasificar las evidencias obtenidas con la herramienta de diagnóstico.

El siguiente paso fue clasificar la información obtenida con la herramienta de diagnóstico, para esto se utilizó el formato de la matriz 3.2.

6. Asignar calificaciones ponderadas a cada una de las celdas de la matriz.

**Tabla 4.1 Evidencias encontradas en el diagnóstico realizado a una empresa del giro electrónico.**

VSM CEP Basado en El ciclo PHVA		Implementación	Coordinación	Control	Inteligencia	Políticas
		Las actividades primarias son responsables de producir los productos o servicios implícitos en la entidad de la organización.	Necesaria entre las funciones que agregan valor y entre las actividades primarias.	Responsable de la estabilidad interna de la organización.	Es un enlace entre las actividades primarias y su ambiente externo, se enfoca en el futuro, le concierne planear.	Considera el propósito o identidad de la organización y es responsable de la dirección del sistema completo.
Planear	Estudiar la situación actual, reunir información y planear la mejora. Definición de procedimientos estándar, desarrollar soluciones	a) Contar con un líder estadístico. b) Identificación de variables clave y técnica a usar. c) Trabajo en equipo. <b>3</b>	b) Desarrollo de buenos sistemas de comunicación e información. c) Análisis de la información <b>3</b>	a) Aprobación de planes. b) Vigilancia de sistemas de medición. c) Determinación del tipo de gráfico y frecuencia y tamaño de la muestra. <b>4</b>	a) Comprometidos con la calidad. b) Involucramiento de todos los niveles de la empresa. <b>2</b>	a) Su filosofía refleja calidad. <b>2</b>
Hacer	Poner a prueba el plan para evaluar la solución y brindar datos objetivos. Educación y capacitación.	a) Formación de instructores b) Capacitación a todos los niveles. d) Proyectos individuales. <b>3</b>	a) Bases de datos concentran la información. <b>5</b>	a) Uso de técnicas estadísticas. b) Índices de capacidad de procesos. c) Trabajo en conjunto con proveedores. <b>4</b>	a) Planteamiento de metas. <b>5</b>	<b>0</b>
Verificar	Determinar si durante el ensayo el plan funciona correctamente o si se han encontrado problemas y oportunidades adicionales.	a) Auto auditorias. <b>3</b>	a) Análisis de resultados de los proyectos. <b>5</b>	a) Evaluación y apoyo a proveedores. b) Evaluación de sistemas de medición. c) Evaluación económica. <b>4</b>	a) Evaluación de resultados. <b>5</b>	<b>0</b>
Actuar	Poner en práctica el plan final y convertir las mejoras en normas y ponerlas en práctica de manera continua.	a) Implantación del sistema por voluntad propia. b) Modificación de estándares necesarios. <b>3</b>	a) Otorgan reconocimiento en producción a nivel operativo. <b>5</b> b) Motivación a mejora cont.	a) Tienen continuo seguimiento. <b>2.5</b>	<b>0</b>	a) Documentan todas las modificaciones. <b>5</b>

**Total = 63.5 puntos**

**Tabla 4.2 Evidencias encontradas en el diagnóstico realizado a una empresa del giro automotriz.**

VSM CEP Basado en El ciclo PHVA		Implementación	Coordinación	Control	Inteligencia	Políticas
		Las actividades primarias son responsables de producir los productos o servicios implícitos en la entidad de la organización.	Necesaria entre las funciones que agregan valor y entre las actividades primarias.	Responsable de la estabilidad interna de la organización.	Es un enlace entre las actividades primarias y su ambiente externo, se enfoca en el futuro, le concierne planear.	Considera el propósito o identidad de la organización y es responsable de la dirección del sistema completo.
Planear	Estudiar la situación actual, reunir información y planear la mejora. Definición de procedimientos estándar, desarrollar soluciones	a) Cuentan con un líder estadístico. b) Identificación de variables clave y técnica a usar. c) Trabajo en equipo. <b>3</b>	a) Cuentan con un departamento CEP. c) Análisis de la información <b>3</b>	c) Análisis de sistemas de medición. d) Determinación del tipo de gráfico, frec. y tamaño de la muestra. <b>2.5</b>	a) Enfoque hacia la calidad. b) Involucramiento de la gerencia. c) Contar con asesoría externa. <b>3</b>	a) Su filosofía refleja calidad. b) Políticas enfocadas a la calidad. <b>5</b>
Hacer	Poner a prueba el plan para evaluar la solución y brindar datos objetivos. Educación y capacitación.	b) Capacitación a ciertos niveles. c) Uso de áreas piloto. <b>2.5</b>	<b>0</b>	a) Uso de técnicas estadísticas. b) Índices de capacidad de procesos. <b>2.5</b>	<b>0</b>	<b>0</b>
Verificar	Determinar si durante el ensayo el plan funciona correctamente o si se han encontrado problemas y oportunidades adicionales.	a) Analizan información. <b>2.5</b>	a) Análisis del comportamiento de las áreas piloto <b>5</b>	a) Evaluación de proveedores. <b>1.5</b>	a) Evaluación de resultados. <b>5</b>	<b>0</b>
Actuar	Poner en práctica el plan final y convertir las mejoras en normas y ponerlas en práctica de manera continua.	a) Implantación del sistema según requerimientos del cliente. <b>2</b>	<b>0</b>	a) Dan seguimiento. <b>2.5</b>	<b>0</b>	a) Documentan por requerimiento. <b>5</b>

**Total = 45 puntos**

7. Evaluar el actual sistema CEP con el que cuenta la empresa respecto al modelo propuesto.

De acuerdo a Beer, *“todo sistema viable contiene y esta contenido en un sistema viable”*, bajo esta premisa, se procedió a evaluar los resultados obtenidos por cada una de las empresas bajo estudio.

La evaluación consistió en determinar si la empresa cuenta o no, con un VSM en cada una de las etapas del ciclo PHVA aplicado al CEP.

La información que se muestra a continuación, pertenece a la empresa de giro electrónico. Los resultados de la tabla 4.1 (*sistema CEP con el que cuenta la empresa*) se encuentran representados por la calificación asignada con la herramienta de diagnóstico para cada una de las etapas del ciclo PHVA, (ver tabla 4.3).

	<b>Implementación</b>	<b>Coordinación</b>	<b>Control</b>	<b>Inteligencia</b>	<b>Políticas</b>	<b>TOTAL</b>
<b>Planear</b>	3	3	4	2	2	<b>14</b>
<b>Hacer</b>	3	5	4	5	0	<b>17</b>
<b>Verificar</b>	3	5	4	5	0	<b>17</b>
<b>Actuar</b>	3	5	2.5	0	5	<b>15.5</b>

*Tabla 4.3 Resultados de la evaluación realizada al sistema CEP de la empresa de giro electrónico.*

Para poder considerar la existencia de un Sistema Viable en alguna de las etapas del ciclo PHVA, será necesario que cada una de las celdas que la componen, tengan un valor mínimo de tres puntos, y que en conjunto sumen más de 15 puntos por etapa.

Considerando los requerimientos antes establecidos, podemos observar que las etapas del sistema CEP que se utiliza en esta empresa, no representan o son un sistema viable en si mismas, ninguna de las cuatro etapas (planear, hacer, verificar, actuar) reúne el puntaje mínimo requerido (3 puntos por celda) en todas y cada una de las celdas.

Por otra parte, podemos observar que todas las etapas se encuentran muy cerca de convertirse en un sistema viable.

Durante la entrevista sostenida con el Ing. Gerardo Perales, fue posible percatarse de las fortalezas y áreas de oportunidad que presenta el sistema CEP utilizado en la empresa para la que él labora.

Algunas de las fortalezas que contribuyen a la formación de un sistema viable son:

- El Control Estadístico juega un papel muy importante para la empresa evaluada, para ellos representa una base firme para la toma de decisiones y planeación a largo plazo, respecto a nuevos productos, procesos y clientes.
- Utilizan sofisticadas tecnologías de información para administrar y mantener el control estadístico de sus productos y procesos.
- El recurso humano también forma parte de su filosofía de calidad, ya que tratan de involucrar a todos los niveles de la organización, en el uso y entendimiento del CEP, además, los desarrollan continuamente y son motivados para practicar la mejora continua en todas las áreas de la empresa.
- Trabajan en conjunto con sus clientes y proveedores, desarrollando relaciones ganar – ganar.
- Realizan una documentación detallada de todos los cambios que realizan en sus productos y procesos.

En general, la empresa mantiene un estricto control estadístico en sus procesos y productos, cuentan también con la ventaja de considerar al CEP más que una simple herramienta de monitoreo, lo respaldan los más altos niveles de la organización; sin embargo aún les hace falta reforzar algunos puntos de su sistema a fin de contar con un balance apropiado de los elementos del Sistema CEP Viable.

Los resultados de la evaluación realizada a la empresa de giro automotriz (tabla 4.2), se encuentran concentrados de igual forma que los que se mostraron anteriormente (ver *tabla 4.4*).

	<b>Implementación</b>	<b>Coordinación</b>	<b>Control</b>	<b>Inteligencia</b>	<b>Políticas</b>	<b>TOTAL</b>
<b>Planear</b>	3	3	2.5	3	5	<b>16.5</b>
<b>Hacer</b>	2.5	0	2.5	0	0	<b>5</b>
<b>Verificar</b>	2.5	5	1.5	5	0	<b>14</b>
<b>Actuar</b>	2	0	2.5	0	5	<b>9.5</b>

*Tabla 4.4 Resultados de la evaluación realizada al sistema CEP de la empresa de giro automotriz.*

La información que se concentra en la tabla anterior aunada a los resultados de la entrevista realizada al ing. Juan Fernando Velázquez, indican claramente que la empresa carece de un buen control estadístico en sus procesos, ya que la implantación del VSM en cada una de las etapas del ciclo PHVA se encuentra débil y desbalanceada.

Las debilidades que se encontraron en el sistema CEP de esta empresa son:

- Consideran al Control Estadístico como una simple herramienta de apoyo a otras metodologías más sofisticadas.
- Es requisito de sus clientes.
- Se delimita la responsabilidad a un solo departamento (Calidad).
- No hacen planeaciones a ningún plazo, basadas en los resultados que arroja el CEP.
- No todo el personal se encuentra capacitado en el uso de esta herramienta, solo se hace del conocimiento de personas clave en la empresa.
- No es utilizado para la mejora continua y tampoco para proyecciones económicas.
- Restringen la variedad y aplicación de las gráficas de control.
- No cuentan con planes preestablecidos, de revisiones a las gráficas de control.
- No se toman decisiones en base a información obtenida del control estadístico.

Observando la información brindada por las empresas a las que se les aplicó la herramienta de diagnóstico, nos podemos dar cuenta que ambas empresas cuentan con muy diferentes perspectivas de lo que un sistema CEP puede o debe involucrar.

Considerando que ambas compañías cuentan con las mismas características en cuanto a tamaño, certificaciones y uso del CEP en sus procesos, es conveniente hacer mención de la necesidad que impera en la industria manufacturera, de crear un modelo CEP que les permita estandarizar la aplicación del mismo a sus productos y procesos.

Lo anterior, con la finalidad de favorecer a la mejora continua.

## **Capitulo 5**

### **Conclusiones y Trabajos Futuros.**

#### **5.1 Introducción.**

Bajo la motivación de plantear al Control Estadístico de Procesos como un sistema capaz de implantarse y mantenerse a través del tiempo, se diseñó una propuesta que garantice estas dos etapas. El diseño de la investigación y el trabajo consecuente, permitieron hacer una recolección y análisis de información relevante y útil para el desarrollo del modelo propuesto.

En este capítulo se presenta el resumen de los resultados obtenidos, conclusiones generales de la tesis y algunas sugerencias para trabajos futuros.

#### **5.2 Resumen de Resultados.**

En esta tesis se plantearon los siguientes objetivos:

Diseño y Validación del Modelo de un Sistema para la Implantación y Mantenimiento del Control Estadístico de Procesos.

- Definición del concepto de sistema y evaluación de las características mínimas necesarias para su adecuada implantación y mantenimiento.

“Sistema” puede definirse como un conjunto de entidades que actúan e interactúan entre sí, en forma organizada para buscar un objetivo.

Las características mínimas recomendadas para la adecuada implantación y mantenimiento de un sistema son las que recomienda Beer en su Modelo de Sistema Viable:

1. Implementación autónoma.
2. Coordinación.
3. Control.
4. Inteligencia.
5. Políticas.

- Definición del “concepto” Control Estadístico de Procesos.

*“Es un procedimiento bien estructurado que utiliza conceptos y técnicas estadísticas para recolectar y analizar datos de un proceso, con el propósito de emprender acciones apropiadas que permitan el control y reducción del fenómeno de la variabilidad”.*

- Identificación y descripción de herramientas útiles en la aplicación del Control Estadístico de Procesos.

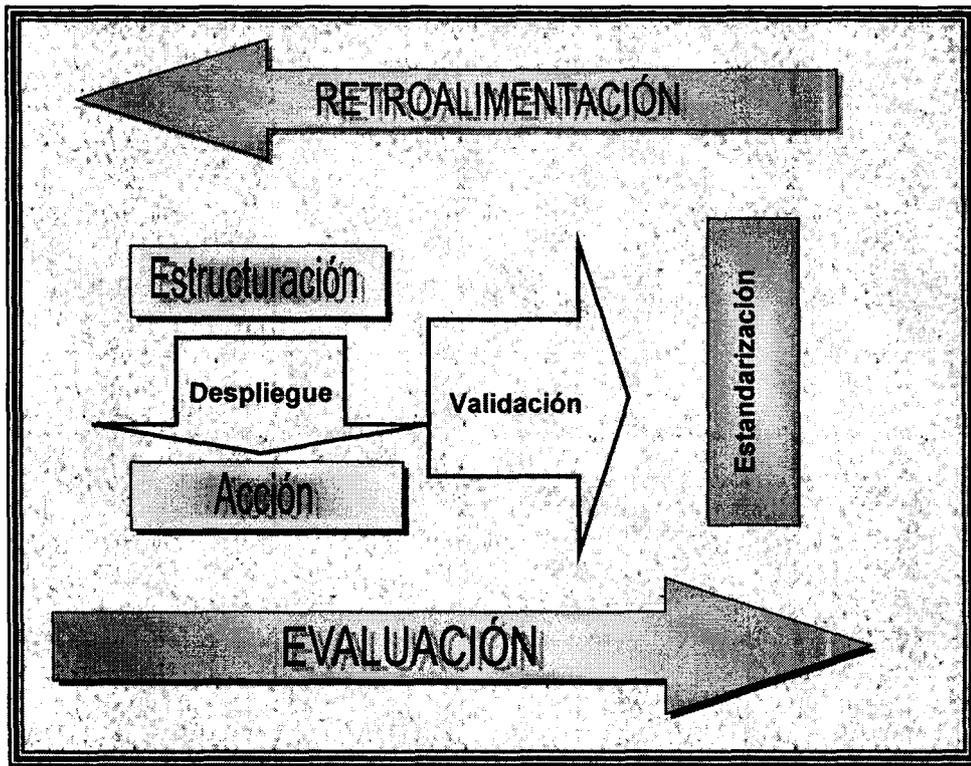
Para llevar a cabo adecuadamente un Control Estadístico de Procesos, es necesario seguir las etapas que a continuación de presentan, así como también hacer uso de las herramientas que para cada una de ellas se recomiendan.

**ETAPAS**

MEDICION	ANALISIS	CONTROL	MEJORA
AMEF	Herramientas Básicas	Gráficas de control	DOE, Seis Sigma,

- Desarrollo del modelo de un sistema para la implantación y mantenimiento del Control Estadístico de Procesos.
- Análisis e Identificación de las Fases Básicas de la Implantación.

**Modelo del Sistema CEP Viable.**



- Estructuración de la Métrica de evaluación relacionada con la implantación del sistema CEP Viable.
- Validación del sistema.

Para cumplir con estos objetivos se diseño una herramienta de diagnóstico (cuestionario) que se explica en el capítulo 4.

### **5.3 Conclusiones.**

Con la información referente a procesos de implantación del CEP que se obtuvo de las primeras quince empresas estudiadas (ver anexo C) y los resultados de los diagnósticos realizados a las últimas dos empresas (mencionadas en el capítulo 4), resulta muy claro el hecho de la casi nula evolución del Control Estadístico de Procesos en la industria mexicana.

El CEP se sigue considerando como una simple herramienta de apoyo a otras disciplinas "*más poderosas*". Es importante reconocer la utilidad que representa el uso apropiado de esta herramienta, ya que puede marcar una gran diferencia en los productos, procesos y por consecuencia en las relaciones de las empresas, cualesquiera que sean su giro o tamaño.

El desempeño de los sistemas CEP de cada una de las empresas evaluadas, se midió utilizando la herramienta de diagnóstico diseñada para éste propósito.

Las figuras 5.1 y 5.2 muestran el estado del sistema CEP de cada una de las empresas.

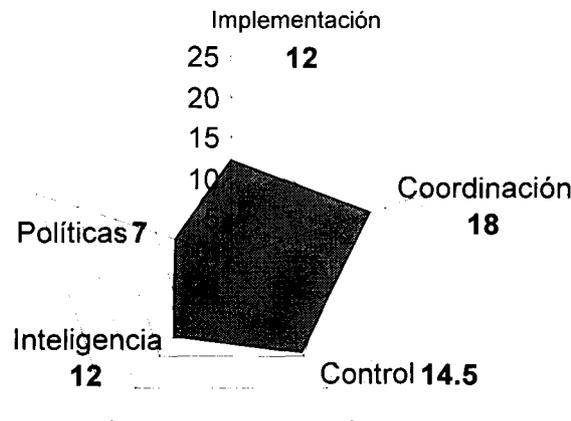


Figura 5.1 Sistema CEP de la empresa de giro electrónico.

Como lo muestra esta gráfica, el área de oportunidad para este sistema, se presenta en el subsistema de políticas, ya que como se vio en el capítulo 4, es el que se encuentra más descuidado en todas las etapas del ciclo PHVA.

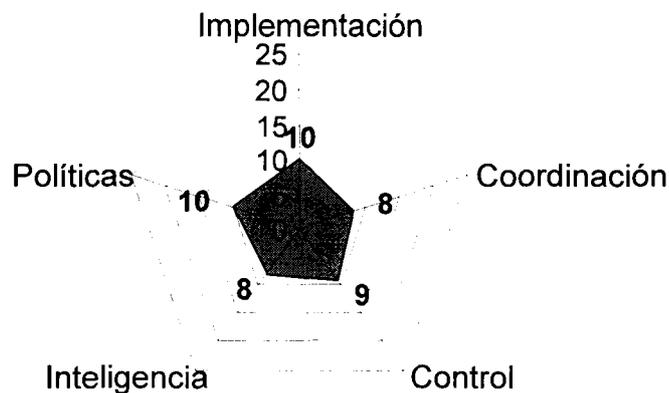


Figura 5.2 Sistema CEP de la empresa de giro automotriz.

La distribución de los elementos del sistema de esta empresa, muestra mayores áreas de oportunidad en todos los subsistemas. Como se observó en el capítulo 4, las etapas del ciclo PHVA no mostraban un balance apropiado de los subsistemas del VSM.

En general, se puede concluir que el CEP en las empresas mexicanas se encuentra en cierta forma desconocido y subutilizado, es conveniente empezar a desarrollarlo y considerarlo como un sistema clave de negocios. De esta manera se logrará una mejor comprensión y desempeño de cualquier proceso al que le sea aplicado.

#### **5.4 Sugerencias para Trabajos Futuros.**

Al analizar las áreas de oportunidad en el desarrollo de este trabajo, se da pie al continuo desarrollo y aplicaciones futuras del modelo propuesto.

Es importante hacer notar que de ninguna manera se pretende asegurar que la propuesta realizada es el modelo definitivo de un Sistema CEP Viable, y que por lo tanto garantice ser exitosa la implantación de un Sistema CEP en cualquier empresa.

Existen muchas variaciones en la industria y por lo tanto, este modelo debe considerarse solamente como una pauta a seguir en el desarrollo de modelos subsecuentes.

A continuación se mencionan actividades que pueden desarrollarse posteriormente, con el fin de complementar esta propuesta.

- La aplicación del modelo propuesto, en una empresa que no haga uso del control estadístico de procesos.
- La aplicación del modelo propuesto, en una empresa que cuente con un sistema CEP subutilizado.

## Revisión de la literatura relevante al problema de investigación

\*\*\*\*\* Libros \*\*\*\*\*

**Badavas, P.,(1993)** Real Time Statistical Process Control. Prentice Hall, EUA.

**Box, G.; Luceño, A.,(1997)** Statistical Control by Monitoring and feedback adjustment. Wiley interscience, EUA,.

**DeVor, R, Chang, T.(1992)** Statistical Quality Design and Control. Prentice Hall,

**Espejo, R. & Harden, R. (1989)** The Viable System Model, Interpretations and Applications of Stafford Beer's VSM, John Wilwy & Sons.

**Evans, J., Lindsay, W. (2000)** Administración y Control de la Calidad, Thompson Editores, México, DF.

**Gutiérrez, G. (2002)** Aterrizando Seis Sigma, del concepto a la práctica. 1ª. Edición, Ediciones Castillo, México, D.F.

**Pérez, C., (1999)**. Control Estadístico de la Calidad. Teoría, práctica y aplicaciones informáticas. Alfaomega, México D.F.

**Sabih, W.R. (1964)** An introduction to Cybernetics. London: Methuen

Schemelks, C. (1998) Manual para la presentación de anteproyectos e informes de investigación. OXFORD, México, D.F.

**Tamez, G (2001)** Evaluación del modelo Seis Sigma como Sistema Viable en una empresa de manufactura. Tesis, México, N.L.

\*\*\*\*\* Papers \*\*\*\*\*

**Beer, S. (1984).** The Viable System Model: Its Provenance, Development, Metodology, and Pathology; The Journal Of The Operational Research Society, Oxford; Vol. 35, iss. 1; p. 17, 19 pp.

**Brannstrom, A. S. (1999).** Implementation Of Statistical Process Control And Process Capability Studies: Requirements Or Free Will? Total Quality Management, Abingdon; Vol 10, iss4/5; p. s439, 8 pp.

**Dietrich, E. (2000).** SPC Or Statistics? Quality Magazine, Wheaton; Aug; Vol 39, Iss. 8; 40 pp.

**Does, R., Roes, K., and Dordrecht (1999)** Statistical Process Control in Industry: Implementation and Assurance of SPC. The Netherlands: Kluwer Academic Publishers,. ISBN 0-7923-5570-9, xvi + 231 pp.

**Goh, T.N. (1998)** Prioritizing Processes In Initial Implementation Of Statistical Process Control. IEEE Transactions on Engineering Management, New York; Vol. 45, Iss. 1;p. 66, 7 pp.

**Jackson, M. C. (1998).** An Appreciation of Stsfford Beer's 'Viable System' Viewpoint on Managerial Practice; Journal of Management Studies;17 pp.

**Little, T.(2001).**10 Requirements for effective Process Control: A Case Study., Quality Progress Feb. pp. 46-52.

**Wheeler, D. (1999).** Uses and Abuses of SPC, Quality Magazine, <http://qualitymag.com/articles/1999/apr99/0499f7.html>

**Zachary, G. (2000)** The state of Statistical Process Control as we proceed into the 21<sup>st</sup> century; Stoumbos; Journal of the American Statistical Association, Alexandria; Vol. 95, Iss. 451; p. 992, 7 pp.

## REFERENCIAS

---

---

### \*\*\*\*\* Manuales \*\*\*\*\*

Centro de Calidad del ITESM, (1996). La Ruta de la Calidad y las 7 Herramientas Básicas.

Centro de Calidad del ITESM, (1988). Control Estadístico del Proceso: experiencias, casos y resultados de su implantación en México.

Centro de Calidad del ITESM, (2002). Certificado Cinta Negra en Seis Sigma.

Manual de referencia para el Control Estadístico de Procesos, (1995). QS-9000

Centro de Calidad del ITESM, (1996). Administración por Calidad Total

# ANEXOS

ANEXO A

**Análisis del Modo y Efecto de la Falla Potencial  
(Process FMEA)**

Nombre/Número de Parte \_\_\_\_\_  
 Año(s) Modelo / Vehículo \_\_\_\_\_  
 Equipo de Trabajo \_\_\_\_\_

Responsable del Proceso \_\_\_\_\_  
 Fecha Clave \_\_\_\_\_

Número de FMEA \_\_\_\_\_  
 Página \_\_\_\_\_ de \_\_\_\_\_  
 Preparado por \_\_\_\_\_  
 Fecha del FMEA (Original) \_\_\_\_\_ Rev. \_\_\_\_\_

Función del Proceso / Requerimientos	Modo de Falla Potencial	Efecto(s) Potenciales de la Falla	Sev	Clasificación	Causa(s) y/o Mecanismo(s) de Falla Potenciales	Ocurrir	Controles Actuales del Proceso (Prevención)	Controles Actuales del Proceso (Detección)	Detección	R.P.N.	Acción(es) Recomendadas	Responsabilidad y Fecha de Terminación	Resultados de las Acciones					
													Acciones Tomadas	Sev	Occ	Def	R.P.N.	
Descripción simple del proceso u operación que está siendo analizada.	Manera en la cual el proceso puede potencialmente fallar para cumplir los requerimientos del proceso.	Describir los efectos de las fallas en términos de cómo lo notará o experimentará el cliente.			¿Cómo la falla puede ocurrir descrito en términos de algo que puede ser corregido o pueda ser controlado?		Controles que previenen hasta donde sea posible que el modo de falla o la causa/mecanismo de falla deba ocurrir.  Previenen que la causa/mecanismo de falla o modo de falla ocurra o reducen su tasa de ocurrencia	Controles que detectan la causa/mecanismo de falla o el modo de falla.  Detectan la causa/mecanismo de falla o modo de falla e indican acciones correctivas.			Acciones preventivas/corre ctivas deben ser dirigidas cuando la severidad es alta (9,10), y a RPN altos.	Asignar a la persona responsable y la fecha de cumplimiento	La persona responsable debe asegurarse que las acciones recomendadas sean implantadas o adecuadamente dirigidas.					

### **Herramienta para diagnosticar el nivel de implantación del CEP en la empresa.**

1. ¿Cuales son las políticas de calidad de la empresa?
  2. ¿Que departamento es responsable de dar seguimiento al despliegue de las políticas?
  3. ¿Que actividades se llevan a cabo para conocer el ambiente externo de la empresa?
  4. ¿De que forma se utiliza la información obtenida del exterior para planear el despliegue interno de la empresa?
  5. ¿La empresa hace uso del control estadístico de Proceso?
  6. ¿Que niveles de la organización se encuentran involucrados en el uso del CEP?
  7. ¿En que formas se hace uso del CEP?
  8. ¿Cuál es el procedimiento que se sigue o siguió para la implantación del CEP?
  9. ¿En base a que metodología se hace la selección de las gráficas de control?
  10. ¿Que tipo de información se obtiene con las herramientas del CEP?
  11. ¿Que uso se le da a la información obtenida del CEP?
  12. ¿A quien se le reportan los resultados que arroja el CEP?
  13. ¿Que niveles del personal de la organización se encuentran capacitados en el uso del CEP?
  14. ¿Cuentan con algún mecanismo de monitoreo adicional a las gráficas de control?
  15. ¿Cada cuánto tiempo se actualizan los límites de control de las gráficas de control?
  16. ¿Quien es el responsable de hacer estas actualizaciones a las gráficas de control?
  17. ¿Que impacto en el proceso tiene el monitoreo con las gráficas de control?
  18. ¿De que manera se evalúa el nivel de involucramiento del personal con el CEP?
  19. ¿Que impacto tiene el CEP en los niveles de satisfacción del cliente y del empleado?
  20. ¿Que tecnología de información se utiliza para manejar el CEP?
  21. ¿Cuáles son los beneficios financieros que se obtienen con el uso del CEP?
  22. ¿Que importancia tiene el CEP en la organización y que recursos le son asignados?
  23. ¿Cómo se designan los equipos de trabajo que administran el CEP?
  24. ¿En que procesos de la empresa se utiliza el CEP?
  25. ¿Cómo se monitorea el avance de implantación del CEP?
  26. ¿De manera se le informa a los mandos altos sobre los resultados obtenidos con el CEP?
-

27. ¿Que tipo de retroalimentación se recibe por parte de los empleados hacia el proceso, en base a el uso del CEP?
28. ¿Cuentan con personal encargado de impartir la capacitación del CEP?
29. ¿En que tipo de áreas o proyectos utilizan el CEP?
30. ¿Con que tipo de comunicación se cuenta para dar a conocer la información relevante del CEP?
31. ¿Qué tan confiables son sus sistemas de comunicación?
32. ¿De que manera se lleva a cabo la planeación de la implantación del CEP?
33. ¿Qué tipo de relación se tiene con los proveedores?
34. ¿Se les desarrolla de alguna forma a los proveedores?
35. ¿Han solicitado ayuda externa para la implantación del CEP?
36. ¿Reflejan sus políticas de calidad, apego al uso del CEP?
37. ¿Qué tipo de metas ayuda a cumplir el uso del CEP en sus procesos?
38. ¿Qué tipo de seguimiento se le da a los problemas que ayuda a solucionar el CEP?

La siguiente matriz, concentra las preguntas que se elaboraron para la herramienta de diagnóstico.

El número dentro de la celda, representa la pregunta correspondiente a cada uno de los elementos del modelo de sistema propuesto.

	<b>Implementación</b>	<b>Coordinación</b>	<b>Control</b>	<b>Inteligencia</b>	<b>Políticas</b>
	<b>(a)</b>	<b>(b)</b>	<b>(c)</b>	<b>(d)</b>	<b>(e)</b>
<b>Planear</b> <b>(1)</b>	23	2, 4, 16	9	3,6,12,32,35	1,22
<b>Hacer</b> <b>(2)</b>	13,24,28,29	20,31	5, 7, 10, 18, 33,34	37	36
<b>Verificar</b> <b>(3)</b>	38	11	21,15	17	1
<b>Actuar</b> <b>(4)</b>	8,26	19	14,25	27	30

Centro de Información-Biblioteca



30002006244016