

Herramientas para la mejora de la calidad

Título original:

Herramientas para la Mejora de la Calidad

(Impresión, 2009)

© UNIT (Instituto uruguayo de Normas Técnicas), 2009

Reservados todos los derechos. Queda prohibida la reproducción total o parcial del contenido de este libro, por cualquiera de los sistemas de difusión existentes, sin la previa autorización escrita de UNIT



INSTITUTO URUGUAYO DE NORMAS TÉCNICAS
Pza. Independencia 812 - P.2 - Montevideo - Uruguay
TP.: 901 20 48 - TF.: 902 16 81 - E-mail: unit-iso@unit.org.uy
www.unit.org.uy

INDICE

	Página
1 GENERALIDADES	
1.0 Introducción	7
1.1 Objetivos para el empleo de herramientas	8
1.2 Características de las herramientas a emplear	8
1.3 Contribución de las herramientas a la implantación de los cambios	9
1.4 El ciclo de Deming como herramienta	9
 2 METODOLOGIA GENÉRICA PARA EL EMPLEO DE LAS HERRAMIENTAS	
2.0 Introducción	12
2.1 Dinámica de equipo	12
2.2 Conformación del equipo de trabajo	13
2.3 Metodología para el trabajo en equipo	14
2.4 Consideraciones en el empleo de las herramientas en los equipos de trabajo	15
2.5 Conflictos de los equipos de trabajo	16
 3 HERRAMIENTAS PARA GENERAR Y ORDENAR IDEAS	
3.0 Introducción	17
3.1 Torbellino de ideas	17
3.2 Diagrama de afinidades	19
3.3 Diagrama de causas-efecto de Ishikawa	22
3.4 Diagrama en árbol	25
3.5 Diagrama de decisiones de acción	27
3.6 Diagrama de Pareto	28
3.7 Técnica de Delphi	31
3.8 Diagrama de interrelaciones	32
 4 HERRAMIENTAS PARA RECOGER RESULTADOS Y PRESENTAR INFORMACION	
4.0 Introducción	34
4.1 Ciclo de la información	34
4.2 Recolección de resultados	35
4.3 Selección y ordenación de resultados	38
4.4 Transformación, ordenación y análisis de los datos	39
4.5 Información	39

4.6	Presentación de la información	39
4.7	Histogramas	45
4.8	Diagrama de dispersión	46
4.9	Análisis de regresión	49
4.10	Diagrama de matriz	50

5 HERRAMIENTAS PARA EL CONOCIMIENTO DE LOS PROCESOS

5.0	Introducción	54
5.1	Variabilidad de los procesos	54
5.2	Dominancia de los procesos	55
5.3	Anatomía de los procesos	55
5.4	Diagrama de flujo	56
5.5	Técnica de operación evolutiva (EVOP)	65

6 HERRAMIENTAS PARA EL DISEÑO

6.0	Introducción	67
6.1	Análisis de riesgos	67
6.2	Análisis de modo y efecto de falla (FMEA)	70
6.3	Despliegue de la función de la calidad (QDF)	74
6.4	Análisis del valor	79

7 HERRAMIENTAS PARA LA GESTIÓN DE PROYECTOS

7.0	Introducción	82
7.1	Etapas	82
7.2	El gráfico de Gantt	83
7.3	La técnica de la evaluación y la revisión del programa (PERT)	84
7.4	Ejemplo: Representación del esqueleto de un Diagrama Pert	89
7.5	El método del camino crítico (CPM)	89
7.6	Planificación y programación	90

8 HERRAMIENTAS PARA LA GESTIÓN INTEGRAL

8.0	Introducción	91
8.1	Análisis FODA	91
8.2	Análisis del campo de fuerzas	93
8.3	Indicadores de la calidad	95
8.4	Benchmarking	97
8.5	Las preguntas claves	100
8.6	Las siete preguntas del proveedor	102

9 PROCESO DE MEJORA CONTINUA

9.0	Introducción	103
9.1	Principios de la mejora continua	103
9.2	Gestión para la mejora de la calidad	104
9.3	Metodología para la mejora continua	104
9.4	Metodología Kaizen	107
9.5	Movimiento “5S” o movimiento de los 5 pasos del Kaizen	109
9.6	Justo a tiempo (JIT)	110
9.7	Mantenimiento total productivo (TPM)	110
9.8	Simulación	110
9.9	La Reingeniería	112
9.10	Seis sigma (6 ó)	114

OBJETIVO

Se explica el escenario en el cual se ha de desarrollar el curso, proporcionando el concepto de herramienta o instrumento y su utilización en los sistemas de gestión, así como las características deseables de las herramientas aplicables

1.0 INTRODUCCIÓN

Cualquier organización que desee implantar un sistema de gestión de la calidad con la finalidad de efectuar una gestión total de la calidad, debería emplear una multiplicidad de herramientas.

Las mismas están diseñadas para que la organización esté en condiciones de realizar la planificación, el control, el aseguramiento y la mejora de la calidad, en el marco del sistema de gestión de la calidad que ha sido implantado, adaptado a las condicionantes de su realidad interna y a las impuestas por el entorno en el cual se encuentra.

Las herramientas permiten que la organización logre su finalidad, en forma eficaz y eficiente, empleando sus recursos de manera racional.

Se entiende por **herramienta o instrumento** aquello que se emplea para ejecutar una acción, con la finalidad de conseguir una finalidad.

Sin embargo, en el escenario de este curso reviste particular significación el hecho de resaltar que por mejor que sea una herramienta, su utilidad radica en la habilidad de quien la utiliza. De ahí que se considere que el entrenamiento y la capacitación de los miembros de la organización en el empleo de las mismas es de fundamental importancia para la implantación exitosa del sistema de gestión de la calidad.

También hay que resaltar que cuando se emplean herramientas, no hay una única solución válida ni el empleo de una sola herramienta va a permitir lograr la solución a un problema.

Mediante el empleo de las distintas herramientas que se considerarán en este curso, así como de las diversas que existen mencionadas en la bibliografía, la organización intenta garantizar la ejecución satisfactoria de la totalidad de los procesos, actividades y las tareas conducentes al logro de productos de calidad adecuada y uniforme.

Todas las herramientas que es factible emplear deberían ser utilizadas con una adecuada armonización y una correcta interrelación entre sí.

1.1 OBJETIVOS PARA EL EMPLEO DE HERRAMIENTAS

Las herramientas a emplear en la gestión de calidad en las organizaciones pueden tener diversos objetivos, si bien algunos de ellos son los más destacables.

Se puede mencionar como los objetivos más importantes, entre otros, los siguientes:

- identificar los problemas
- distinguir los problemas de calidad de acuerdo a su importancia o a su significación
- identificar las posibles causas del problema que se ha considerado más importante o más significativo
- identificar las posibles metodologías para resolver el problema
- seleccionar entre las soluciones factibles la que podría considerarse como la mejor
- planificar la aplicación de la solución elegida
- implantar dicha solución
- verificar la eficacia de la solución implantada.

1.2 CARACTERÍSTICAS DE LAS HERRAMIENTAS A EMPLEAR

Las herramientas a emplear deben tener ciertas características, entre las cuales las más destacables son:

- ser sencillas en su principio de empleo
- ser de fácil utilización en el trabajo en equipo
- visuales para favorecer la dinámica de equipo
- conducir rápidamente al consenso entre las diversas personas que integran el equipo
- poder aplicarse a diversos sectores dentro de la organización
- servir de soporte para las acciones de gestión de la calidad en la organización
- poder emplearse como una forma de conservar la memoria de los avances en la mejora de la calidad dentro de la organización.

1.3 CONTRIBUCIÓN DE LAS HERRAMIENTAS A LA IMPLANTACIÓN DE LOS CAMBIOS

Independientemente de cuál sea la estrategia que se seleccione para llevar adelante el cambio de mentalidad y de actitud que es necesario para la implantación de un sistema de gestión de la calidad, se requiere la comprensión de las fuerzas involucradas en la resistencia al cambio y el diseño de medios apropiados para contrarrestarlas.

Lo primero a hacer es efectuar un diagnóstico de la situación actual que puede dar la oportunidad de diseñar un medio de implantación que tenga la mayor posibilidad de éxito. De ahí la importancia de seleccionar el conjunto de herramientas más adecuado para la organización particular, teniendo en cuenta los siguientes aspectos:

- la perspectiva histórica con respecto a esfuerzos de cambios pasados
- el clima general para la innovación que existe en la organización y
- el tipo de cambio específico que interesa implantar.

La forma en la cual se llevan a cabo los cambios es tan importante como la razón por la cual se desean efectuar esos cambios.

Para ello es necesario efectuarse una serie de interrogantes y tratar de responder a todas antes de efectuar la planificación del cambio a llevar a cabo. Dichas interrogantes son las siguientes:

- ¿Quién está comprometido: la dirección, un individuo, un grupo de personas seleccionadas, la organización en su conjunto?
- ¿Quién está originándolo: unas cuantas personas, un departamento o función específica, la dirección?
- ¿Cuál es el principal problema: falta de capacidad, objetivos poco claros, conflictos internos?
- ¿Cuál es el objetivo para el cambio?
- ¿Cómo se puede evaluar los resultados obtenidos?

La última pregunta sugiere la disposición de un panorama preciso de la condición actual, así como un panorama claro de la condición deseada.

Luego de **diagnosticar la situación actual** y ver cuál es la metodología óptima para lograr el cambio deseado, se debería establecer un plan de acción que surge del estudio de las diversas alternativas posibles.

El **plan de acción** debería verificarse contra los resultados obtenidos en una primera etapa y luego en sucesivas etapas hasta lograr los objetivos planificados.

Es importante destacar que la resistencia al cambio se reduce si las personas que están comprometidas con el plan de acción lo están, también, con la metodología para llevar adelante los cambios deseados. De ahí que la interacción continúa entre los diversos actores que están involucrados con el cambio es fundamental para lograr el éxito de los esfuerzos que se desea efectuar.

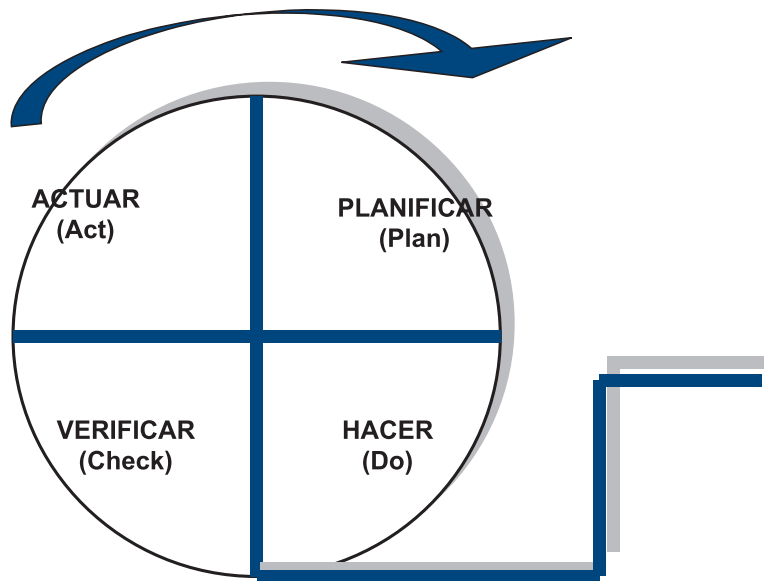
1.4 EL CICLO DE DEMING COMO HERRAMIENTA

El Dr. Williams E. Deming, físico y matemático americano, trabajó en la década de 1950 en Japón como consejero del censo de este país. Sus conceptos de calidad fueron rápidamente aplicados en Japón en el área industrial y en la alta gerencia.

El ciclo, ruta o rueda de Deming, también conocido con la denominación de ciclo de Shewart, ciclo PDCA («plan-do-check-act») o ciclo PHVA (planificar-hacer-verificar-actuar), es uno de los pilares fundamentales para la planificación y la mejora de la calidad que se aplica en la familia de las normas UNIT-ISO 9000 y en las demás normas sobre sistemas de gestión.

Este ciclo actúa como una verdadera espiral, ya que al cumplir el último paso, según se requiera, se vuelve a reiniciar con un nuevo plan dando lugar así al comienzo de otro ciclo de mejora.

El ciclo PHVA puede describirse brevemente (ver UNIT-ISO 9001:2008) como:



Planificar: establecer objetivos y procesos necesarios para conseguir resultados de acuerdo con las expectativas de los clientes y las políticas de la organización.

La planificación consta de las siguientes etapas:

- análisis de la situación actual o diagnóstico
- establecimiento de principios y objetivos
- fijación de los medios para lograr los objetivos
- adjudicación de los recursos para gestionar los medios.

Hacer: implementar los procesos. Es ejecutar y aplicar las tareas tal como han sido planificadas.

Verificar: realizar el seguimiento y medición de los procesos y los productos respecto a las políticas, los objetivos y los requisitos para el producto, e informar los resultados.

Actuar: tomar acciones para mejorar continuamente el desempeño de los procesos. Si hay que modificar el modelo, ello remite nuevamente a la etapa de planificación.

A los efectos de su uso como herramienta se recomienda seguir las siguientes etapas para la aplicación del ciclo de Deming:

Etapas 1: Estudiar un proceso y decidir cuál cambio podría mejorarlo.

En esta etapa es recomendable hacerse preguntas como las siguientes:

- ¿Cuáles podrían ser los logros más importantes de esta prueba?
- ¿Qué cambios podrían ser deseables?
- ¿Qué resultados son fáciles de alcanzar?
- ¿Es necesario hacer nuevas observaciones?

Etapa 2: Efectuar las pruebas o hacer el cambio, de preferencia a escala piloto. En esta etapa es fundamental conseguir resultados que puedan ser ordenados y analizados rápidamente obteniendo la información deseada.

Etapa 3: Observar los efectos.

Etapa 4: Verificar qué cosas se aprendieron y repetir la prueba, de ser posible en condiciones diferentes (ambiente, personal, metodología operativa, etc.). Observar la posibilidad de que ocurran cambios secundarios.

El ciclo se debe girar continuamente, de modo que al final se alcance el objetivo inicial establecido en la etapa 1.

El uso del ciclo de Deming es importante en cada tarea que se realiza y conducirá a una mejora continua en las metodologías de trabajo. Puede aplicarse a cualquier proceso y puede ser empleado, también, para encontrar las causas especiales detectadas mediante herramientas estadísticas.

UNIDAD TEMÁTICA 2 - METODOLOGÍA GENÉRICA PARA EL EMPLEO DE LAS HERRAMIENTAS

OBJETIVO

Se explica la forma de efectuar el trabajo en equipo y los roles de cada uno de los integrantes

2.0 INTRODUCCIÓN

Para el empleo de cualquiera de las herramientas utilizadas para la gestión de la calidad, es aconsejable trabajar mediante la dinámica de equipo.

Se entiende por un **equipo** “un conjunto de personas relacionadas entre sí por intereses comunes que son inducidas o se sienten motivadas a trabajar juntas para lograr una finalidad establecida”.

Un equipo es algo más que la simple suma de sus integrantes y no debe ser confundido con un comité y nunca debe ser convocado a una reunión, sino a una **sesión**.

Los equipos surgen cuando varias personas tienen un objetivo común y reconocen que su éxito personal depende del éxito de otras personas, es decir que todos dependen unos de otros.

En realidad en un equipo se da un efecto de sinergia importante. En la práctica esto significa que, en la mayoría de los equipos, cada persona aportará conocimientos individuales, muchos de los cuales serán diferentes de los que posee otra persona. También significa que en el equipo deben salir a relucir todas las tensiones y desequilibrios de la conducta humana. Sin embargo, para conseguir los objetivos, las diversas conductas de los integrantes del equipo deben encajar unas con otras.

El individuo, por su parte, puede encontrar en el equipo la satisfacción de algunas de sus necesidades fundamentales: seguridad, pertenencia, estima, realización personal.

A su vez ciertos efectos solamente pueden obtenerse a través del equipo, por ejemplo: creatividad y adhesión personal a una idea iniciada por otro.

2.1 DINÁMICA DE EQUIPO

En principio el hombre debe ser considerado como un ser integral y como un actor, con brazos pero sobre todo con mente creativa. Por tanto, la creatividad humana debe ser potenciada para lograr los mejores resultados cuando se trabaja en equipo.

En los equipos de trabajo la cantidad de personas que trabajan juntas es relativamente pequeña, pero cada uno se siente identificado con el equipo como tal. En consecuencia las fuerzas dinámicas que operan en los equipos facilitan la integración de las actividades individuales hacia el logro colectivo.

La dinámica del equipo resalta las relaciones cara a cara y la interacción entre cada uno de los miembros que constituyen el equipo. Cada miembro aportará conocimientos individuales. El equipo así se potencia y con ello también se potencia la herramienta.

El fundamento de la dinámica de equipo es la interacción entre los miembros, mediante la comunicación. La misma debe ser facilitada, para lo cual se establecen ciertos patrones de comunicación (por ejemplo: designando un moderador) o cuando se fija la distribución en el lugar físico en el cual se realiza el trabajo.

Los conflictos internos en los equipos deben ser superados, de ahí la importancia de seleccionar adecuadamente los integrantes de un equipo y la significación de la personalidad del moderador.

Los **círculos de la calidad** son un típico ejemplo del trabajo en equipo. Los mismos consisten en un equipo de personas (incluyendo personal operativo y jerarquías medias) que se reúnen durante y después de las horas de trabajo con el fin de identificar los problemas de calidad que están relacionados con sus actividades o tareas que llevan a cabo dentro de la organización y proponer las posibles soluciones a dichos problemas.

Los círculos de la calidad son un medio propicio para el estímulo de la creatividad y da lugar a una atmósfera de cooperación, donde los problemas pueden resolverse.

En relación con la calidad, los círculos de la calidad o círculos de participación pueden llegar a constituirse en una forma de motivación.

De acuerdo a la filosofía de las normas UNIT-ISO 9000 la dirección de la organización debería ver en los equipos de trabajo una actividad importante para desarrollar el conocimiento, la experiencia y las habilidades del personal como parte de las actividades generales de gestión de calidad de la organización.

Las personas implicadas deberían estar dotadas de autoridad, apoyo técnico y los recursos necesarios para los cambios asociados a la mejora continua; destacándose la capacitación de sus integrantes en técnicas de equipo como son saber escuchar y comunicarse, aplicando el concepto de empatía.

Se relacionan así dos de los principios de gestión de la calidad establecidos por las normas de la familia UNIT-ISO 9000, la **participación del personal** y la **mejora continua**.

2.2 CONFORMACIÓN DEL EQUIPO DE TRABAJO

Se recomienda que la cantidad de personas que integran el equipo que estudie un problema específico sea entre 6 y 10, para lograr los mejores resultados. Dependiendo del problema es importante que el equipo esté integrado por representantes de diferentes áreas de la organización.

La integración de las personas al equipo de trabajo puede ser por:

- invitación basándose en su conocimiento, experiencia
- carácter voluntario (círculos de la calidad).

Una técnica muy utilizada en los equipos de trabajo es invitar a participar del mismo a un integrante de la organización que no se encuentre vinculado directamente al proyecto a estudiar. El aporte de esta persona será entonces espontáneo y permitirá al grupo tener un punto de vista imparcial a la hora del análisis del problema.

Para que las personas trabajen en equipo con éxito, es necesario contar con individuos que presenten ciertos comportamientos o perfiles.

Es recomendable que el equipo cuente con un **moderador** o velador que es el **responsable** del estudio del problema y es quien coordina las actividades del equipo, asegurándose que se lleva adelante el análisis del problema de acuerdo a los objetivos propuestos y que asegura que todo el equipo trabaja en forma coherente, consistente y empleando sus potencialidades plenamente.

Entre los integrantes del equipo de trabajo se definen los diferentes roles que cada uno ha de cumplir en el equipo. Como ejemplo se puede mencionar los siguientes:

- un **patrocinador** que es quien plantea la situación a estudiar
- un **secretario** en carácter voluntario, quien lleva adelante el registro de lo actuado
- un **presentador** de los trabajos y conclusiones del equipo;
- un **controlador de tiempo** que asegura se cumple con los tiempos acordados para cada etapa definida del trabajo en equipo.

Dentro del equipo cada integrante ha de considerarse como responsable del resultado a obtener y, por otra parte, como coanimador del equipo. Lo que importa para asegurar el éxito del trabajo de equipo es que cada uno de los integrantes se comprometa al éxito colectivo.

Se recomienda considerar el rol que cumple cada integrante del equipo y cuáles son las características personales que debe poseer. En alguna bibliografía se propone algunas de estas características específicas.

En particular el **moderador** debería velar por cada uno de los integrantes, por su desarrollo personal y por la armonía del equipo. Debería tener capacidad de liderazgo, de animador y ser el apoyo de los integrantes del equipo. Esto implica una noción de responsabilidad sobre los avances del equipo y sobre el sentido del trabajo realizado. Debe ser sociable, democrático y flexible.

El moderador debería estar siempre atento a que se haya elegido la herramienta adecuada y que sea correcto su empleo frente a los objetivos que constituyen el marco de referencia. Lo más habitual es que estas cuestiones no sean motivo de preocupación mientras se está actuando.

2.3 METODOLOGÍA PARA EL TRABAJO EN EQUIPO

La metodología más recomendable para el trabajo en equipo es la que se expresa a continuación:

- fijar el problema en forma concreta
- establecer objetivos específicos
- crear un equipo, cuyo tamaño e integración varía según el enfoque que se le pretende dar al problema y el tipo de estudio que se emprende. Deben participar personas de diferentes áreas.
- elaborar un plan, lo cual implica:
 - fijar el alcance del estudio

- establecer el cronograma
- estimar los costos o la relación beneficio / costo
- dar a conocer al equipo, por escrito: tema de la sesión, día, lugar, hora de inicio, hora de finalización de la sesión
- inicio de la sesión de trabajo, presentación de los integrantes, aclarar objetivos, definir roles
- efectuar el estudio, desarrollar la sesión de trabajo
- obtener los resultados
- comparar los resultados con los objetivos, establecer conclusiones y registrarlas
- si se han definido acciones a tomar y/o actividades a realizar, definir responsables, compromisos y mantener registros
- difundir los resultados, las recomendaciones o las conclusiones, al resto de la organización
- implantar las acciones y registrar las mismas
- verificar los logros y registrar los mismos
- finalizar el estudio o reformularlo, según corresponda.

2.4 CONSIDERACIONES EN EL EMPLEO DE LAS HERRAMIENTAS EN LOS EQUIPOS DE TRABAJO

Es importante destacar que tanto las actividades a realizar como los objetivos específicos del análisis que lleva adelante el equipo de trabajo deben establecerse claramente y para cada situación particular. No debe olvidarse que muchas veces las metas pueden ser móviles, por lo cual es posible que durante el desarrollo del análisis de un cierto problema sea necesaria su reformulación.

Por tales razones es importante que la herramienta a emplear por el equipo de trabajo, sea correctamente usada para la situación planteada. Para ello se podría plantear un cuestionario del siguiente tipo:

- ¿Es el tema elegido la expresión colectiva de una situación compartida por todos los participantes?
- ¿La importancia de la situación y el tiempo del cual se dispone, justifican poner en marcha una metodología de trabajo de equipo para la resolución de problemas?
- ¿Las primeras informaciones recogidas son suficientemente concretas, objetivas y centradas en su formulación?
- Los agrupamientos de ideas ¿evitan las clasificaciones estereotipadas, tienen en cuenta todas las ideas expresadas y permiten un correcto avance?
- La creatividad y el enfoque racional ¿están estimulados de manera equilibrada?
- La diversidad de las herramientas ¿se aprovecha en el avance de la resolución de la situación?

2.5 CONFLICTOS DE LOS EQUIPOS DE TRABAJO

A continuación se mencionan algunos de los conflictos que pueden presentarse en los equipos de trabajo:

- el equipo se divorcia de las metas de la organización, crea sus propias reglas e infringe las reglas de la organización
- el equipo se convierte en una entidad celosa de la información que mantiene, negando acceso a esa información al resto de la organización
- el equipo cree que puede tener éxito fuera de los objetivos, estrategia, reglas y filosofía de la organización
- se busca el consenso por motivos políticos e ideológicos, no por razones de proceso
- el conflicto se desatiende, se gestiona deficientemente
- la identidad del equipo es demasiado vaga, la estructura es demasiado inconexa y los integrantes varían sin una razón visible creíble
- el líder puede abdicar el liderazgo en la tarea o en el plano socio-emocional, permitiendo que surjan líderes informales, que compiten entre ellos influenciando en el equipo y ocasionando su división en equipos belicosos
- la contribución del equipo no se recompensa ni se reconoce
- la creación de equipos no se percibe como un hecho importante para la organización
- el conflicto dentro y entre los equipos lo fomenta la dirección que cree que mediante el conflicto se llega al rendimiento
- no hay suficiente interacción social, mediante reuniones informales, al margen del trabajo
- se generan relaciones inapropiadas entre diferentes equipos, aquellos que han alcanzado su objetivo y aquellos otros que aún no lo han logrado
- se niega el acceso a “extraños”, incluso cuando se requiere de nueva gente y de recursos

Es conveniente recordar que al formar un equipo de trabajo la organización puede estar sentando las bases para llegar a la formación de equipos autodirigidos, coordinando la participación del personal con la mejora continua., siguiendo los 8 principios de la gestión de la calidad.

UNIDAD TEMÁTICA 3 - HERRAMIENTAS PARA GENERAR Y ORDENAR IDEAS

OBJETIVO

Presentar a los participantes algunas de las herramientas empleadas para la generación y ordenamiento de ideas y una metodología para el empleo secuencial de las mismas ante un proyecto específico.

3.0 INTRODUCCIÓN

Cuando los equipos comienzan su trabajo lo más importante es que se vinculen positivamente entre sí y que se establezca el clima propicio para que cada uno de ellos se sienta libre de expresar sus ideas, sus propuestas y sus opiniones.

La generación de ideas es una buena herramienta para comenzar a trabajar en equipo, para que las personas que integran el mismo se conozcan, comprendan sus comportamientos y aprendan a saber cómo se logra el desempeño óptimo del equipo.

Para ello es recomendable usar una secuencia de herramientas integrada por:

- torbellino de ideas
- diagrama de afinidades
- diagrama de causas-efecto (o sus similares diagrama en árbol y diagrama de decisiones de acción) y
- diagrama de Pareto.

Esta secuencia tiene la particularidad que a partir de una situación se puede llegar hasta la decisión de implantar una acción, sin demasiadas etapas y con escasa inversión de tiempo.

3.1 TORBELLINO DE IDEAS

El torbellino de ideas, la tormenta de ideas, la lluvia de ideas o «brainstorming» es una metodología para encontrar e identificar posibles soluciones a los problemas y oportunidades potenciales para el mejoramiento de la calidad.

Fue desarrollado por Osborn en el año 1930. Históricamente también se asocia a Walt Disney y a la creación de la película del ratón Mickey.

Partiendo que el activo más valioso de cualquier organización es su personal y la capacidad que tiene de concebir ideas, el torbellino de ideas es una técnica para inspirar ideas, por medio de la cual se estimula la capacidad de pensar en forma creativa, mejorando la eficiencia intelectual de un equipo. Conviene recordar que cada persona sólo utiliza el 10% de su capacidad de reflexión.

El torbellino de ideas se utiliza en cualquier etapa del proceso de mejora continua de la calidad ya

que permite destrabar el pensamiento creativo de un equipo con la finalidad de generar y aclarar una lista de ideas, que permitan identificar posibles soluciones a ciertos problemas o temas.

El torbellino de ideas es una manera de generar ideas rápidamente para que sean consideradas en forma posterior mediante el empleo de otras herramientas. Es útil como una técnica que contribuye con las herramientas de planificación y organización.

Existen 4 **reglas básicas** para llevar a cabo una sesión de torbellino de ideas:

- no se debe hacer críticas (evitar también los gestos)
- se debe prestar atención y recoger todas las ideas, pueden generarse ideas alocadas ya que ninguna idea es mala
- se debe pensar en forma creativa y espontánea
- se debe generar la mayor cantidad posible de ideas, lo que cuenta es la cantidad no la calidad

3.1.1 Metodología

La metodología para llevar a cabo un torbellino de ideas consta de dos fases: una fase de generación de ideas y otra fase de aclaración de las mismas.

En la **fase de generación** el moderador recuerda a los participantes las directrices para llevar a cabo cualquier torbellino de ideas y el propósito de la sesión particular a la cual se ha convocado al equipo. Todos los integrantes del equipo deben participar, no hay observadores en un torbellino de ideas.

Las directrices que se aconseja que sigan el equipo de trabajo en una sesión de torbellino de ideas son:

- identificar claramente el problema a resolver en esa sesión particular, es decir, fijar el objetivo
- cada integrante del equipo toma un turno, en una secuencia, estableciendo una única idea (en una frase lo más corta posible)
- a partir de cada idea los restantes integrantes del equipo pueden encontrar la inspiración para una nueva idea
- se registra las ideas de modo que todos los integrantes del equipo puedan verlas (esto depende de la metodología empleada)
- el proceso continúa hasta que no se generan más ideas (o si el moderador ha establecido un tiempo máximo para esta fase).

El moderador puede alentar a los otros participantes a modificar o combinar ideas, superponiéndolas con otras para obtener una nueva idea.

Durante la generación de ideas los participantes no deben detenerse a evaluar su propia idea o las de otros.

En la **fase de aclaración** el grupo revisa todas las ideas propuestas, para asegurarse que no haya faltado alguna y para tratar que cada integrante del equipo entienda las ideas tal como han sido formuladas.

En esta etapa no se evalúa las ideas en cuanto a su contenido o adecuación para lo que se desea resolver. En esta etapa no utilice frases “matadoras” que limitan la creatividad, como: “ya hicimos eso antes”, “eso no dará resultado”, “el jefe no lo aprobaría” o “es contra la política de la empresa”.

3.1.2 Tipos de sesiones

A los efectos de llevar a cabo un torbellino de ideas se puede emplear diferentes tipos de sesiones:

- **pizarra** implica escribir las ideas en tarjetas y colocarlas sobre una pizarra, rotafolio o similar, de forma que todos los integrantes del equipo puedan visualizar las ideas fácilmente. Este método aparece descrito, también, como el método de «metaplan».
- **listado** implica que el moderador del equipo o alguno de los integrantes designado por él escribe las ideas en una lista (en papel o sobre una pizarra), reuniéndolas por turno de intervención de cada persona. El inconveniente principal de este método se encuentra cuando se pretende continuar con etapas posteriores a esta generación inicial de las ideas.
- **circulación de tarjetas** implica que cada participante recibe un conjunto de tarjetas vacías al comienzo de la sesión que hace circular en un sentido establecido por el moderador. El participante genera una primera idea y luego puede inspirarse en la de sus compañeros de equipo para generar las siguientes. En este método podría suceder que algunas ideas se repitan por cuanto son generadas simultáneamente por varios integrantes del equipo, al no estar expuestas a los mismos.
- **cacerola de ideas** implica que cada participante escribe sus ideas en tarjetas individuales que vuelca en un lugar central de la mesa o en un dispositivo expresamente establecido («la cacerola» o «el sombrero»). Cada participante no conoce las ideas generadas por sus compañeros hasta un momento en el cual el moderador detiene la primera ronda de la sesión para leerlas todas. Luego se continúa de la misma manera en sucesivas rondas.

Es factible, asimismo, hacer una combinación de estos tipos de sesiones para un mejor aprovechamiento de los aspectos positivos de cada una de ellos y minimizar los aspectos negativos que puedan tener.

3.2 DIAGRAMA DE AFINIDADES

El **diagrama de afinidades**, conocido bajo el nombre de “método KJ” del nombre Kawakita Jiro, se utiliza generalmente como una herramienta para organizar en grupos una gran cantidad de ideas, de opiniones o de asuntos relacionados entre sí sobre un problema particular.

Cuando se recolectan una gran cantidad de ideas, opiniones u otros asuntos acerca de un tema o problema en particular, esta herramienta organiza la información en grupos o problemas basados en las relaciones naturales que existen entre ellos.

El diagrama de afinidades está pensado para estimular la creatividad y la participación plena en equipos de trabajo de tamaño reducido, de preferencia constituidos por personas que están acostumbradas a trabajar juntas.

Esta herramienta se usa para organizar ideas generadas por la herramienta **torbellino de ideas**.

3.2.1 Metodología

La metodología a emplear depende de la conformación y de la experiencia del equipo de trabajo.

Generalmente se emplea como herramienta posterior al torbellino de ideas, aunque también es posible que el equipo de trabajo emplee directamente esta herramienta siempre que el mismo ya este conformado y sus integrantes se conozcan.

Las ideas se agrupan de modo que:

- se coloquen en un mismo grupo las ideas que parecen estar relacionadas
- se limita la cantidad de grupos a un máximo de diez
- no se fuerce la inclusión de ideas en los distintos grupos
- crear un encabezamiento o título que capte el significado de cada grupo
- partiendo de los títulos obtenidos anteriormente, se intenta ahora reagrupar en un nivel de abstracción suplementaria las ideas semejantes
- los reagrupamientos así realizados son objeto de un título como en la operación precedente.

En esta etapa los integrantes del equipo de trabajo pueden generar nuevas ideas a medida que se desarrolla el agrupamiento.

3.2.2 Ejemplos de diagrama de afinidad

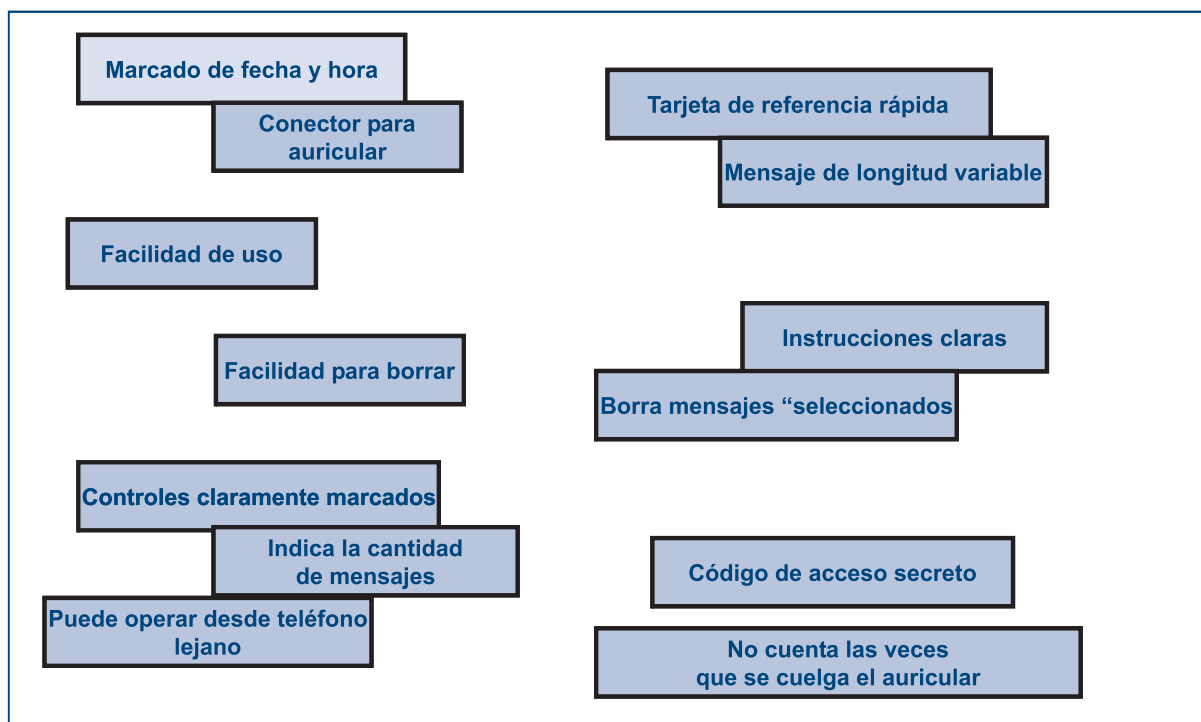


Fig. 3.2.2.a Despliegue aleatorio

Mensajes de longitud variable Marcado de fecha y hora No cuenta las veces que se cuelga El auricular Indica la cantidad de mensajes	Mensajes entrantes
Código de acceso secreto Conector para auricular	Privacidad
Instrucciones claras Tarjeta de referencia rápida	Instrucciones
Controles claramente marcados Facilidad de uso Puede operar desde teléfono lejano	Controles
Facilidad para borrar Borra mensajes “seleccionados”	Borrado

Fig. 3.2.2.b Datos organizados por agrupamientos

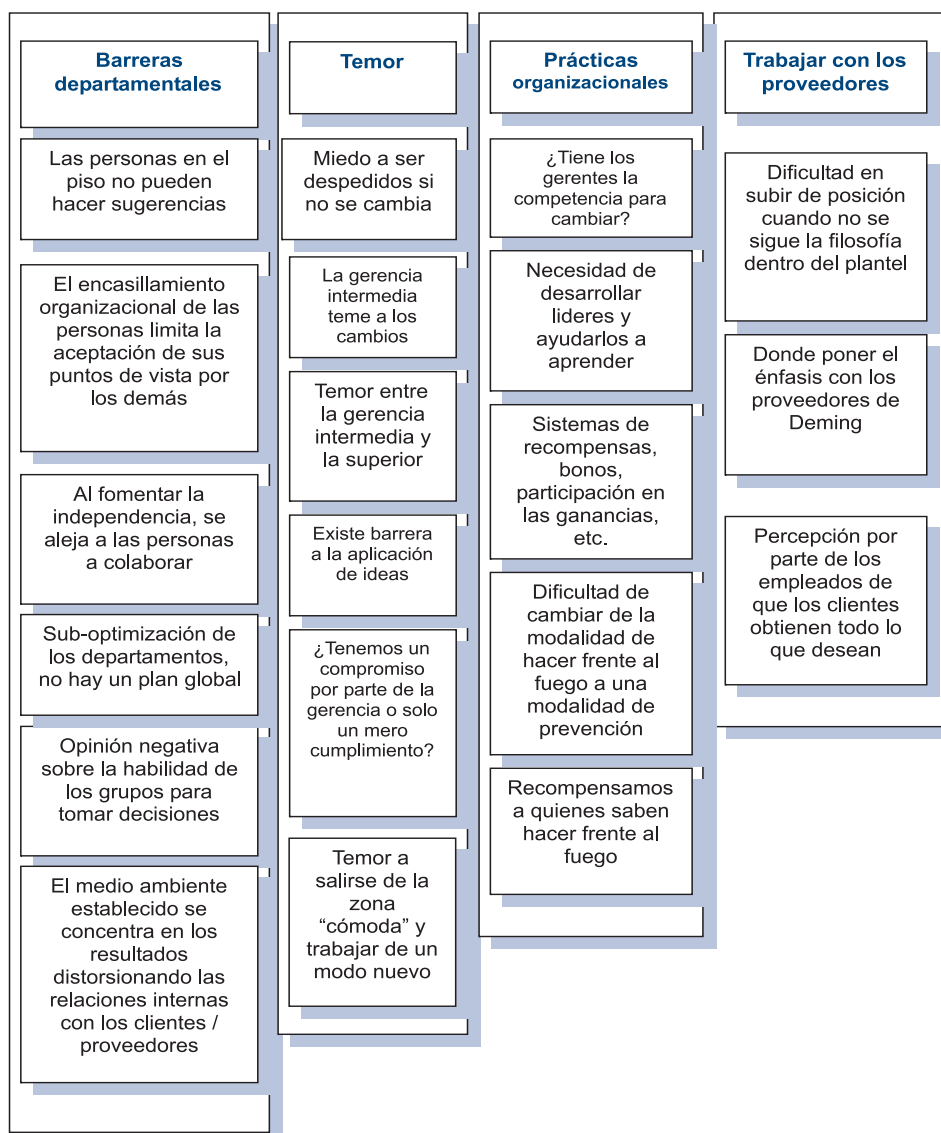


Figura 3.2.2.c Diagrama de afinidad, extraído Howard S. Gitlow
“Planificando para la calidad, la productividad y una posición competitiva”

3.3 DIAGRAMA DE CAUSAS-EFECTO DE ISHIKAWA

El diagrama de causas-efecto de Ishikawa, así llamado en reconocimiento a Kaouru Ishikawa ingeniero japonés que lo introdujo y popularizó con éxito en el análisis de problemas en 1943 en la Universidad de Tokio durante una de sus sesiones de capacitación a ingenieros de una empresa metalúrgica explicándoles que varios factores pueden agruparse para interrelacionarlos. Este diagrama es también conocido bajo las denominaciones de cadena de causas-consecuencias, diagrama de espina de pescado o “fish-bone”.

El diagrama de Ishikawa es un método gráfico que se usa para efectuar un diagnóstico de las posibles causas que provocan ciertos efectos, los cuales pueden ser controlables.

Se usa el diagrama de causas-efecto para:

- analizar las relaciones causas-efecto
- comunicar las relaciones causas-efecto y
- facilitar la resolución de problemas desde el síntoma, pasando por la causa hasta la solución.

En este diagrama se representan los principales factores (causas) que afectan la característica de calidad en estudio como líneas principales y se continúa el procedimiento de subdivisión hasta que están representados todos los factores factibles de ser identificados.

El diagrama de Ishikawa permite apreciar, fácilmente y en perspectiva, todos los factores que pueden ser controlados usando distintas metodologías. Al mismo tiempo permite ilustrar las causas que afectan una situación dada, clasificando e interrelacionando las mismas.

El diagrama puede ser diseñado por un individuo, pero es aconsejable que el mismo sea el resultado de un esfuerzo del equipo de trabajo quien previamente utilizó el diagrama de afinidades.

3.3.1 Metodología

Las etapas para hacer un diagrama de causas-efecto son las siguientes:

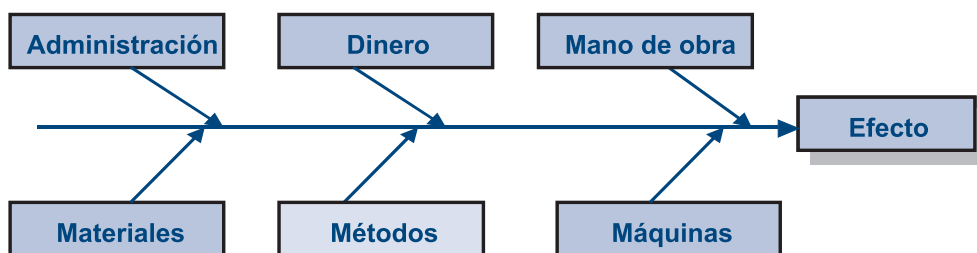
1. Decidir el efecto (por ejemplo una característica de la calidad) que se quiere controlar y/o mejorar o un problema (real o potencial) específico.
2. Colocar el efecto en un rectángulo en el extremo de una flecha.



3. Escribir los principales factores vinculados con el efecto sobre el extremo de flechas que se dirigen a la flecha principal (en general se considera aquí los factores de variabilidad más comunes). Cada grupo individual forma una rama.

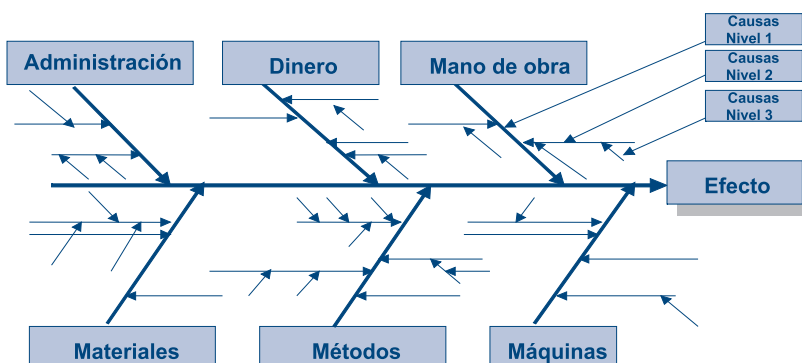
Como ejemplo las principales categorías consideradas son 6: dinero, máquinas, material, métodos, mano de obra y administración. Tener presente que no todas las 6 categorías se aplican a todos los problemas. Otras categorías pueden ser: datos y sistemas de información; ambiente; mediciones; etc.

Las categorías definidas en un diagrama de afinidades, derivado de un torbellino de ideas, puede ser utilizadas como contribuciones para estos factores principales.

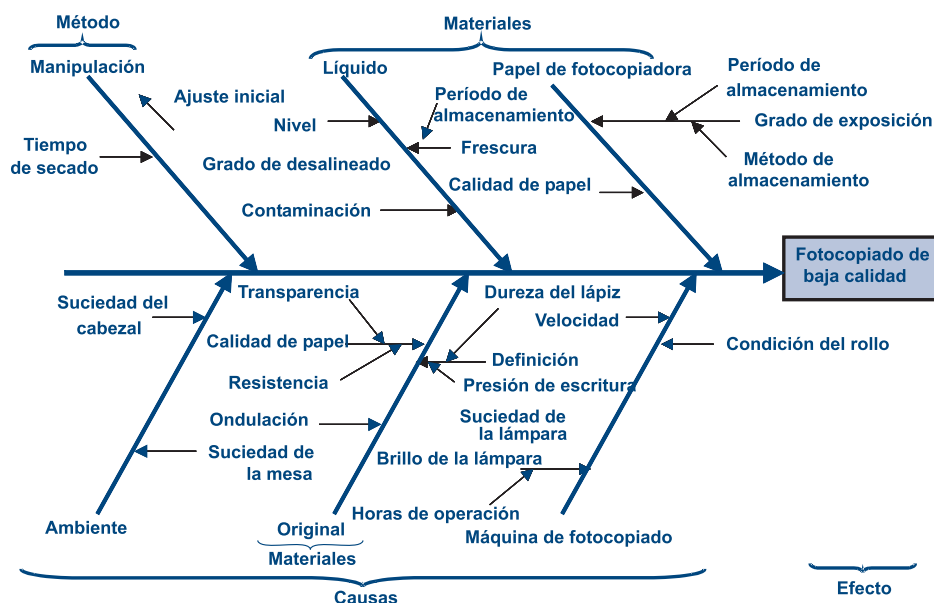


4. Escribir, sobre cada una de estas ramas, los factores secundarios. Un diagrama bien definido tendrá ramas de al menos dos niveles y varias ramas tendrán tres o más niveles
5. Continuar de la misma forma hasta agotar los factores.
6. Completar el diagrama, verificando que todas las causas han sido identificadas.

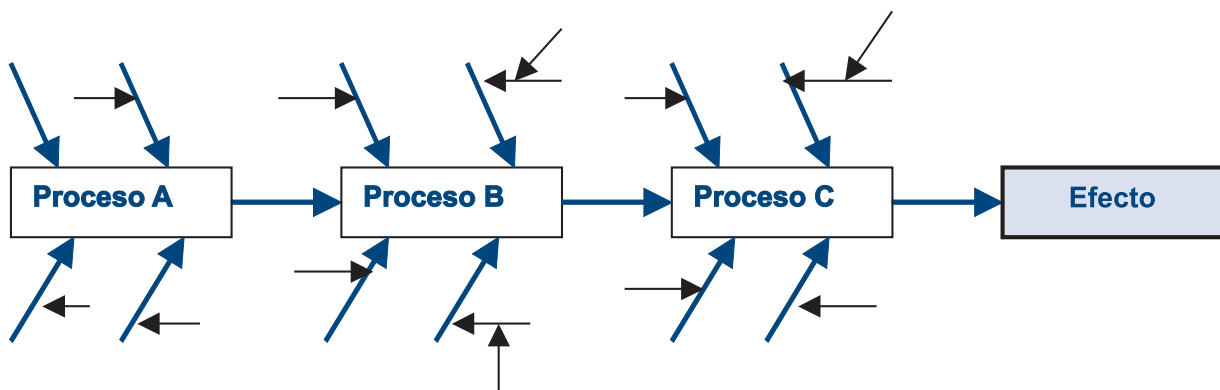
Un buen diagrama de causas-efecto es el que se ajusta al propósito para el cual se elabora y que no tiene una forma definida. Un mal diagrama de causas-efecto es aquel que solamente identifica efectos primarios.



3.3.2 Ejemplo diagrama de Ishikawa



3.3.2.a Diagrama de Ishikawa para el fotocopiado



3.3.2.b Ejemplo (diagrama de Ishikawa para más de un proceso)

3.3.3 Métodos de construcción

Hay varios métodos para construir diagramas de causas-efecto, dependiendo de cómo se ordenan los diagramas. Dichos métodos pueden dividirse en tres tipos:

- **tipo análisis de dispersión** en que hay que preguntarse ¿por qué ocurre la dispersión? Su principal ventaja es que ayuda a organizar y relacionar factores. Su principal desventaja es que la forma del diagrama depende de la persona o grupo que lo hace y las pequeñas causas, a veces, no se rescatan
- **tipo clasificación del proceso de realización** en que la línea principal del diagrama sigue el proceso de realización y todos los factores que afectan a la calidad se incorporan en cada etapa del proceso. Su principal ventaja es que al seguir la secuencia del proceso es fácil de hacer y de comprender. Su principal desventaja es que las causas similares aparecen repetidas y las causas debidas a una combinación de más de un factor son difíciles de ilustrar; ver ejemplo Fig. 3.3.2.b
- **tipo enumeración de causas** en que las posibles causas simplemente se colocan en una lista (es conveniente emplear un pizarrón), tratando que todos los que aporten ideas piensen tan libremente como sea posible. Su principal ventaja es que todas las causas se listan y no se olvida ninguna de las causas principales. Su principal desventaja es que es difícil relacionar las causas secundarias con el resultado, por lo cual el diagrama es difícil de dibujar.

3.3.4 Formas de uso

Las principales formas de usar un diagrama de Ishikawa son las siguientes:

- a) **Como un medio educativo**, sobre todo combinado con tormenta de ideas. Cada persona que

toma parte en la realización de un diagrama de causas-efecto adquirirá nuevos conocimientos. Incluso las personas que no conocen todavía con profundidad sus tareas, pueden aprender mucho haciendo dicho diagrama o estudiando uno que haya sido completado por un grupo.

b) **Como una guía para la discusión en equipos interdisciplinarios.** Una discusión puede no ser útil cuando los interlocutores no modifican su postura fácilmente. Cuando discuten frente a un diagrama causas-efecto, cada uno aporta sus propias ideas y las comparte con los restantes integrantes del grupo. Pero, además, todos saben cuánto ha avanzado la discusión, con lo cual se evitan las repeticiones y, entonces, las conclusiones se logran más rápidamente.

c) **Como un medio de interacción activa.** Siempre que se descubre un efecto inusual, se piensa activamente sobre las causas y se expresan sobre el diagrama. Si alguna causa se pierde, esto puede ser verificado.

d) **Como un medio de recolección de datos.** Cuando ocurre un cambio en la calidad, es importante encontrar el porcentaje de dispersión, el rango de dispersión, etc. Pero estos valores solamente indican lo que ha sucedido, no proporcionan ninguna solución. En casos de cambios en la calidad, es factible estudiar las causas cuidadosamente, verificarlas y registrarlas en el diagrama de causas-efecto. Los datos que tienen mayor confiabilidad son encerrados en un círculo y esto es útil.

e) **Como un medio de mostrar el nivel tecnológico.** Cuando es posible dibujar un diagrama de causas-efecto, esto significa que se tiene un buen conocimiento del proceso de realización. Es decir, cuanto mayor es el nivel tecnológico del personal operativo, se obtendrá un mejor diagrama. Incluso es posible emplear algunas marcas en el diagrama que permitan comprender el nivel de capacidad tecnológica del proceso. Por ejemplo:

- i. cuando la relación entre la característica de la calidad y una causa se puede demostrar cuantitativamente en números exactos, esto se indica como un recuadro;
- ii. cuando la relación entre la característica de la calidad y la causa es difícil de demostrar en números pero se sabe que dicha relación es definida, esto se indica mediante subrayado;
- iii. cuando no hay una prueba real de que una causa está relacionada con el problema, entonces no se hace ninguna marca. Cuanta mayor cantidad de causas sean marcadas con recuadros o subrayados, esto indica un mayor nivel tecnológico de quienes han elaborado el diagrama causas-efecto.

f) **Como un medio para resolver cualquier problema.** Un diagrama causas-efecto ilustra la relación entre las causas y el efecto de manera racional. Entonces puede usarse en cualquier situación, para indicar más claramente las causas de modo que pueda tomarse acción rápidamente.

3.4 DIAGRAMA EN ÁRBOL

Se usa el diagrama de árbol para indicar las relaciones entre un tema y sus elementos componente.

El diagrama en árbol separa los componentes primarios, secundarios y terciarios que contribuyen a una situación relacionada con la calidad, de modo de estudiarlos con cierto grado de profundidad.

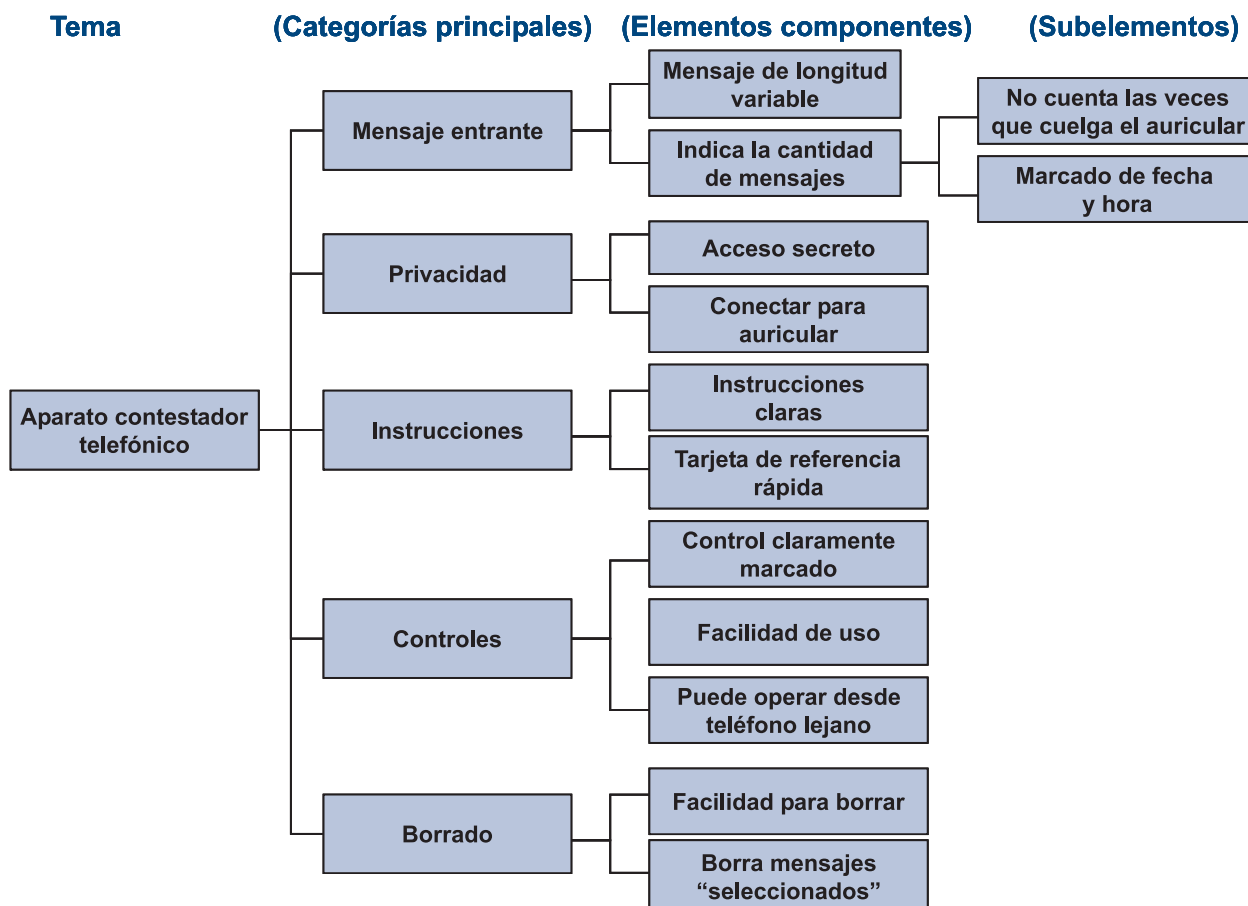
Las ideas generadas por un torbellino de ideas y agrupadas en un diagrama de afinidad, pueden convertirse en un diagrama de árbol para indicar relaciones lógicas y secuenciales.

La presentación es diferente al diagrama de Ishikawa, sin embargo los principios para su establecimiento son similares.

3.4.1 Metodología

- establecer clara y simplemente el problema a ser estudiado
- definir las categorías principales del problema (se efectúa un torbellino de ideas o se usa las tarjetas de encabezamiento del diagrama de afinidad)
- Construir el diagrama colocando el problema en una casilla en el lado izquierdo. Colocar las categorías principales como ramas laterales a la derecha
- Definir, para cada categoría principal, los elementos componentes y cualesquiera subelementos
- Colocar para cada categoría principal, como ramas laterales a la derecha, los elementos y subelementos componentes.
- Revisar el diagrama para asegurarse que no hay vacíos, ya sea de secuencia o de lógica.

3.4.2 Ejemplo



3.5 DIAGRAMA DE DECISIONES DE ACCIÓN

Cuando se trata de establecer un plan de acción intervienen varias hipótesis que deben establecerse para lograr un objetivo fijado. Cuanto más acertadas sean estas hipótesis, lo planificado se encontrará más cercano al objetivo.

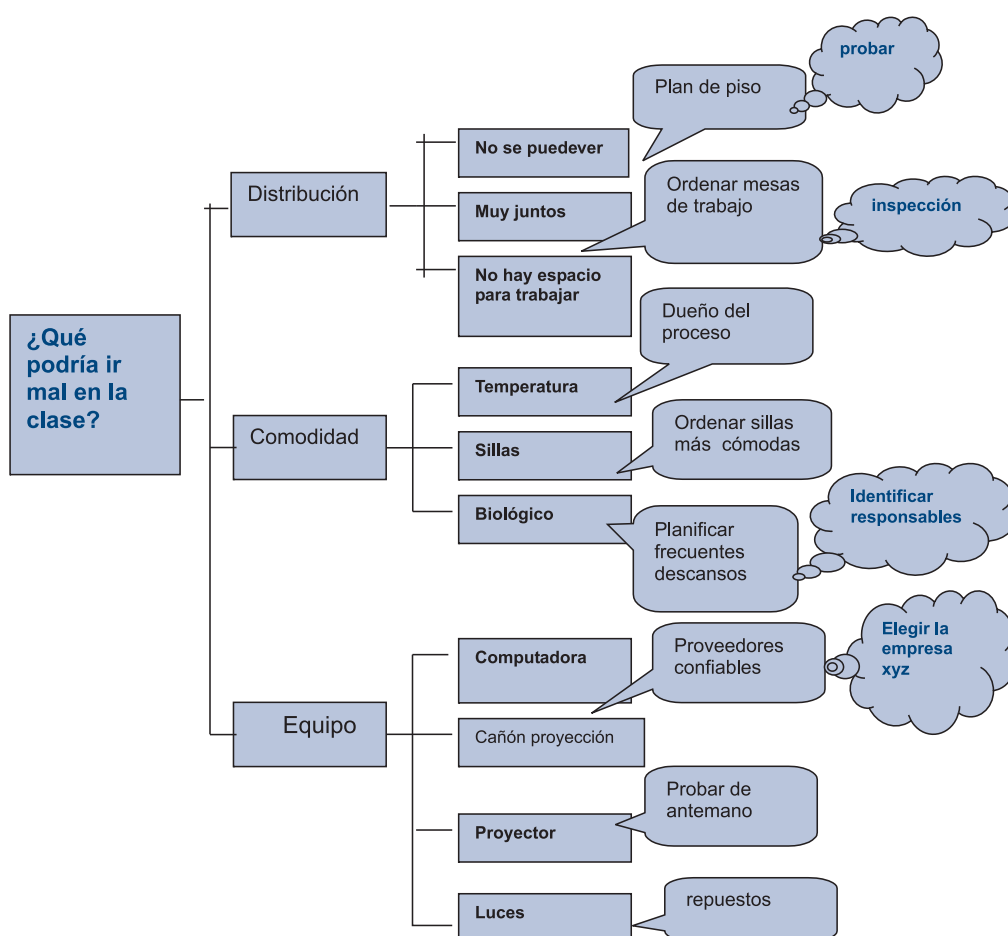
El diagrama de decisiones de acción («process decision program chart», PDPC) es una herramienta que permite efectuar el análisis sistemático para ejecutar el plan de acción más acertado. Ayuda a anticipar y desarrollar planes de contingencia para evitar posibles problemas al poner en ejecución una acción.

Si se trata de evitar la aparición de un defecto o una no-conformidad, hay que establecer previamente todas las posibles vías de que esto suceda. El diagrama de decisiones de acción permite realizar una búsqueda de estos posibles riesgos de una manera sistemática.

La construcción del diagrama de decisiones de acción se realiza trazando el camino ideal para, partiendo de una cierta situación, se logre alcanzar un objetivo establecido, haciendo aparecer en la representación gráfica las situaciones indeseables, así como las formas de evitarlas.

El PDPC también se lleva a cabo empleando la dinámica de equipo, con un moderador y una cantidad de participantes variables, de acuerdo al problema que se pretende resolver.

3.5.1 Ejemplo ¿Qué podría suceder en una clase de capacitación?



3.6 DIAGRAMA DE PARETO

Se usa un diagrama de Pareto para:

- presentar, en orden de importancia, la contribución de cada elemento al efecto total
- ordenar las oportunidades de mejora.

Un diagrama de Pareto es una técnica gráfica simple para ordenar elementos, desde el más frecuente hasta el menos frecuente, basándose en el principio de Pareto.

Hay consenso en admitir que en numerosas situaciones que se plantean en las organizaciones, los problemas tienen una importancia desigual, fenómeno que no está limitado a cuestiones relativas a la calidad.

En estos casos se da el principio de «**los pocos vitales y los muchos triviales**» que se conoce como principio de Pareto. Dicha proporción, en una gran mayoría de los casos, ha resultado ser de aproximadamente un **20%** para los “**pocos vitales**” y de un **80%** para los “**muchos triviales**”. Este 20% es el responsable de la mayor parte del efecto que se produce.

Esta denominación se debe a Juran, quien a fines de la década de los 40 comprendió que se trata de un principio de carácter universal.

Utilizando las curvas acumulativas de M.O. Lorenz se puede desarrollar un análisis de Pareto de fundamental interés en relación con la temática de la calidad.

El principio de Pareto es simultáneamente varias cosas:

- es un estado de la naturaleza que se da en varias circunstancias,
- es una forma de llevar adelante proyectos (lo que puede denominarse una herramienta de gestión) y, también,
- es una manera de pensar con respecto a los problemas que afectan a todas las cosas (en la cual predomina el principio de la racionalización).

Si se distingue los elementos más importantes de los menos importantes, se ha de obtener el mayor mejoramiento con el menor esfuerzo.

El diagrama de Pareto presenta, en orden decreciente, la contribución relativa de cada elemento al efecto total. Dicha contribución relativa puede basarse en la cantidad de sucesos, en el costo asociado con cada elemento u otras mediciones de impacto sobre el efecto. Se usa bloques para indicar la contribución relativa de cada elemento. Se emplea una curva de frecuencias acumuladas para indicar la contribución acumulada de los elementos.

El diagrama de Pareto es un ejemplo clásico de un **histograma**.

3.6.1 Metodología

Previo a construir un diagrama de Pareto es necesario recolectar los hechos, las observaciones o los resultados necesarios. Esto puede hacerse de la siguiente manera:

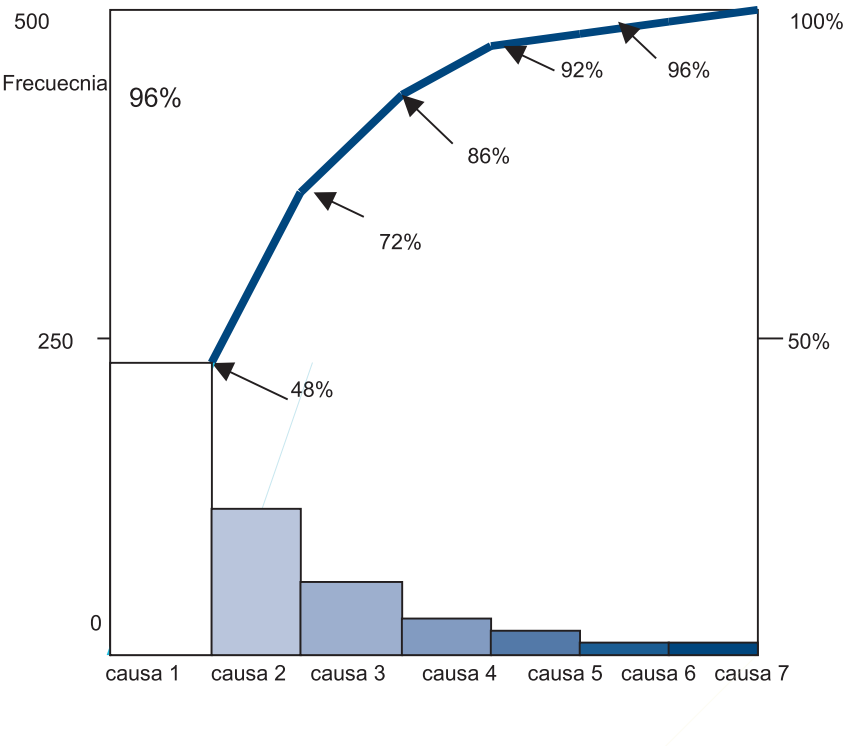
- cada integrante del equipo vota sobre cuáles son las categorías principales, en un **diagrama de causas-efecto (diagrama de Ishikawa)**. Puede ser útil que cada persona fundamente su voto, de modo de facilitar el logro de un consenso rápidamente o dibujar el diagrama de Pareto con los votos
- cada persona tiene 5 votos y puede colocarlos en cualquier lugar del diagrama de causas-efecto. Es recomendable hacer esto junto con un corte de la sesión de modo que el moderador tenga tiempo de hacer el diagrama de Pareto con los resultados de la votación
- La misma metodología puede utilizarse dando a cada persona 100 puntos para distribuir entre las tarjetas ordenadas, empleando la misma metodología para ubicarlas.

El principio de Pareto describe la forma en la cual ocurren las causas, tanto en la naturaleza como en el comportamiento humano. Puede ser una herramienta de gestión muy poderosa para enfocar los esfuerzos del personal hacia los problemas y las soluciones que tienen el mayor potencial de rentabilidad.

El diagrama de Pareto también puede ser utilizado para ordenar datos obtenidos de la aplicación de otras herramientas diferentes al diagrama de Ishikawa las cuales se describen en la unidad temática 4.

La metodología incluye las siguientes etapas:

- se selecciona los elementos a estudiar
- se selecciona la unidad de medición para el análisis, por ejemplo: cantidad de sucesos, costos u otra medición de impacto
- se selecciona el período de tiempo en que se va a analizar los resultados obtenidos
- se hace un listado de los elementos desde la izquierda hacia la derecha sobre el eje horizontal, de modo que disminuya la magnitud de la unidad de medición. Las categorías que contienen los elementos menores pueden combinarse en una categoría denominada «otros». Esta categoría se coloca en el extremo derecho del eje
- se construye dos ejes verticales, uno en cada extremo del eje horizontal. La escala del eje izquierdo debería estar calibrada en la unidad de medición y su altura debería ser igual a la suma de las magnitudes de todos los elementos. La escala sobre el eje derecho debe tener la misma altura y calibrarse de 0 a 100 %
- se dibuja, encima de cada elemento, un rectángulo cuya altura representa la magnitud de la unidad de medición para ese elemento
- se construye la curva de frecuencia acumulada, sumando las magnitudes de cada elemento, de izquierda a derecha (ver figura 3.6.2.a)
- se usa el diagrama de Pareto para identificar los elementos más importantes para la me-



Causa 1	Línea ruidosa
Causa 2	Línea abierta
Causa 3	Alarma
Causa 4	No responde
Causa 5	No suena
Causa 6	Falta mantenimiento
Causa 7	otros

Nota: El diagrama anterior indica que las líneas ruidosas y las líneas abiertas contabilizan el 72% de los informes de dificultades con los teléfonos y esto indica las mayores posibilidades de mejoramiento.

Figura 3.6.1.a Representación gráfica del diagrama de Pareto

3.7 TÉCNICA DE DELPHI

La técnica de Delphi (Delfos) denominada, también: consenso del pequeño grupo o consenso de la opinión experta, es una variante del torbellino de ideas.

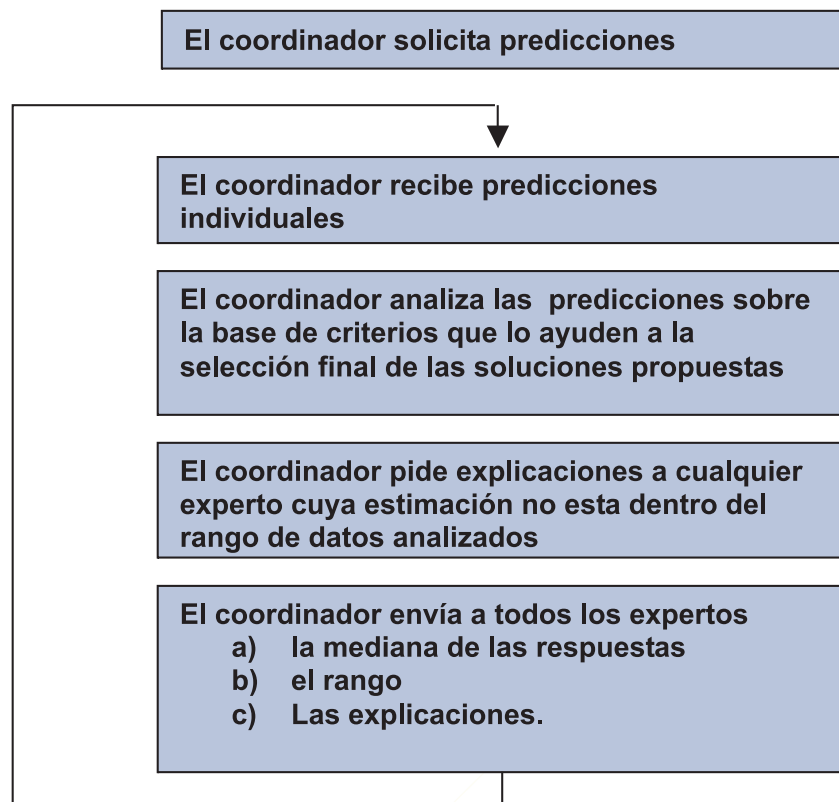
Es una técnica iterativa para lograr un consenso (no una combinación de opiniones) en un grupo de expertos. Lograr que los expertos lleguen a un acuerdo es una tarea bastante difícil, especialmente cuando actúan en el mismo ámbito. La combinación analítica de opiniones es un área de desarrollo reciente, de gran interés para el empleo de la inteligencia artificial en la gestión total de la calidad.

El procedimiento para llevar a cabo la técnica de Delphi es similar al de otros procedimientos empleados en la dinámica de equipos, con la diferencia que los expertos envían sus respuestas a un facilitador pero no se reúnen con la finalidad de evitar conflictos en temáticas técnicas. Este método elimina conflictos de personalidad en áreas técnicas y es útil para evitar que las personalidades más fuertes impongan sus puntos de vista en la discusión.

3.7.1 Etapas

La técnica de Delphi (Delfos) implica:

1. Identificar un coordinador y un grupo de expertos (internos o externos de la organización)
2. Definir la tarea tan claramente como sea posible.
3. Establecer un criterio para la selección final de las soluciones propuestas (por ejemplo: calidad, productividad, costos, etc.).
4. Comunicación a través de un coordinador. Este proceso se ilustra a continuación como ejemplo.



3.7.2 Ejemplo de Técnica de Delphi

Una compañía que produce auto partes para los fabricantes de vehículos forma un grupo de expertos de cuatro personas. Este equipo debía “adivinar” los impactos externos a la compañía en el corto plazo (18 a 24 meses).

El facilitador preparó un cuestionario que contenía preguntas abiertas y cerradas. Después de cada ronda, se les hacía un feedback a los expertos sobre la encuesta, incluso se les informaba cuantos (pero no quienes) respondían a las preguntas cerradas.

Después de tres rondas el panel de expertos arribó a las siguientes conclusiones:

1. los precios de la materia prima aumentarían entre un 5 y 7 %
2. la inflación treparía al 5-6 %.
3. los principales compradores establecerían clasificaciones de calidad a sus proveedores.
4. el precio de la mano de obra aumentaría un 10-15%.
5. la competencia extranjera incrementaría su participación en el mercado un 3-9%.
6. la participación de mercado de la compañía debería aumentar al 12 % para mantener su posición.

Recomendaciones:

- El facilitador no debería ser un experto en el área en cuestión. Un poco de conocimiento en el tema puede conducir a conjeturas que contemplen la afinidad de opiniones.
- Reformular las respuestas (si son manuscritas) en un formato anónimo completamente inédito.
- Ser cauteloso con las múltiples alternativas.
- No tomar el camino corto utilizando las “reglas de la mayoría” en la primer ronda.

3.8 DIAGRAMA DE INTERRELACIONES

El diagrama de interrelaciones o diagrama de flechas, le permite a un equipo identificar las conexiones lógicas y secuenciales entre el problema de un producto/ servicio o proceso y las ideas relacionadas con el mismo. El equipo de trabajo genera muchas ideas referentes al problema, luego identifica los patrones entre el problema y las ideas generadas.

Frecuentemente las tarjetas creadas por un “brainstorming - diagrama de afinidad” constituyen un punto de partida para un diagrama de interrelaciones.

Siempre es posible tener una sesión de “ideas súbitas u opiniones” para usarlas en este diagrama.

Los diagramas de interrelaciones son útiles si el problema que se estudia:

- tiene complejas relaciones de causa y efecto o de objetivos a medias con ideas relacionadas
- necesita de la comprensión de su interrelación de un problema con ideas y conceptos para la solución del problema
- necesita de una comprensión total de sus relaciones lógicas y secuenciales con ideas relacionadas
- se cree que es un síntoma y no un problema básico
- necesita mucho tiempo para solucionarse

- necesita de la dedicación de varios individuos, posiblemente en varios departamentos, para resolverse (participación por consenso).

Los diagramas de interrelaciones no son útiles si el problema es sencillo o necesita de una solución inmediata.

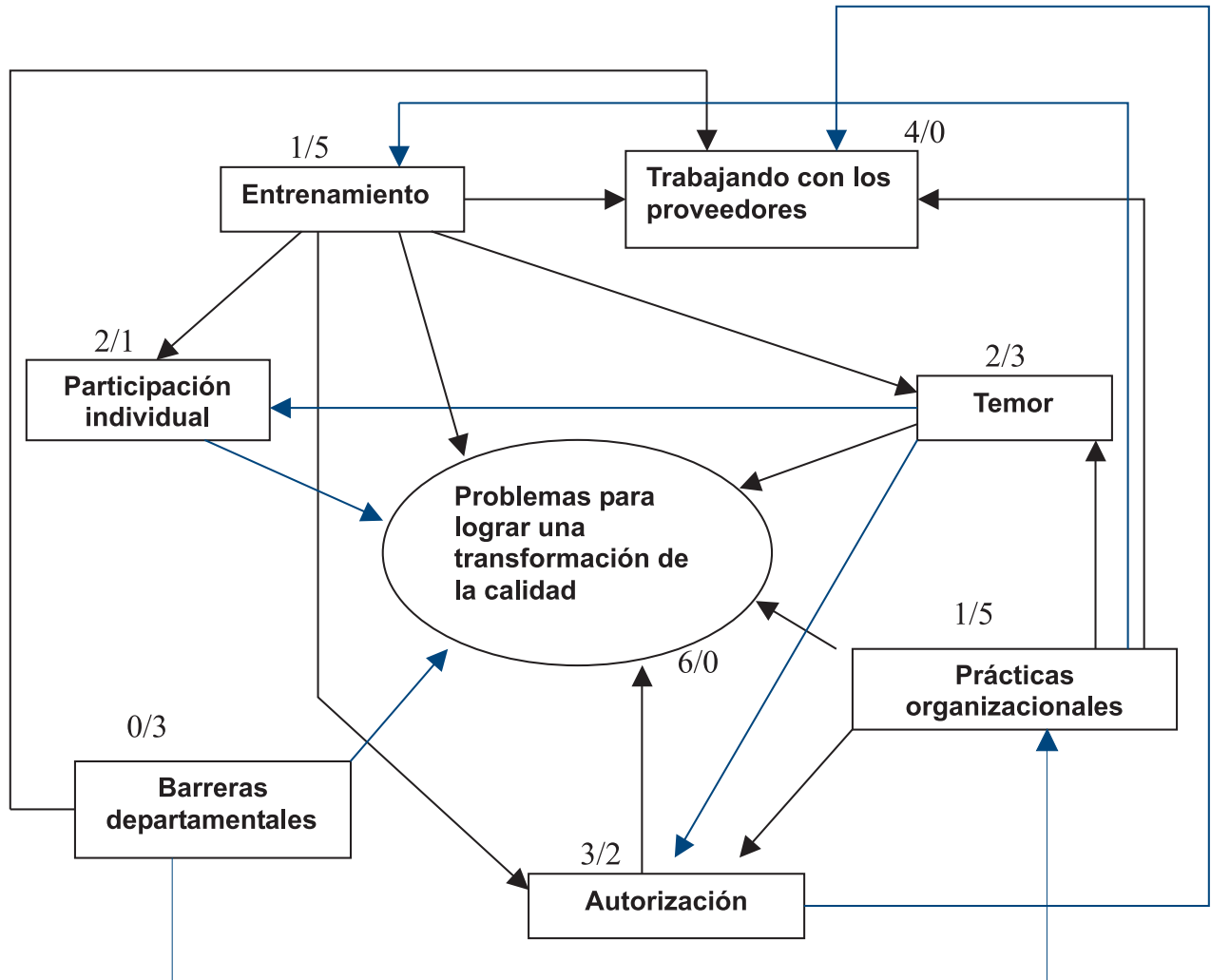


Fig. 3.8.3 Diagrama de interrelaciones ¿Cuáles son los problemas para lograr la calidad?

UNIDAD TEMÁTICA 4 - HERRAMIENTAS PARA RECOGER RESULTADOS Y PRESENTAR INFORMACIÓN

OBJETIVO

Se introduce al participante en el empleo de las herramientas para la recolección de resultados hechos u observaciones y de las herramientas para la presentación de la información obtenida a partir de las primeras.

4.0 INTRODUCCIÓN

Toda organización debe recolectar resultados, hechos u observaciones y tratar los datos como un recurso fundamental para su conversión en información y para el desarrollo continuo del conocimiento de la misma, el cual es esencial para la toma de decisiones basadas en hechos y además para estimular la innovación.

La organización debería determinar también una metodología para la presentación de esa información en forma clara y entendible en todos los niveles de la misma.

4.1 CICLO DE LA INFORMACIÓN

En la temática de la calidad es fundamental recolectar resultados de modo de obtener información válida que permita tomar decisiones basándose en hechos.

El cerebro humano recorre, en forma ininterrumpida y muchas veces inconsciente, el siguiente ciclo(ciclo de la información):

- recolección, obtención o captación de resultados, hechos, observaciones o evidencias objetivas
- selección y ordenamiento de dichos resultados, hechos, observaciones o evidencias objetivas
- transformación de los resultados, hechos, observaciones o evidencias objetivas en datos, generalmente empleando técnicas estadísticas
- ordenación de los datos
- análisis de los datos ordenados
- obtención de la información
- presentación de la información
- toma de decisiones

Luego se reinicia el ciclo, obteniendo nuevos resultados, hechos, observaciones o evidencias objetivas, a fin de corroborar la bondad de la decisión u obtener otras informaciones que permitan tomar otras decisiones.

4.2 RECOLECCIÓN DE RESULTADOS

Los resultados que se recolectan deben ser adecuados para el propósito para el cual van a ser utilizados.

Cuando se recolectan los resultados se debería tener en cuenta cuál va a ser el posterior empleo de los mismos, pues ello ha de contribuir a una recolección en cantidad y con características metrológicas adecuadas.

Para ello es importante el diseño adecuado de los formularios o registros para la recolección de resultados, de modo que no se pierda información sobre las condiciones bajo las cuales la misma fue efectuada.

4.2.1 Metodología

La metodología a emplear para la recolección de los resultados consiste de las siguientes etapas:

Determinar qué es lo que se necesita recopilar. Está información se obtiene a través de la dinámica de equipo utilizando las herramientas de la gestión de calidad.

- se establece el propósito específico de la recolección de los resultados y se diseña el cuestionario correspondiente
- se identifica los resultados requeridos para lograr el propósito
- se determina cómo y quién va a estudiar los resultados

Hacer un borrador del formulario. Sería conveniente que intervinieran en la elaboración del mismo aquellos que van a completar la información.

Es conveniente registrar en el formulario lo siguiente:

- quién realiza la recolección de los resultados
- dónde son recolectados los resultados
- cuándo se recolectaron los resultados
- cómo se recolectaron los resultados

Implementar el formulario. Se efectúa un ensayo piloto del formulario para saber si satisface las necesidades de los usuarios. La implementación puede requerir un proceso de cambio, capacite al personal que lo va a aplicar.

Analizar y evaluar el formulario con regularidad. Si es necesario, se revisa y se modifica el formulario.

4.2.2 Objetivos

Los diversos objetivos para los cuales se efectúa recolección de resultados son los siguientes:

- **Resultados para ayudar a comprender la situación real**

Estos resultados se recogen para verificar el grado de variabilidad que presenta un proceso. Cuando la cantidad de resultados aumenta, pueden ordenarse estadísticamente para facilitar la comprensión y para explicarlos. Pueden hacerse estimaciones con respecto al comportamiento de los procesos, haciendo comparaciones con los valores especificados.

➤ **Resultados para el análisis**

Los resultados de ensayos pueden usarse, por ejemplo, para examinar la relación entre un defecto y su causa. Los resultados son recogidos examinando los resultados pasados y efectuando nuevos ensayos. En este caso, se utilizan varias técnicas estadísticas para obtener la información correcta.

➤ **Resultados para el control de procesos**

Después de investigar la calidad del producto, esta clase de resultados pueden usarse para determinar si el proceso de realización tiene un comportamiento normal o no. Los gráficos de control se usan en esta evaluación y acción se toma sobre la base de estos resultados.

➤ **Resultados para el ajuste**

Estos resultados se utilizan para ajustar los parámetros del proceso a los establecidos en el correspondiente procedimiento.

➤ **Resultados para la aceptación**

Estos resultados se utilizan para la aceptación o el rechazo de materiales, de componentes o de productos después de realizar una inspección, sea esta efectuada al 100 % o por muestreo. Sobre la base de la información obtenida es posible tomar la decisión de qué hacer con dichos materiales, componentes o productos.

4.2.3 Tipos

Los resultados pueden ser clasificados de la siguiente manera:

- **Resultados contabilizables**, que son resultados enumerados, correspondientes a características de la calidad atributivas o **atributos**. Ejemplos: cantidad de unidades defectuosas, número de defectos, porcentaje defectuoso, etc.
- **Resultados obtenidos mediante mediciones**, que son resultados que pueden ser discretos o continuos, correspondientes a características de la calidad consideradas como **variables** discretas o continuas. Ejemplos: longitud, peso, temperatura, tiempo, etc.

4.2.4 Ejemplos

- **Hojas de resultados, formularios.** Las hojas de resultados se utilizan para reunir mediciones sobre variables.
- **Hojas de control.** Las hojas de control simplifican el proceso de recolección de resultados al proporcionar un formulario apropiado sobre el cual ingresar los resul-

tados. Estas hojas de control se pueden utilizar para las **variables** (características medibles, como dimensiones, composición química, etc.) así como para **atributos** (características verificables, roturas, grietas, etc.) y detección de fallas.

- **Lista de verificación.** Las listas de verificación son apropiadas para reunir información sobre atributos.

Las listas de verificación contienen temas o tópicos que son importantes o relevantes para una situación específica dada. Se usan bajo condiciones operativas, de modo de asegurar que se han ejecutado todos los pasos significativos o que se han tomado las acciones importantes.

Si bien las listas de verificación completadas deben ser analizadas posteriormente, su propósito principal es una guía de las operaciones, no utilizándose habitualmente para la recolección de resultados.

Las listas de verificación se utilizan más habitualmente en las fases de remedio y de mantener las ganancias en la resolución de problemas. Es decir, son una parte de la solución a los mismos.

Un buen ejemplo está constituido por las listas de verificación empleadas por los pilotos antes de iniciar el vuelo y por las que se emplea en las auditorías de la calidad.

Las herramientas descriptas para la recolección de resultados, no están limitadas solo a los procesos de fabricación, también son usadas para la medición de los servicios.

Causas de efectos	Tipos de defecto				
	Páginas faltantes	Copias sucias	Traslucimiento	Páginas fuera de secuencia	
Atascamiento de la máquina					
Humedad					
Toner					
Condición de los originales					
Otras (especificar)					
				Total	
Quién recoge los datos: Fecha: Dónde: Cómo:					

Tabla 4.2.4.a Formulario para la recolección de resultados

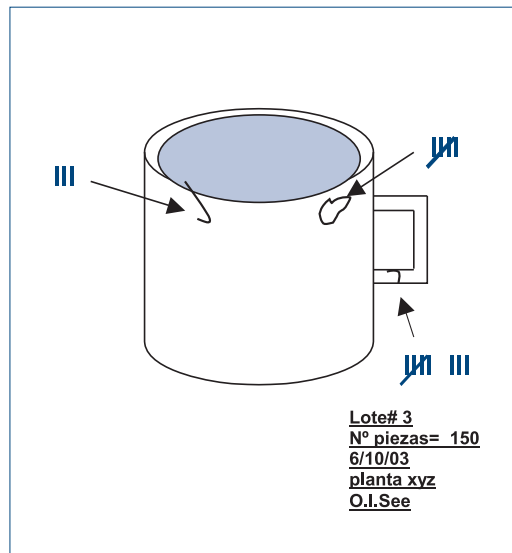


Figura 4.2.4.b Ejemplo de hoja de control y lista de verificación

4.3 SELECCIÓN Y ORDENACIÓN DE RESULTADOS

Los resultados recolectados deben, en primer lugar, ser seleccionados de modo de evaluar si los mismos representan la condición que se desea estudiar, es decir, si han sido recolectados adecuadamente.

Según sea el tipo de resultado y el significado del mismo, será diferente la manera seleccionarlos y ordenarlos, así como la posterior transformación de los mismos en datos.

Para permitir una adecuada selección es conveniente responder a dos preguntas:

- ¿Los resultados revelan el comportamiento de la realidad?
- ¿Los resultados han sido recolectados de modo que su uso posterior refleje el comportamiento de la realidad?

La primera pregunta tiene relación con la representatividad de los resultados y la segunda tiene relación con la objetividad de los mismos.

La ordenación de resultados, hechos, observaciones o evidencias objetivas, permite obtener una imagen clara de ellos, siendo una herramienta útil para el posterior análisis de los mismos.

En general cuando se pretende ordenar los resultados se acude a un formulario bajo la forma de una planilla resumen, de modo de efectuar la ordenación de manera consistente y que facilite su estudio posterior.

Por otra parte cuando se recolectan los resultados se debe tener en cuenta cuál va a ser el posterior tratamiento de los mismos (por ej.: tratamiento estadístico), pues ello ha de contribuir a una recolección adecuada en cantidad y con características metrológicas adecuadas.

4.4 TRANSFORMACIÓN, ORDENACIÓN Y ANÁLISIS DE LOS DATOS

Los datos son obtenidos mediante la transformación o la traducción de resultados, hechos, observaciones o evidencias objetivas.

Dicha transformación se realiza, habitualmente, empleando **técnicas estadísticas**.

Los datos deben ser ordenados de modo que pueda continuarse adelante con las siguientes etapas vinculadas con su utilización.

El análisis de los datos ordenados permite obtener información útil para la toma de decisiones.

Las metodologías empleadas para el análisis de datos dependen del tipo de datos disponibles, del significado de los mismos y del tipo de información que se desea obtener a partir de los mismos.

4.5 INFORMACIÓN

Se puede considerar que la información es la resultante del análisis de datos que han sido ordenados.

La información es un producto perecible, por lo cual debe ser continuamente validada y actualizada. Las características deseables de cualquier información son:

- ser objetiva
- ser actualizada
- rapidez de obtención
- ser confiable
- ser comprensible para quien la utilice
- llegar exclusivamente a los niveles necesarios
- ser proporcionada en la cantidad estrictamente necesaria
- tener el grado de confidencialidad adecuado
- ser brindada en el momento oportuno
- ser fácilmente archivable.

La información que no sea confiable o que no esté actualizada debe ser desechada, ya que no es útil y, además, puede conducir a la toma de decisiones incorrectas.

Toda información debe ser comunicada para que sea útil. En consecuencia es tan importante obtener información como transmitirla.

4.6 PRESENTACIÓN DE LA INFORMACIÓN

La información puede ser presentada de diversas maneras para facilitar la comprensión y la posterior toma de decisiones. La misma puede ser presentada en forma de **tablas de datos, gráficos, matrices, etc.**

La mayoría de las organizaciones representan gráficamente la información referida a varias de las actividades que se realizan en ellas. La elección de una representación gráfica se debe a que es

una manera de exponer dicha información en forma fácilmente visualizable para la mayoría de las personas que integran la organización, independientemente de su grado de instrucción. Los gráficos son fácilmente comprendidos mientras las palabras pueden no serlo.

Cuando algo se va a representar en forma gráfica es necesario dar respuesta a las siguientes tres preguntas:

- ¿Cuál es el propósito del gráfico?
- ¿Cómo se usa estos gráficos?
- ¿Cómo pueden hacerse más útiles los gráficos empleados?

En caso que se pueda dar respuesta fácilmente a estas preguntas, entonces los gráficos son una forma útil y sencilla de representar la información obtenida a través de una serie de etapas a partir de la observación de la realidad.

No puede argumentarse que los gráficos son complicados, difíciles de interpretar o que para comprenderlos es necesario tener conocimientos de estadística, puesto que los niños de primaria aplican los mismos sin grandes problemas.

4.6.1 Tipos de gráficos

Los diferentes tipos de gráficos que pueden encontrarse se agrupan de la siguiente manera:

- **gráficos lineales**
 - gráficos de líneas quebradas
 - gráficos de líneas curvas
- **gráficos de barras**
 - barras verticales / histogramas
 - barras horizontales
- **gráficos circulares o gráficos tipo torta**
- **gráficos radar**
- **gráficos pictóricos**
- **diagramas de dispersión**
- **análisis de regresión.**

Además pueden hacerse combinaciones entre los diferentes tipos de gráficos, por ejemplo: gráficos de barras con gráficos de líneas quebradas.

4.6.2 Forma de uso y lectura de los gráficos

Cuando se usa y se lee los gráficos es importante tener en cuenta algunos aspectos:

- tanto las tablas como los gráficos (excepto los gráficos circulares) están constituidas por un eje horizontal y un eje vertical, de modo que ambos elementos deben tenerse en cuenta cuando se lee el gráfico, tratando de comprender lo que representa cada uno de ellos y las relaciones entre ambos;
- un gráfico de barras indica muy claramente las cantidades y las relaciones entre

ellas, lo fundamental es conocer qué representan tanto el eje horizontal como el eje vertical y cuáles son las unidades en que se expresan;

- los gráficos lineales son adecuados para indicar cambios en magnitudes numéricas, para lo cual es necesario observar la dirección que tiene la línea. Algunos gráficos contienen dos o más líneas diferentes de modo de efectuar comparaciones (por ejemplo: gráficos de control). Lo importante de este tipo de gráficos es la relación entre las dos líneas;
- las tablas y los gráficos indican diversos valores numéricos en relación con características de la calidad. Para hacerlas fácil de leer los valores se expresan en cifras aproximadas, omitiéndose información que resulte innecesaria.

Es muy importante saber la razón por la cual se hace un gráfico, cómo se intenta usarlos y las características de los diferentes tipos de gráficos. Por esta razón es esencial que se haga uso de los gráficos para la ejecución de las tareas sobre la base de la comprensión de cada uno de los tipos.

En algunos casos, además, pueden usarse papeles especiales para graficar tales como los siguientes: papel de probabilidad binomial, papel de distribución normal, papel semilogarítmico, papel logarítmico, etc.

4.6.3 Ejemplos de diferentes tipos de gráficos

Para desarrollar los diferentes tipos de gráficos, consideremos una organización de comidas rápidas con entrega a domicilio "RAPIDIT S.R.L", la cual realiza en forma periódica una evaluación de la satisfacción de los clientes, recolectando resultados hechos y observaciones, como forma de buscar oportunidades de mejora continua.

En este ejemplo la organización ha recolectado una serie de resultados, los ha ordenado transformándolos en datos y de esos datos ordenados y analizados se han seleccionado tres características de calidad del servicio las cuales son presentadas en la tabla 4.6.3.

Los datos de la tabla son representados en diferentes tipos de gráficos, los que se detallan en las figuras siguientes. Ver Fig. 4.6.3.a - 4.6.3.e.

Organización de Comidas rápidas con entrega a domicilio.

MES	RELLAMADOS	ENVIOS TARDÍOS	ERROR FACTURACIÓN	TOTAL
ENERO	25	45	20	90
FEBRERO	30	50	21	101
MARZO	35	40	31	106
ABRIL	20	35	15	70
MAYO	35	60	12	107
JUNIO	30	65	11	106
TOTAL	175	295	110	580

Tabla 4.6.4 datos para elaboración de gráficos

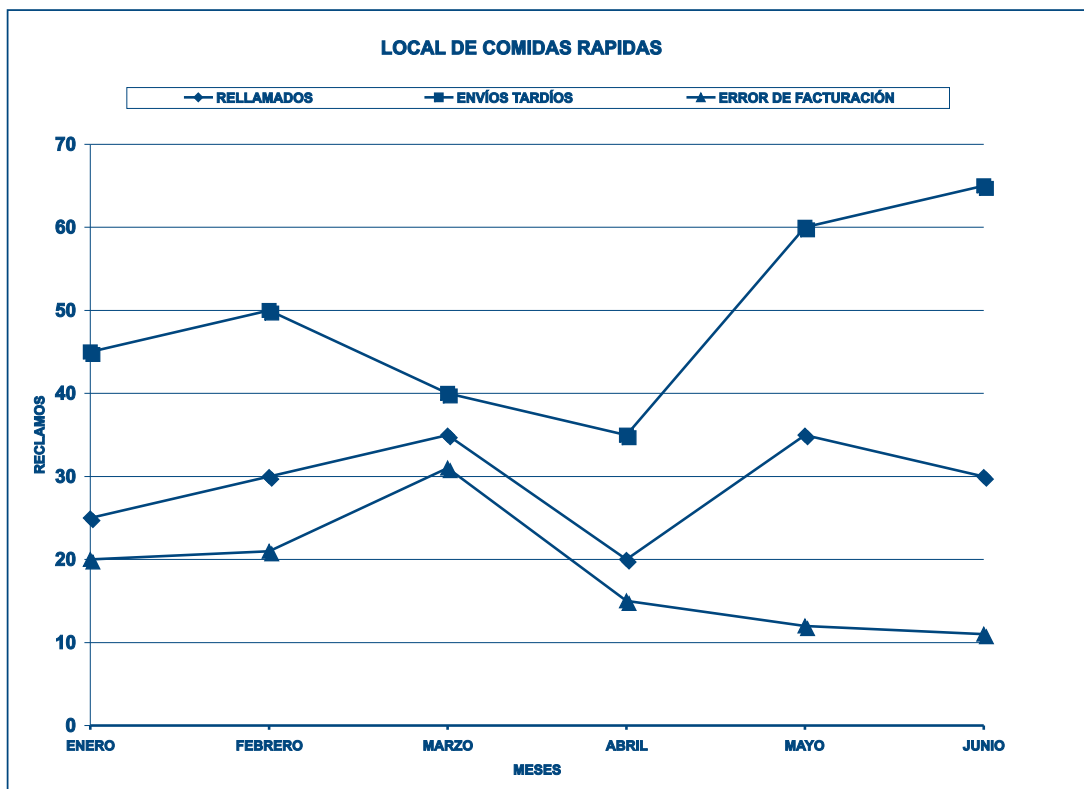


Figura 4.6.4.a Gráfico de líneas quebradas

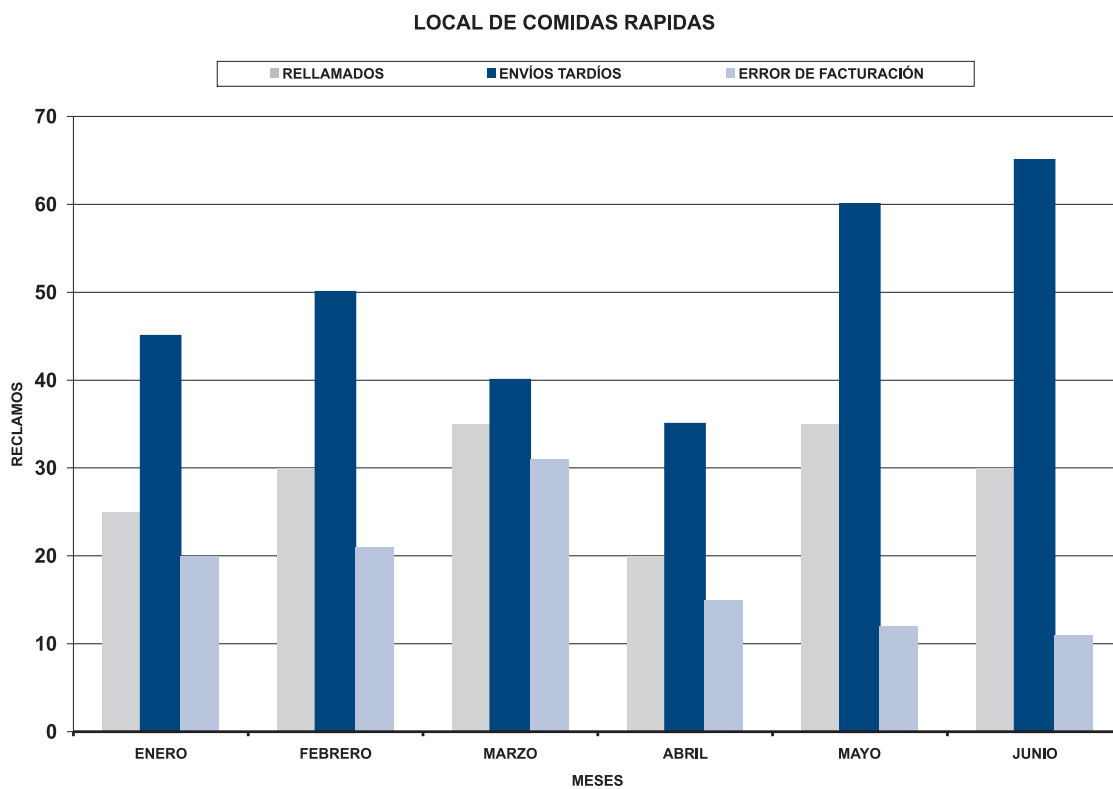


Fig.4.6.4.b Gráficos de barras

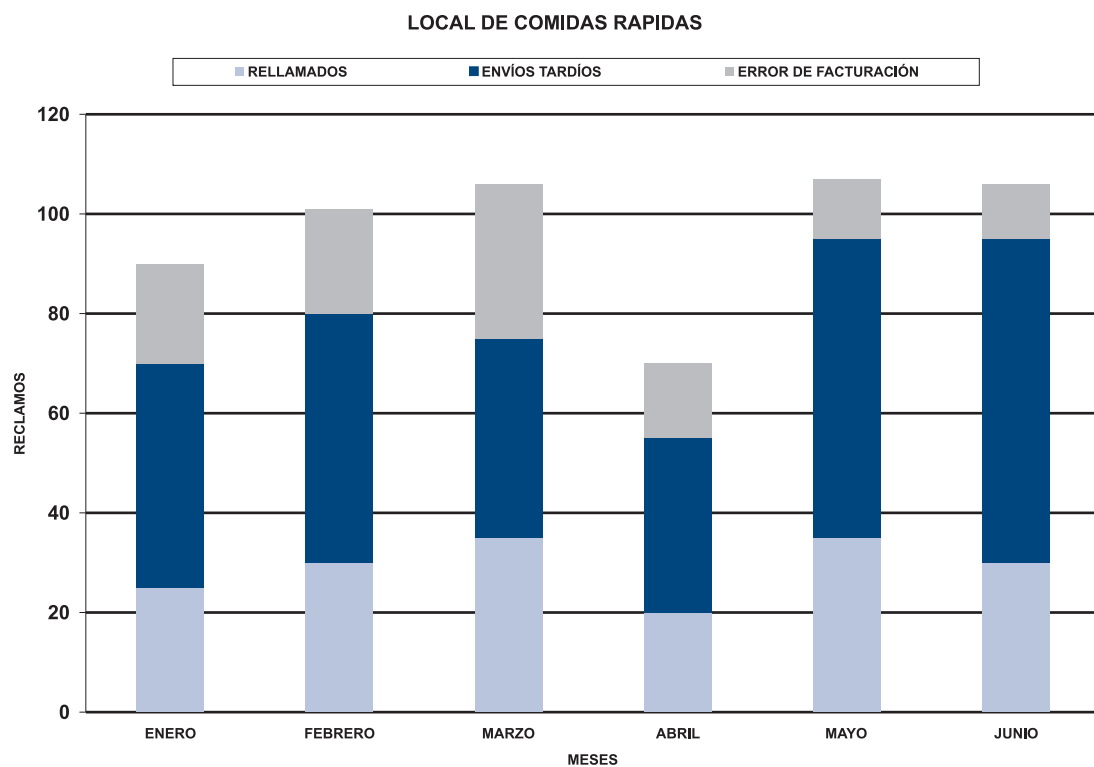


Fig. 4.6.4.c Gráficos de barras apiladas

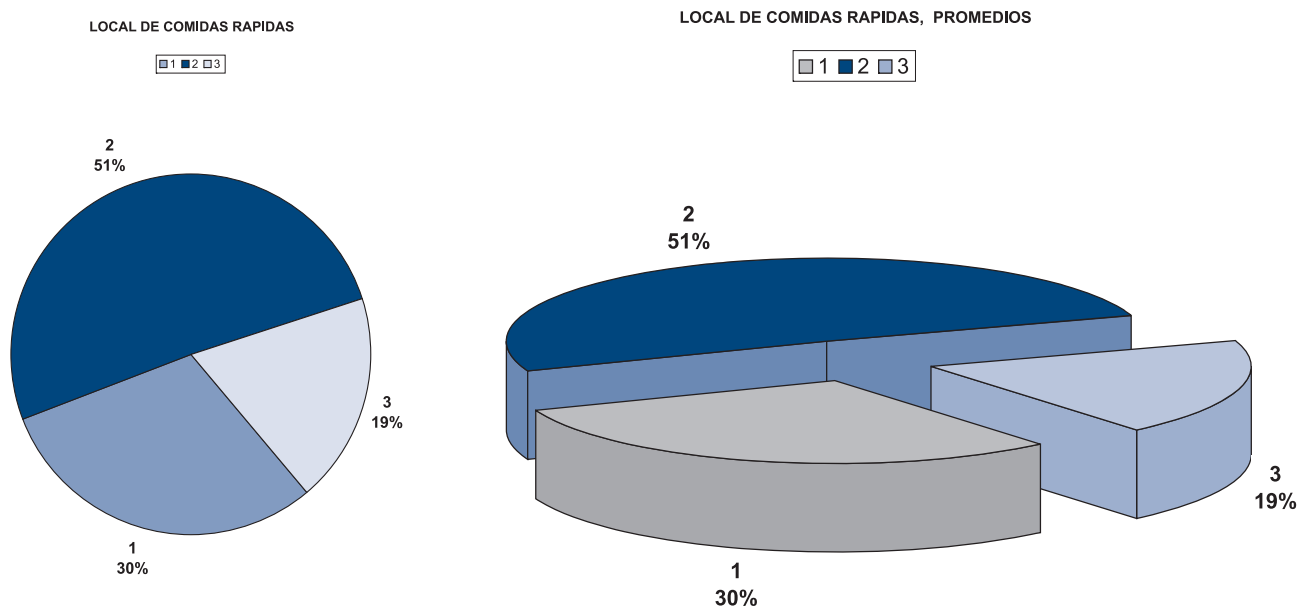


Fig. 4.6.4.d Gráficos circular o gráfico de tortas

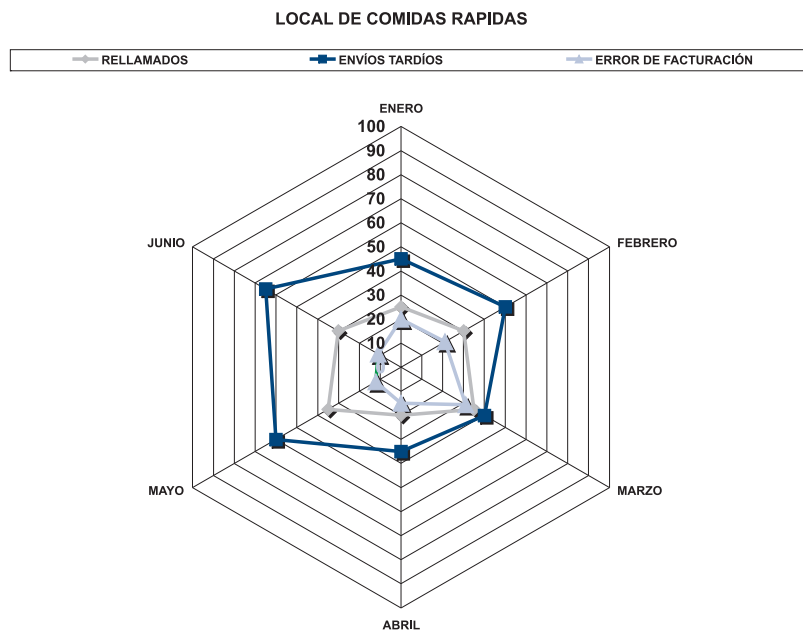


Fig.4.6.4.e Gráfico radar

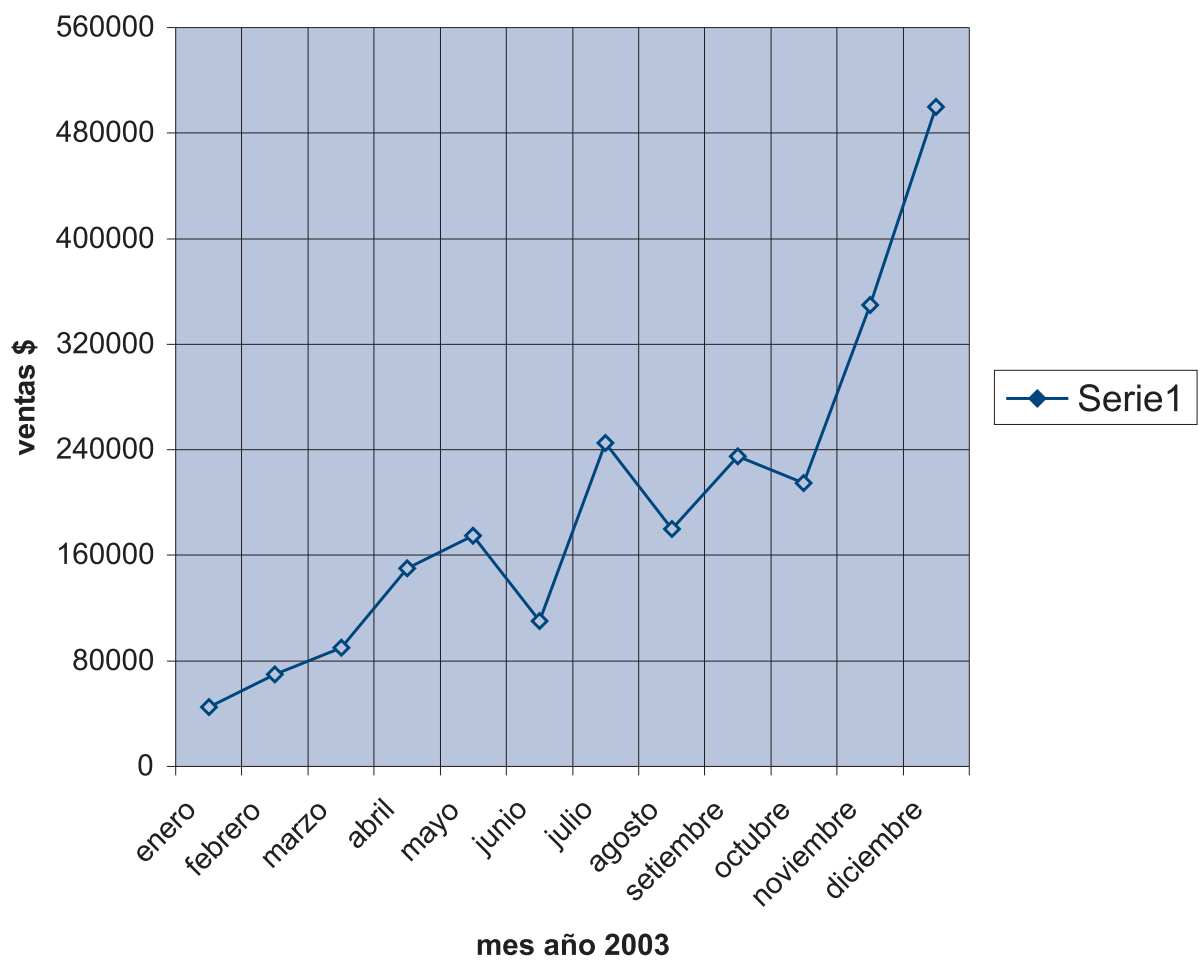


Fig.4.6.4.f Gráfico de ventas por mes

VENTAS DE AUTOS " AUTOMOTORA NUTI "



Fig.4.6.4.g Gráfico pictórico

4.7 HISTOGRAMAS

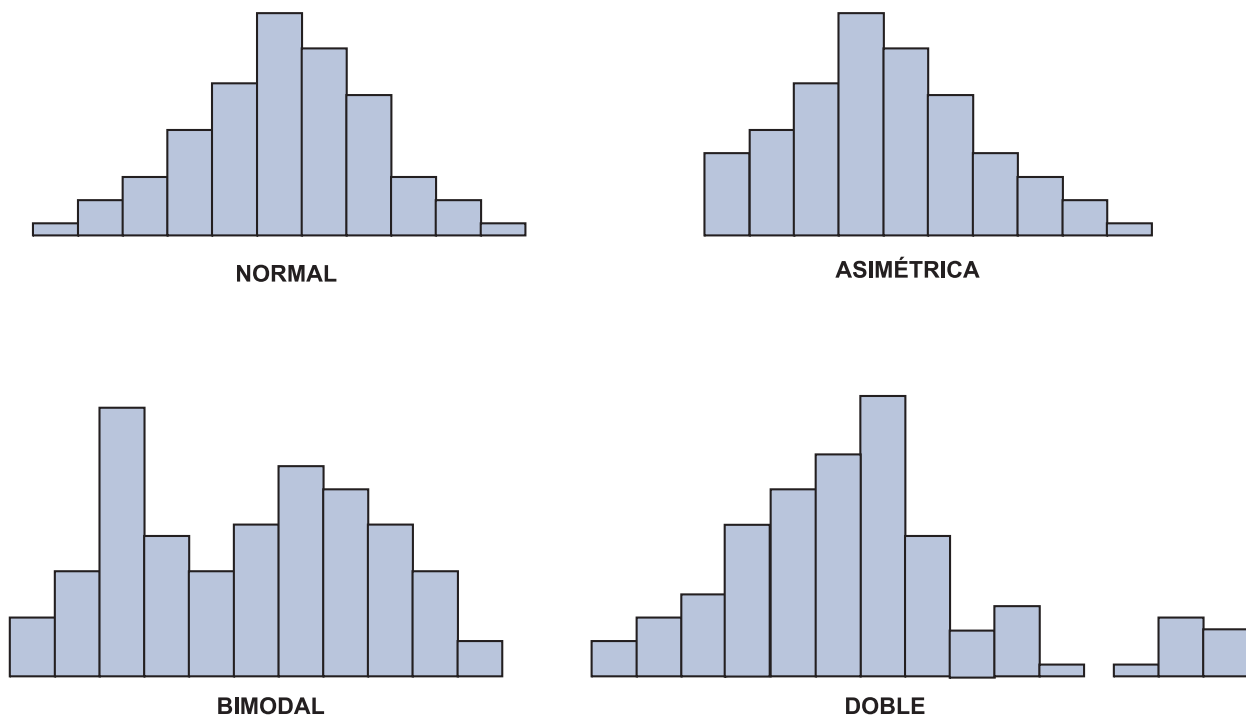
Los histogramas son diagramas de barras que muestran un conjunto de datos en un intervalo específico. Este ordenamiento de la información hace más fácil de interpretar el gráfico. El **diagrama de Pareto** es un clásico ejemplo de un histograma.

Los histogramas se usan para:

- presentar un perfil de variación
- comunicar visualmente información relacionada con el desempeño del proceso
- tomar decisiones acerca de donde enfocar los esfuerzos de mejora.

En los histogramas los datos son presentados como una serie de rectángulos de igual ancho y variadas alturas. El ancho representa un intervalo dentro del rango de datos. La altura representa la cantidad de datos numéricos.

Al observar estos perfiles, se puede obtener mayor conocimiento acerca del comportamiento del proceso o servicio en estudio.



Normal: Los datos indican una distribución normal. Se puede concluir que el proceso es estable

Asimétrica: Los datos están hacia un lado. La distribución no es normal y el proceso debe ser investigado.

Bimodal: Los datos pueden venir de dos procesos diferentes. Por ejemplo, es posible que los datos de la operación de día y de noche hayan sido combinados para formar un histograma.

Doble: Esta forma tiene una pequeña distribución a la izquierda o a la derecha. Esto es causado por mezclar un pequeño número de diferentes elementos en el histograma.

Fig.4.7.1 Perfiles que se presentan habitualmente en los histogramas

4.8 DIAGRAMA DE DISPERSIÓN

Se usa un diagrama de dispersión para descubrir y presentar relaciones entre dos conjuntos de resultados asociados, así como para confirmar relaciones previstas entre dos conjuntos de resultados asociados.

El diagrama de dispersión es una técnica gráfica para estudiar relaciones entre dos conjuntos de resultados asociados entre sí (por ejemplo dos características de la calidad asociadas) con la finalidad de establecer el tipo de correlación que existe entre ambos.

El diagrama de dispersión o gráficos (x, y), presenta los pares de resultados como una nube de puntos. Esta nube de puntos permite mostrar un modelo que es la imagen de la correlación que existe entre estas dos variables, tal como una **carta de correlación**. Esta imagen representa el indicio de una relación causa -efecto que está aún por determinar. En este momento hay que evitar el error de concluir rápidamente que uno de los fenómenos medidos es la causa del otro. Lo único que se puede deducir es la probable existencia de una causa común.

4.8.1 Metodología

- Recoger resultados pareados (x,y) de dos conjuntos de resultados asociados, es deseable tener aproximadamente 30 pares de resultados.
- Marcar los ejes x e y
- Encontrar los valores mínimo y máximo para x e y, usar estos valores para los ejes de las escalas horizontal (x) y vertical (y), ambos ejes deben ser, aproximadamente de igual longitud. Es importante que se seleccione adecuadamente las

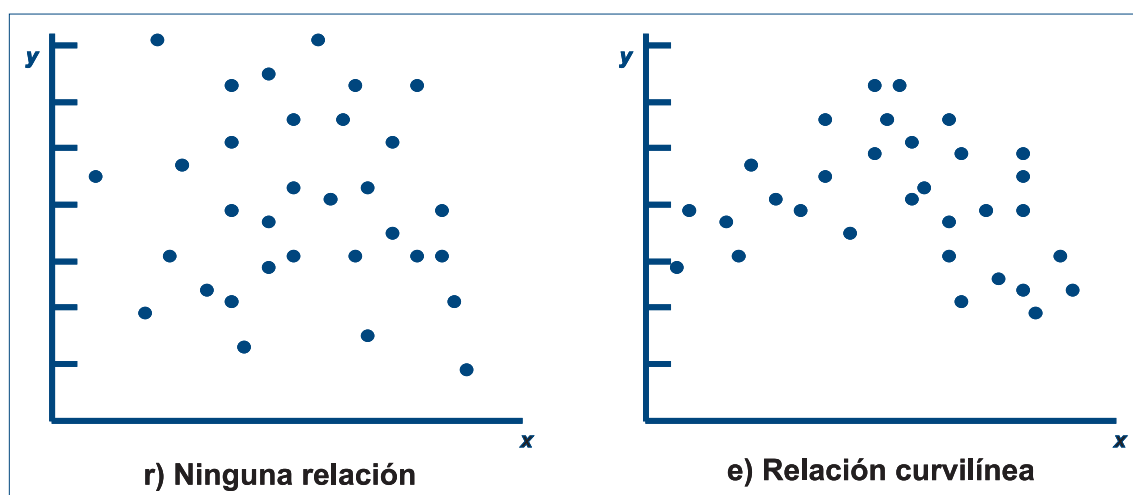
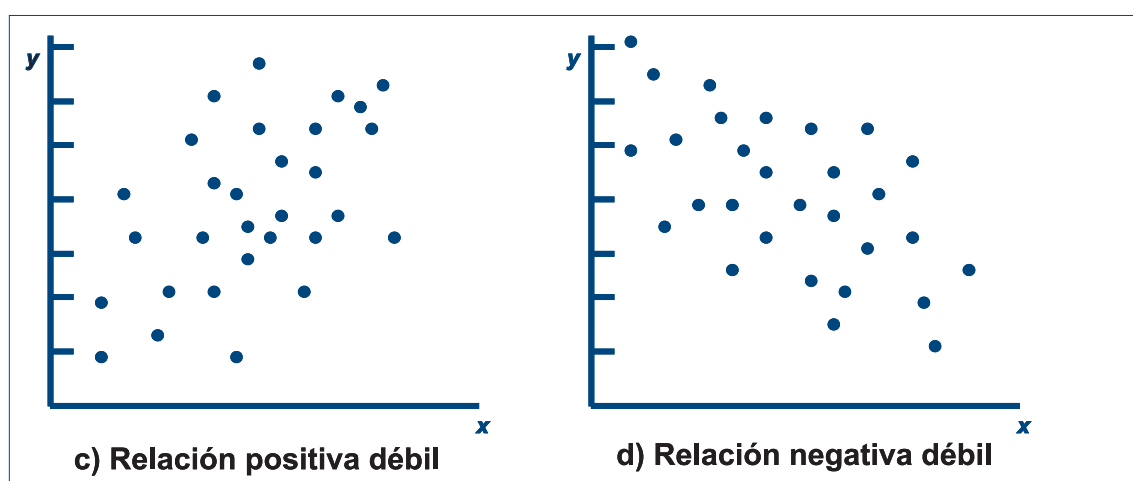
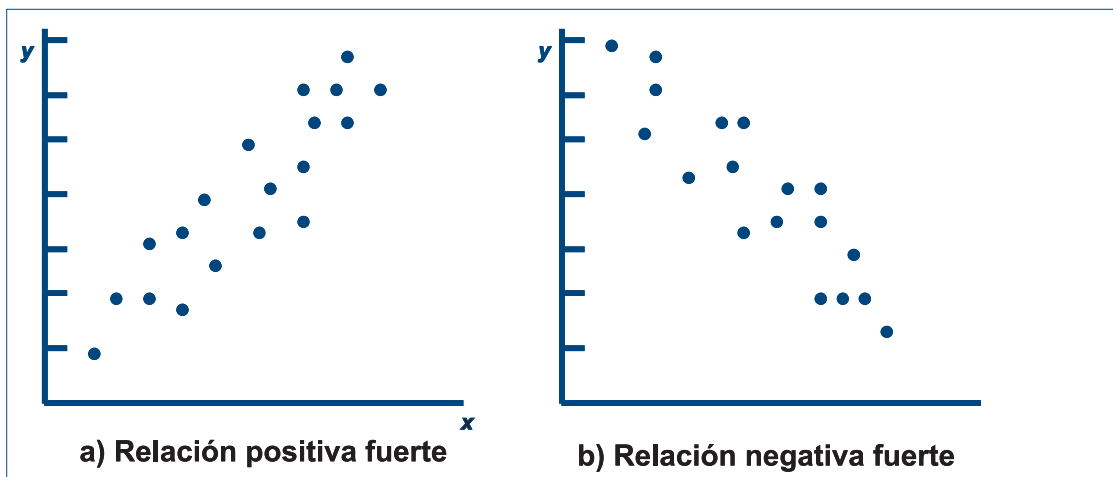
escalas en las cuales se ha de representar cada conjunto de resultados, puesto que esto puede llevar a que se encuentren correlaciones inadecuadas

- d) Graficar los resultados pareados (x, y); cuando dos pares de datos tienen los mismos valores, dibujar círculos concéntricos alrededor del punto graficado o graficar el segundo punto próximo al anterior
- e) Examinar la forma de la nube de puntos para descubrir los tipos y las potencias de las relaciones. Asimismo debe recordarse que pueden usarse diversas herramientas matemáticas para estudiar los tipos de correlación y encontrar, incluso, coeficientes de correlación para los casos de relaciones rectilíneas (sean positivas o negativas).

4.8.2 Tipos de relaciones

Los tipos de relaciones que se pueden encontrar en un diagrama de dispersión son los siguientes:

- positiva fuerte
- positiva débil
- negativa fuerte
- negativa débil
- relación curvilínea
- ninguna relación.



4.8.1 Ejemplo

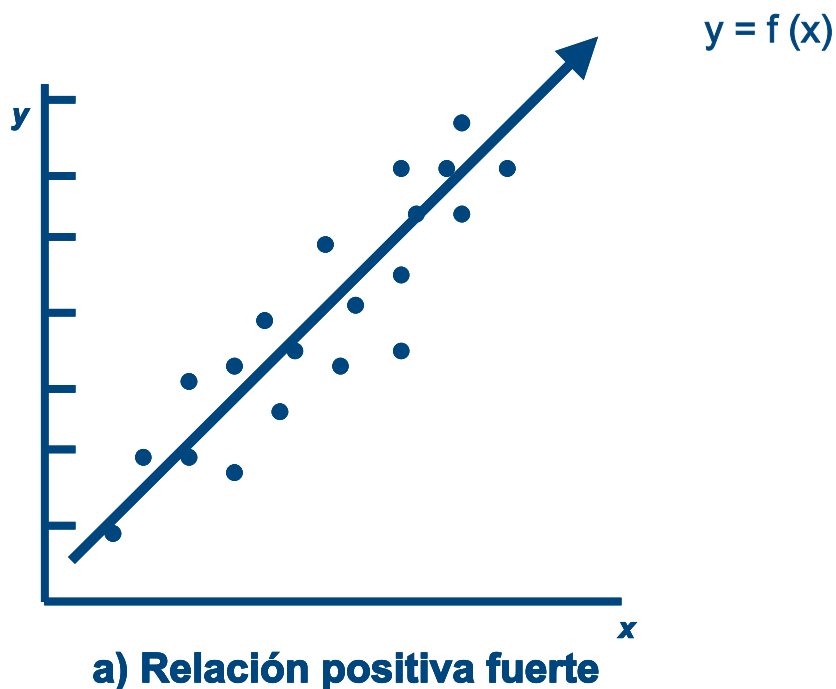
En la tabla 4.8.3, se da los resultados para la cantidad de un aditivo y el rendimiento resultante.

En la figura 4.8.3, se indica el diagrama de dispersión graficado a partir de estos datos, mostrando una relación positiva débil.

variable, x , se denomina variable independiente o de predicción. La ecuación resultante queda expresada como $y = f(x)$.

Las metodologías más empleadas para ajustar una línea de regresión son:

- el método gráfico
- el método de los mínimos cuadrados.



Nota: la figura representa el análisis de regresión, realizado sobre resultados que presentan un diagrama de dispersión con relación positiva fuerte.

Fig.4.9.1

4.10 DIAGRAMA DE MATRIZ

Este tipo de diagrama, llamado también diagrama matricial, constituye el medio ideal para analizar, de manera sistemática, las correlaciones entre varios conjuntos de factores, pudiendo representar su grado de correlación.

A menudo para resolver un problema es necesario comparar o relacionar entre una serie de conjuntos de resultados parciales para que aparezcan las combinaciones útiles que hay que realizar entre elementos que pertenezcan a conjuntos del mismo tipo o de origen diferente.

Es así que se define un tipo especial de diagrama que facilita la identificación de relaciones que pudieran existir entre dos o más factores, sean estos problemas, causas y procesos; métodos y objetivos; o cualquier otro conjunto de variables.

Esta herramienta se presta a múltiples análisis y presenta numerosas variantes en función de la complejidad del problema, plasmándose en sus diferentes dimensiones.

Es importante comprender muy bien las ventajas que se pueden obtener del diagrama matricial y saber relacionarlo con otros instrumentos.

El diagrama matricial es esencialmente una herramienta útil que se apoya en los resultados de una herramienta o trabajo previo (por ejemplo: diagrama de árbol) y que a menudo prepara una toma de decisión. El QFD, en particular, se apoya en el uso de las matrices.

4.10.1 Tipos de diagrama de matriz

Matriz tipo “L”

Es la matriz más utilizada. Principalmente sirve para representar un tipo de relación entre dos series de factores, habiendo colocado cada serie sobre cada uno de los lados de la “L”.

Cada cruce de línea / columna se presta a la representación matizada de la relación que materializa. Un **símbolo** o un valor representará el matiz sobre el cual el grupo esta de acuerdo.

Una aplicación frecuente de este diagrama matricial es el establecimiento de las relaciones entre los requerimientos del cliente y características de calidad del producto o servicio. La figura a continuación es un ejemplo de un formato habitual en el despliegue de la función calidad (QFD).

<div> <div>Características</div> <div>Requerimientos</div> </div>	1	2	3	4	5
A					
B					
C					
D					
E					

Fig. 4.10.1.a Matriz tipo “L”

Matriz tipo “T”

El diagrama de matriz en forma de “T” puede utilizarse para comparar, correlacionar o estudiar dos problemas respecto a un tercero. Este diagrama combina dos matrices tipo “L”.

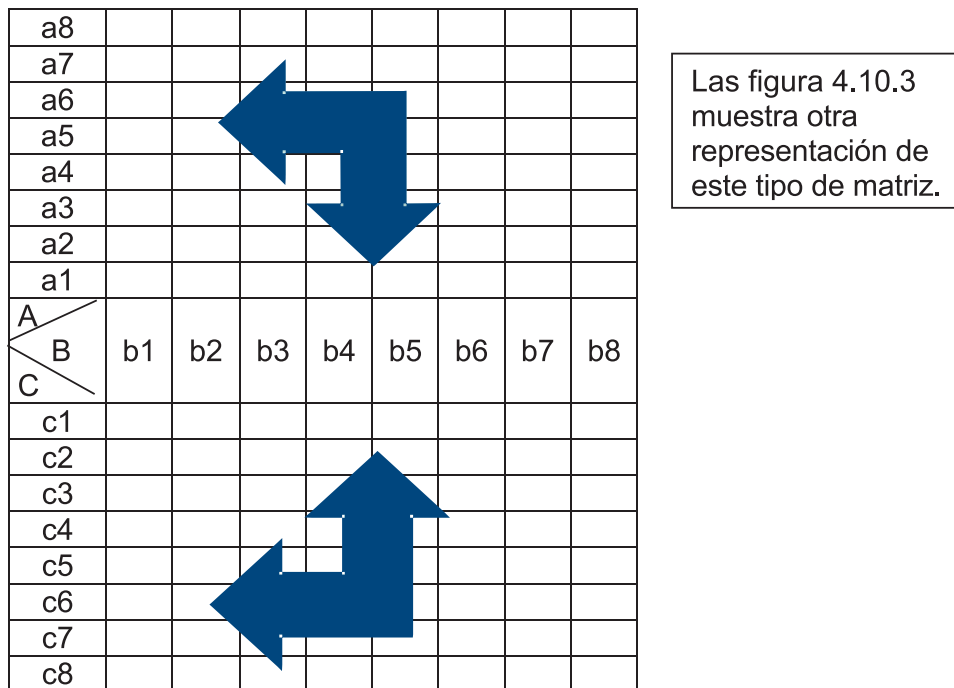


Fig. 4.10.1.b Matriz tipo “T”, Fuente Kaoru Ishikawa

4.10.2 Ventajas

- Visualiza claramente los patrones de responsabilidad para que haya una distribución pareja y apropiada de las tareas.
- Ayuda al equipo de trabajo a alcanzar un consenso con relación a pequeñas decisiones, mejorando la calidad, y el apoyo a la decisión final.
- Estructura y mejora la disciplina de un equipo de trabajo en el proceso de observar detalladamente un gran número de factores de decisión importantes.

4.10.3 Construcción de una matriz

- Definir la serie de elementos que hay que tener en cuenta.
- Determinar el tipo de matriz que hay que considerar, así como las diferentes fases que la construcción de la matriz implica en función del objetivo buscado.
- Definir en grupos los símbolos que hay que utilizar en las intersecciones de las líneas y columnas para representar las relaciones que se vayan poniendo en evidencia.
- El moderador junto con el grupo pasa revista a todas las intersecciones.
- Verificar la coherencia de las relaciones indicadas. El trabajo efectuado puede conducir, por ejemplo, a reconocer en la matriz las zonas de correlación fuerte o débil entre los factores, especialmente cuando éstos se prestan a un ordenamiento lógico a lo largo de los ejes.

- Encontrar con el grupo las conclusiones prácticas y extraer los elementos interesantes a tratar en una etapa siguiente que puede consistir en construir un plan de acción por un diagrama de decisiones de acción.

4.10.4 Ejemplos de aplicación de un diagrama de matriz

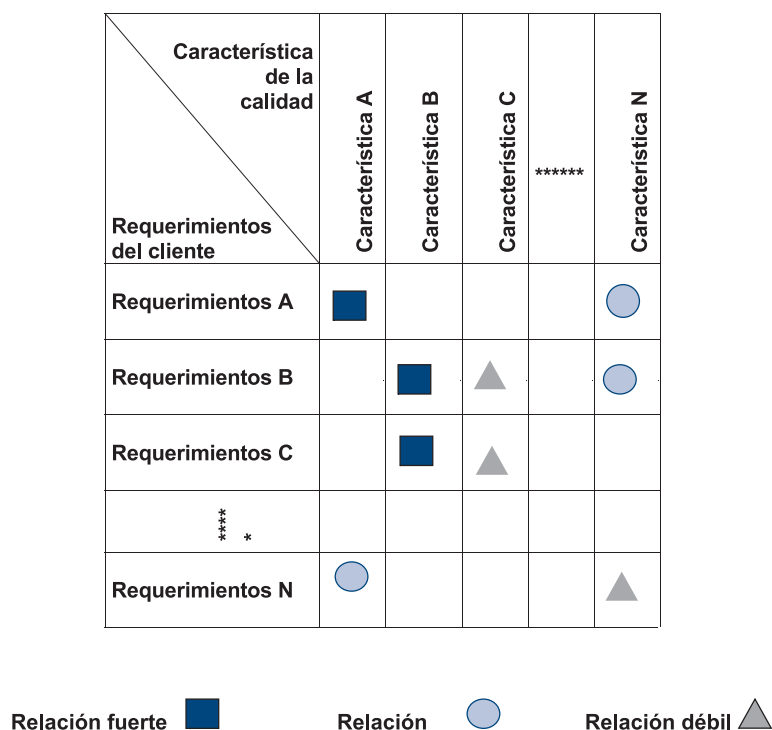


Fig. 4.10.2 Diagrama de matriz tipo "L"

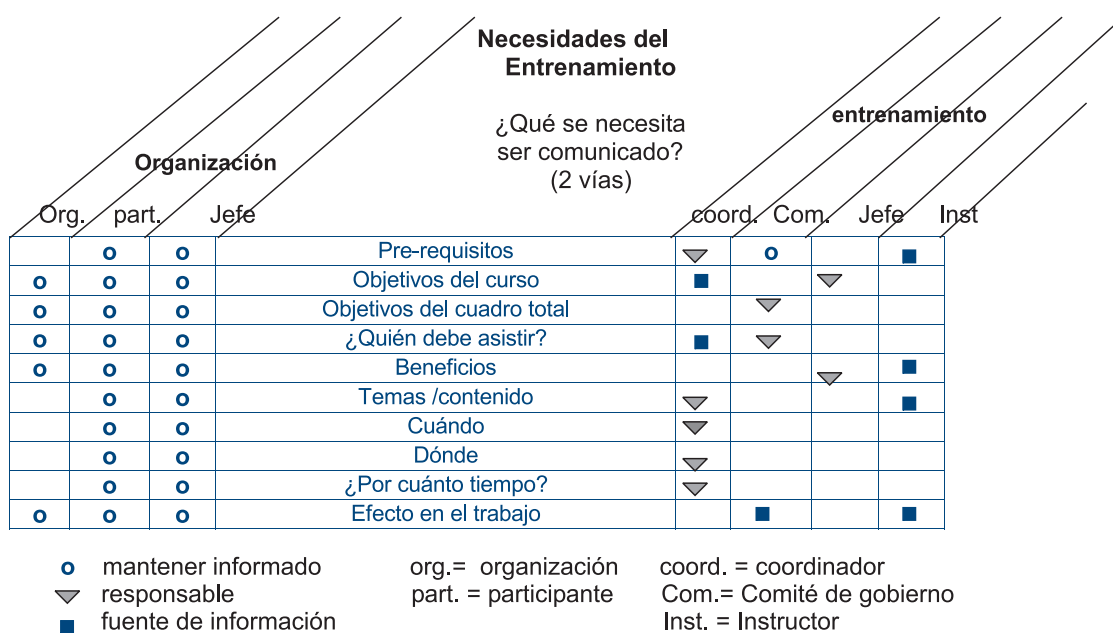


Fig.4.10.3 Diagrama de matriz tipo "T" para el entrenamiento

UNIDAD TEMÁTICA 5 - HERRAMIENTAS PARA EL CONOCIMIENTO DE LOS PROCESOS

OBJETIVO

Desarrollar el empleo de las herramientas que permiten el conocimiento de los procesos que se llevan a cabo en la organización. Se explican los fundamentos y la aplicación de las siguientes herramientas: variabilidad de los procesos, dominancia de los procesos, anatomía de los procesos, diagrama de flujo como forma de disección de los procesos y técnica EVOP para la optimización de los procesos.

5.0 INTRODUCCIÓN

En cualquier organización la correcta gestión de los procesos es fundamental para el logro de productos de calidad adecuada y uniforme, que, además, satisfagan las expectativas de los clientes.

En el escenario de este curso, el término proceso se aplica con el concepto de la norma UNIT-ISO 9000:2005 como: *conjunto de actividades secuencialmente relacionadas y que interactúan, que transforman elementos de entrada en elementos de salida, agregando valor a éstos.*

El conocimiento de cualquier proceso significa que se debe saber todas las condicionantes que lo afectan, de modo de poder hacer que su desempeño sea el deseado, por ejemplo:

- los factores que provocan su variabilidad
- el factor que predomina durante su ejecución
- la ordenación y la secuencia de las actividades que lo integran
- cuáles actividades se llevan a cabo
- la metodología para optimizar las condiciones operativas.

En esta unidad temática se estudia las herramientas que permiten un conocimiento en profundidad de los procesos, puesto que ello permite controlarlos, monitorearlos, medir su desempeño y mejorarlos continuamente.

5.1 VARIABILIDAD DE LOS PROCESOS

Todos los procesos presentan una variabilidad intrínseca, la cual debe ser conocida para ejecutarlos de la mejor manera posible.

Habitualmente la variabilidad de los procesos se agrupa bajo la denominación de las famosas 4 M: materiales, maquinaria (equipos), mano de obra (personal) y métodos (tecnología). Posteriormente se agregó una M más, el medio ambiente (es decir, el entorno en el cual se ejecuta el proceso).

Otros autores siguieron identificando factores de variabilidad que pueden contribuir a la ejecución adecuada de los procesos, en lo posible manteniendo la nomenclatura de las M: gestión («management»), recursos financieros («money»), mercado, motivación y métodos internos de comunicación y de información.

5.2 DOMINANCIA DE LOS PROCESOS

En general para cada proceso, especialmente los que conducen al logro del producto final de la organización, es posible identificar que uno de los factores predomina y esto es significativo para efectuar el control.

Los cuatro factores predominantes más habituales son:

- ***Dominio de la preparación del equipamiento.*** El proceso ha sido diseñado de modo tal que, si inicialmente se ajusta bien el mismo realizará todos los productos de acuerdo a la calidad especificada.
- ***Dominio del equipamiento.*** El proceso cambia continuamente durante la realización de los productos, requiriendo comprobación y reajustes periódicos.
- ***Dominio del operador.*** El proceso no es automatizado, sino que depende de la capacitación y de la atención del operador que son las causas principales de no conformidades o defectos.
- ***Dominio de los materiales.*** Los materiales de entrada son la principal variable que afecta la calidad del producto.

En cada uno de los casos los métodos empleados para el control del proceso van a ser diferentes, pues van a estar centradas en el factor dominante.

5.3 ANATOMÍA DE LOS PROCESOS

La mayoría de los procesos están constituidos por un conjunto de actividades que pueden ordenarse secuencialmente de diversas maneras. A esta herramienta que permite un mayor conocimiento de los procesos se la denomina anatomía de los procesos.

De acuerdo a la forma en que se ordenan las actividades, los procesos pueden ser clasificados de la siguiente manera:

- ***Procesos autónomos.*** Son aquellos que reciben materiales y los transforman en productos, sin intervención de otros procesos.
- ***Árboles de montaje.*** Son aquellos en los cuales las raíces o las hojas del árbol son los diversos proveedores internos que realizan componentes o partes que deben ser ensambladas.
- ***Procesión.*** Son aquellos en los cuales los materiales pasan secuencialmente a través de diferentes sectores de la organización para, al final de la línea, llegar a obtener el producto.
- ***Proceso biológico.*** Son aquellos que están siendo escalados antes de llegar a

estar totalmente definidos. Se utiliza este tipo de anatomía de procesos en el desa-

rrollo de productos.

- **Conversión.** Son aquellos que pueden ser convertidos para adaptarse a la realización de productos diversos o cuando es necesario incrementar la cantidad de un mismo producto. Por ejemplo cuando se puede cambiar un equipo de la línea o alguna parte del equipo.

De acuerdo a la secuencia de las actividades los procesos pueden ser clasificados de la siguiente manera:

- **Procesos lineales en serie.** Son aquellos en los cuales cada proceso se inicia una vez que ha finalizado el anterior, pudiendo dar al final uno o varios productos.
- **Procesos convergentes.** Son aquellos que se ejecutan en forma simultánea y sus resultados individuales confluyen en un resultado único.
- **Procesos de lotes continuos.** Son aquellos que se realizan secuencialmente pudiendo dar lugar a diversos productos finales. En general estos procesos pueden tener un alto grado de normalización.
- **Procesos continuos de producto único.** Son aquellos que se realizan en serie pero que al final se obtiene un solo producto.
- **Procesos a medida.** Son aquellos con alto grado de innovación que se hacen a solicitud de un cliente, siendo, habitualmente, series relativamente cortas.

5.4 DIAGRAMA DE FLUJO

El diagrama de flujo es una representación gráfica que indica las actividades que constituyen un proceso dado y en el cual se da la ordenación de los elementos. Es la forma más fácil y mejor de comprender cómo se lleva a cabo cualquier proceso.

Se puede dibujar tanto el diagrama de flujo del proceso primario como el de procesos paralelos o alternativos.

De esta manera se puede representar la sucesión de acontecimientos que ocurren para la realización de un producto (desde los materiales hasta los productos). Esto permite, asimismo, que cada persona sepa que se hace antes y que se va a hacer después de la actividad o la tarea que ejecuta.

Se utiliza indistintamente, según el caso considerado, la simbología ingenieril o la simbología informática. También pueden usarse simplemente cuadrados o rectángulos para interrelacionar las fases. En este caso se hace referencia a la representación gráfica como **diagrama de bloques**.

En cualquier caso lo más importante es que la representación gráfica sea comprensible y útil para los fines para los cuales se realiza.

El diagrama de flujo puede ser usado para describir un **proceso existente** o para **diseñar un proceso nuevo**.

El diagrama de flujo es de gran utilidad en la planificación, realización, seguimiento y control de cualquier proceso.

El beneficio más importante del uso de diagramas de flujo para procesos es que quienes operan los mismos lo captan en los mismos términos y permiten crear climas laborales más adecuados entre sectores.

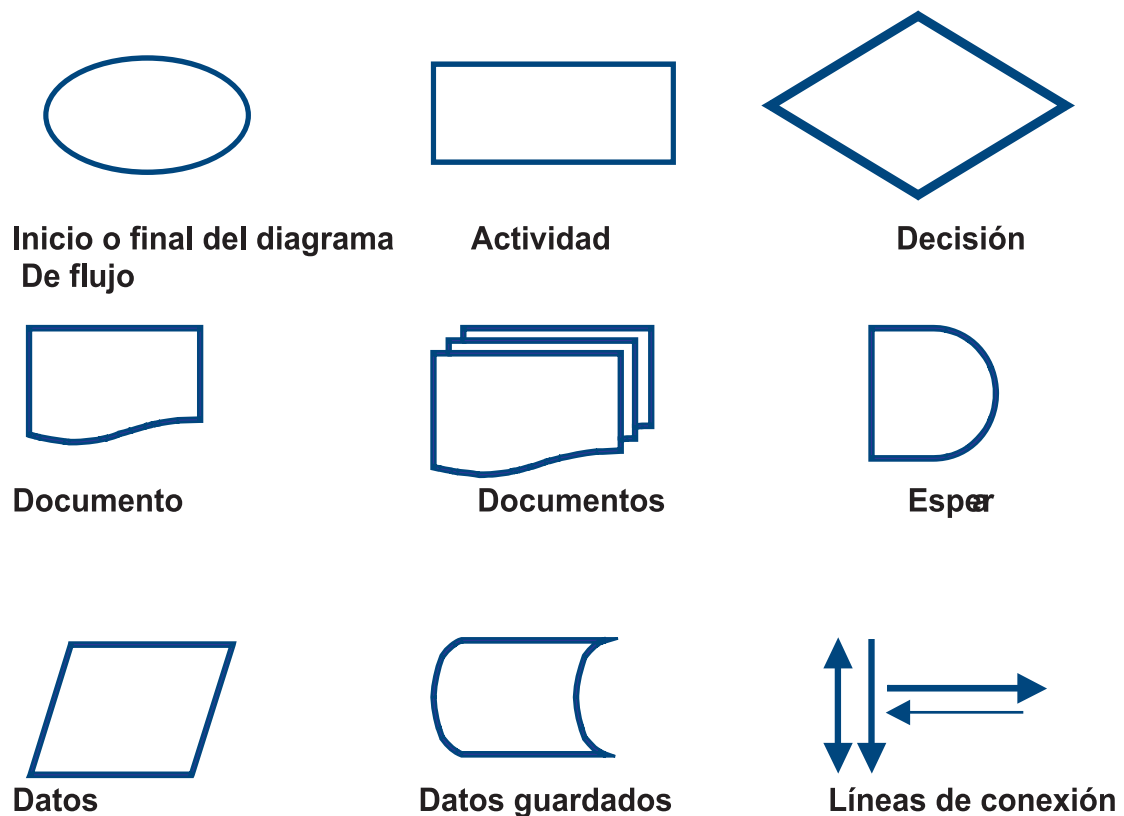


Figura 5.4 Simbología para el diagrama de flujo (convención informática, norma ISO 5807)

Las **etapas** para elaborar un diagrama de flujo incluyen:

- una sesión de torbellino de ideas para la identificación de las actividades del proceso
- empleo de un diagrama de afinidades para clasificar las ideas generadas en el torbellino de ideas y eliminar toda aquellas tareas que son parte de otra actividad (por ejemplo: limpiar un equipo al final de la jornada), las que pertenecen a otro proceso o las que se duplican
- seleccionar el formato del diagrama de flujo (vertical u horizontal).

Cuando se desarrolla un diagrama de flujo con orientación vertical, se aconseja colocar las ramificaciones adicionales hacia cualquiera de los lados. Cuando se desarrolla un diagrama de flujo con orientación horizontal, se aconseja mantener la trayectoria principal desarrollándose de iz-

quiera a derecha con ramificaciones adicionales extendiéndose hacia arriba y hacia abajo.

En algunas ocasiones los diagramas de flujo incluyen un bucle para volver a hacer parte de las actividades que es necesario repetir cuando los resultados no cumplen con criterios de aceptación establecidos.

En el mismo diagrama de flujo o en otro paralelo se pueden establecer, también, los lugares en los cuales se efectúan mediciones con la finalidad de asegurar resultados que satisfagan las expectativas de los clientes.

Cada proceso recibe elementos de entrada provenientes de sus proveedores. De la misma manera de cada proceso se entrega elementos de salida a los respectivos clientes (aquí es fundamental recordar el concepto de cliente interno).

Las **reglas** que es necesario seguir **para la construcción de un diagrama de flujo** son las siguientes:

- la gente adecuada debe estar involucrada en la ejecución del diagrama
- todos los integrantes del equipo deben participar, empleándose la dinámica de equipo con un moderador
- toda la información debe ser visible para todos los integrantes durante todo el tiempo (se aconseja el uso de papel)
- se debe trabajar el tiempo necesario, a veces es indispensable el empleo de más de una sesión
- se hace una cantidad de preguntas elevada cuanto mayor es dicha cantidad de preguntas seguramente el diagrama de flujo va a ser más representativo. Sin embargo, debe evitarse la pregunta por qué.
Las preguntas de decisión deben ser lo más específicas y objetivas posible. La idea es que todos los que lean el diagrama de flujo interpreten igual la pregunta formulada.

Las preguntas que más habitualmente se emplean pueden resumirse en las siguientes:

- ¿Cómo llegan los elementos de entrada (materiales, servicios, informaciones, etc.) al proceso?
- ¿Qué sucede si la decisión es «sí»?
- ¿Qué sucede si la decisión es «no»?
- ¿A dónde van los elementos de salida de esta fase del proceso?
- ¿Qué ensayos se ejecuta sobre el producto en cada fase del proceso?
- ¿Qué ensayos se ejecuta en el proceso?
- ¿Qué sucede si el ensayo se encuentra fuera de tolerancia?

En la **construcción de un diagrama** de flujo son necesarias de las siguientes etapas:

- identificar el comienzo y el final del proceso
- observar el proceso completo desde el comienzo hasta el final
- definir las etapas del proceso (actividades, decisiones, elementos de entrada, elementos de salida)
- construir un borrador del diagrama de flujo para representar el proceso
- revisar el borrador del diagrama de flujo con la gente involucrada en el proceso

- mejorar el diagrama de flujo basándose en esta revisión
- verificar el diagrama de flujo con respecto al proceso real
- fechar el diagrama de flujo para referencia y uso futuros. Esto último sirve como un registro de cómo funciona el proceso realmente y, también, puede usarse para identificar oportunidades de mejora.

El **uso** correcto del diagrama de flujo permite:

- eliminar o minimizar las actividades que no agregan valor
- desarrollar y aplicar especificaciones
- mover o desplazar los lugares de evaluación al lugar más apropiado
- eliminar la necesidad de puntos de evaluación
- representar gráficamente los elementos de entrada de modo de identificar los proveedores
- realizar el estudio de un ciclo de tiempo
- desplazar algunas fases a otro proceso
- diseñar un proceso paralelo
- realizar un diagrama de los subprocesos
- identificar la necesidad de tomar acciones de formación o de capacitación para los participantes de un proceso
- ponerlo a consideración de proveedores y de clientes
- utilizarlo como instrumento para el benchmarking.

Las organizaciones que usan diagramas de flujo para la descripción de sus procesos pueden obtener **beneficios**, entre los cuales se incluye los siguientes:

- la gente que trabaja en el proceso lo comprende, con lo cual comienza a controlarlo en lugar de sentirse una víctima del mismo
- una vez que el proceso puede verse objetivamente pueden identificarse fácilmente las oportunidades de mejora
- el personal operativo constatan cómo ellos engranan en el proceso completo, con lo cual visualizan más fácilmente quiénes son sus proveedores y quiénes son sus clientes. Esto mejora notoriamente la comunicación entre departamentos, sectores o áreas de trabajo
- la gente que participa en las sesiones de construcción de diagramas de flujo se transforman en entusiastas soportes del esfuerzo completo relacionado con la calidad y continuamente aportan sugerencias para posteriores mejoras
- los diagramas de flujo de procesos son herramientas útiles a ser empleadas en el entrenamiento de personal operativo nuevo.

Quizá el beneficio más importante de usar diagramas de flujo es que la gente que participa en diferentes fases del proceso global se comprende hablando el mismo lenguaje. Esta comprensión provoca satisfacción en el personal operativo que origina un control más efectivo, procesos más económicos, menores gastos en funciones administrativas y mejores relaciones laborales.

Los diagramas de flujo no solamente son de utilidad en situaciones industriales, sino, también, en actividades administrativas, gerenciales o de prestación de servicios.

A veces algunas actividades que se incluyen en un proceso dado quedan parcialmente ocultas, puesto que no se ha efectuado una **disección del proceso** en forma adecuada. El diagrama de flujo es una herramienta específica ampliamente utilizada para la disección de los procesos en actividades.

Ejemplos de diagramas de flujo

En la figura 5.4.5.a, se representa un ejemplo de un diagrama de flujo para la construcción de diagramas de flujo, en la Fig. 5.4.5.b a la e se representan diferentes tipos de diagrama de flujo.

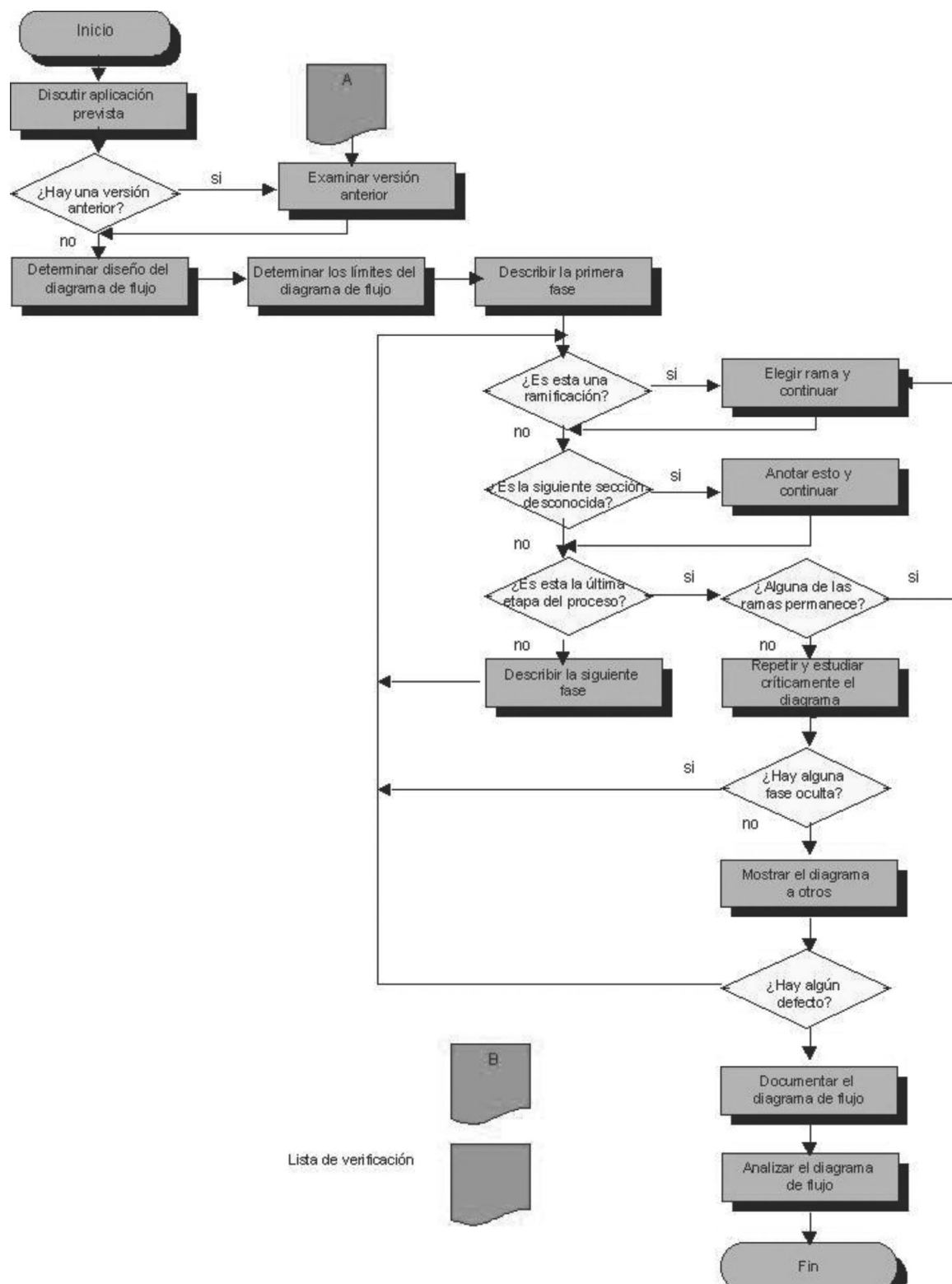


Fig. 5.4.5.a Diagrama de flujo para la construcción de un diagrama de flujo

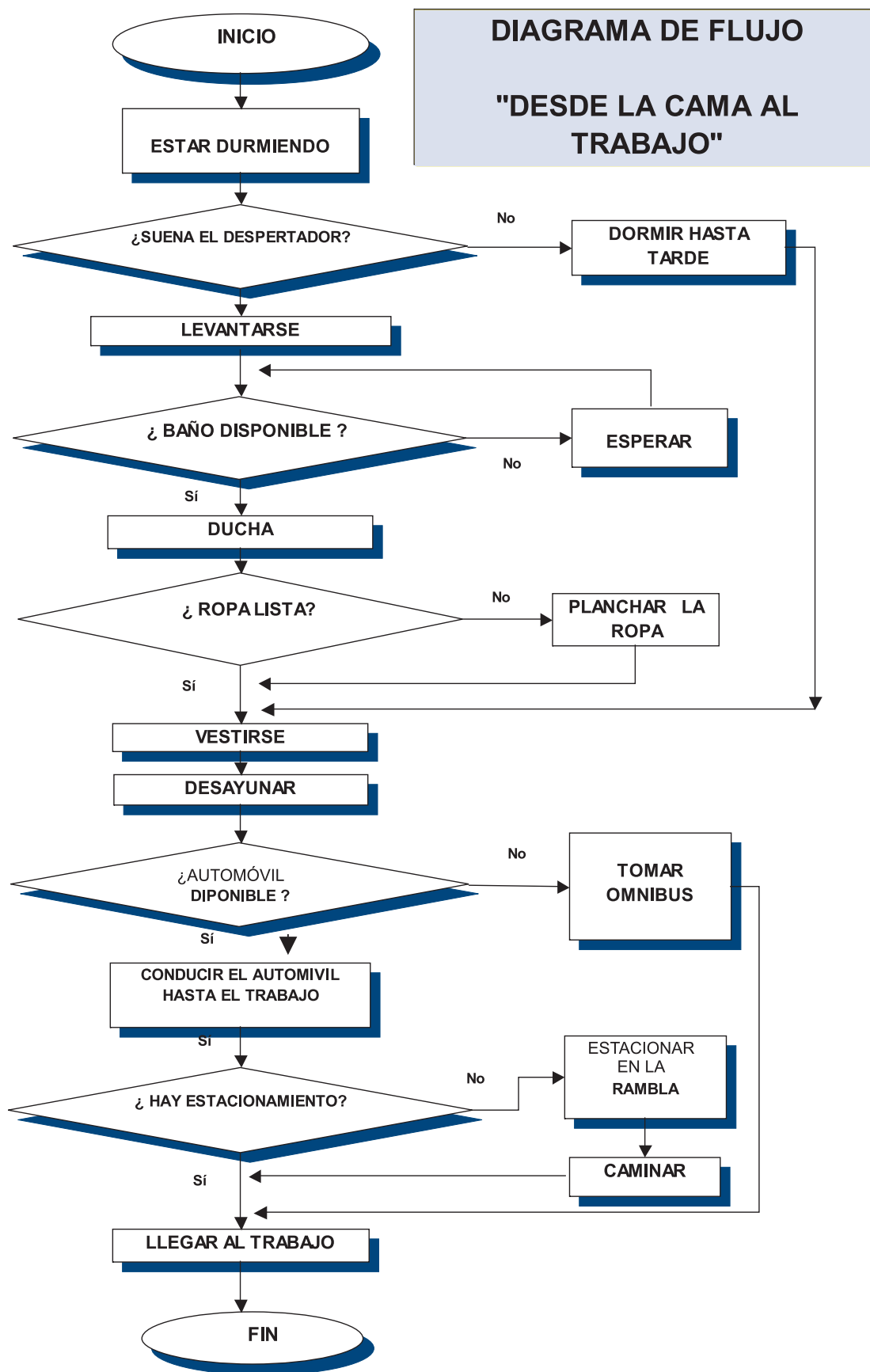


Fig. 5.4.5.b Desde la cama al trabajo

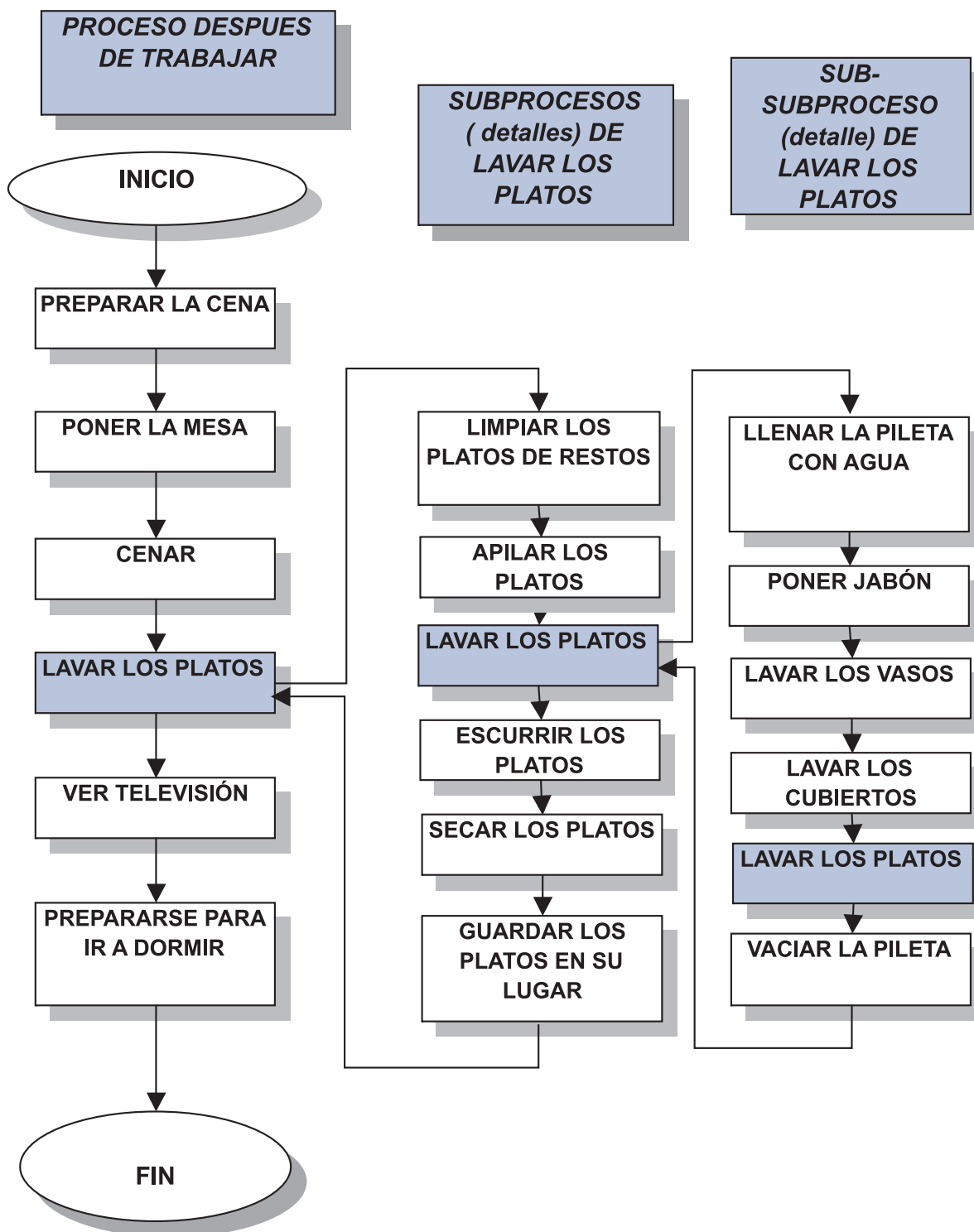


Fig. 5.4.5.c Diagrama de flujo de subprocesos

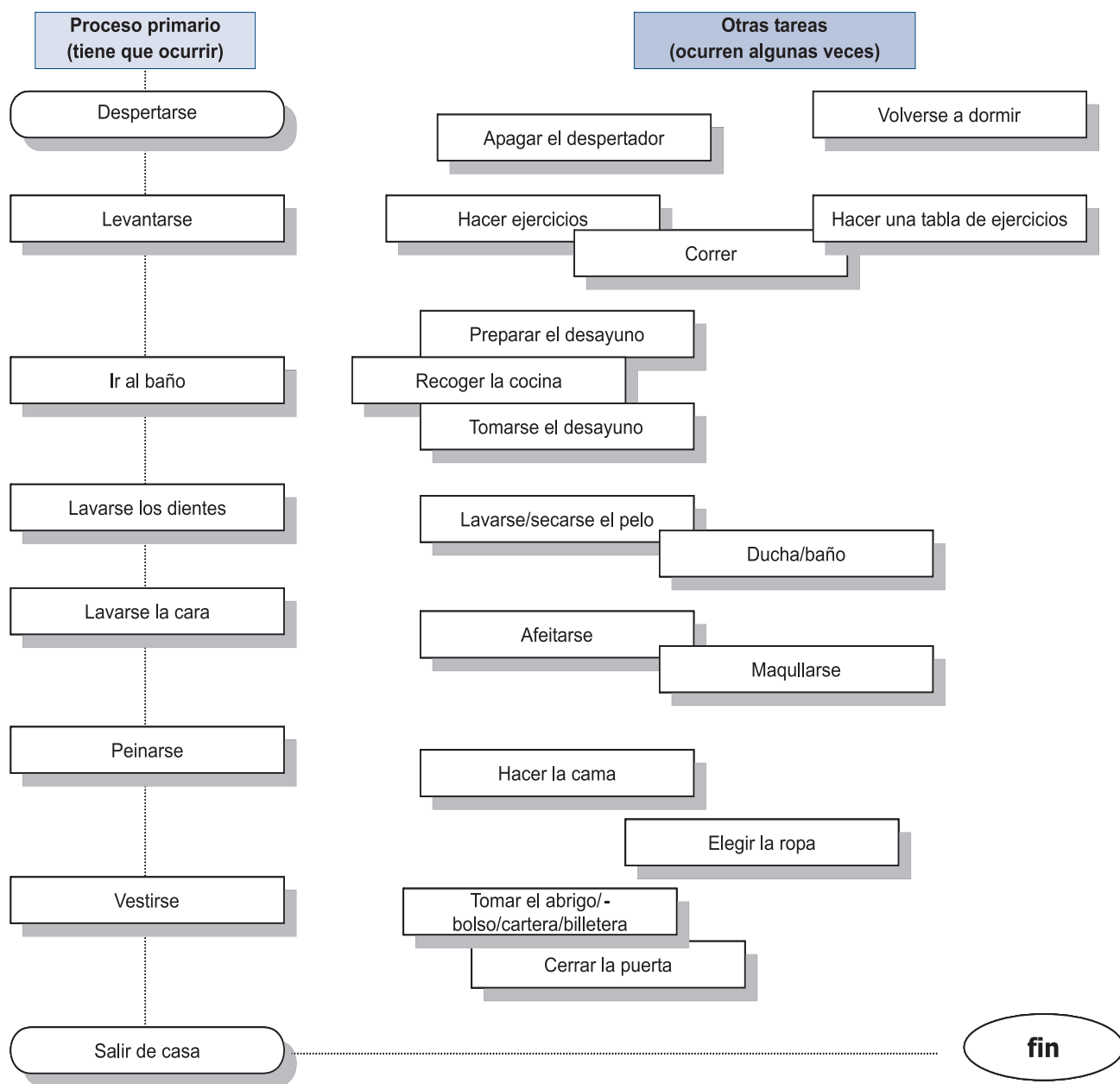


Fig. 5.4.5.d Diagrama de flujo con trayectoria principal y paralela

Nota: Se representa las actividades en la rama principal y en paralelo las actividades que eventualmente ocurren alguna vez.

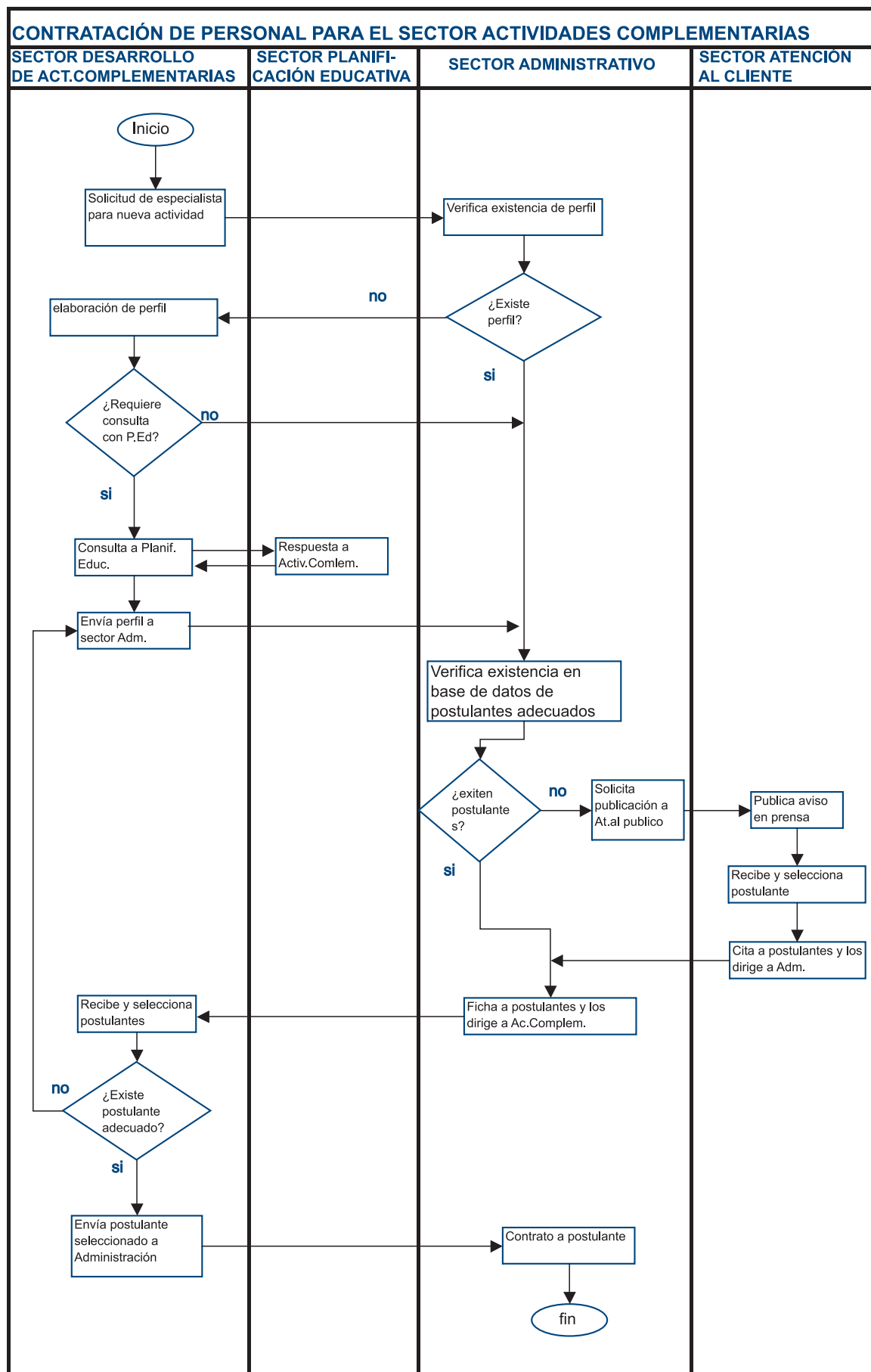


Fig. 5.4.5.e Diagrama de flujo, actividades en paralelo realizadas por diferentes áreas

5.5 TÉCNICA DE OPERACIÓN EVOLUTIVA (EVOP)

Una vez que se conocen los procesos en profundidad y que es posible dominarlos, es necesario estudiar la factibilidad de optimización de las condiciones operativas bajo las cuales se ejecutan.

Una de las herramientas más sencillas de optimización es la técnica de operación evolutiva (EVOP).

Por optimización se entiende la elección de la mejor alternativa disponible de un conjunto establecido de posibles alternativas. Optimizar un proceso es hacerlo tan perfecto, efectivo y funcional como sea posible.

La técnica EVOP implica la introducción de cambios escasos y planificados en las condiciones operativas (variables) de un proceso dado. Los resultados de tales cambios se estudian estadísticamente y si se establece que se ha logrado una mejora, se adoptan las nuevas condiciones operativas.

El beneficio que se obtiene en la aplicación de esta técnica de optimización es que se puede efectuar junto con un proceso de realización habitual.

Ejemplo

Una panadería de grandes volúmenes intenta aplicar un EVOP en su línea de pastelería a fin de aumentar sus resultados variando el tiempo y la temperatura para hornear sus pastelillos (si se horneaban demasiado tiempo, los pasteles se pegaban al molde y se doraban demasiado rápidamente).

Las condiciones operativas vigentes eran: 18 minutos y 375° F. Después de hablar con los cocineros se resolvieron que la temperatura podía variar en +/- 25°F y el tiempo de cocción en +/- 2 min.

Horneada	Temperatura, °F	Tiempo, min.	Pastelillos utilizables
1	375	18	73
2	400	20	72
3	350	20	76
4	350	16	71
5	400	16	81

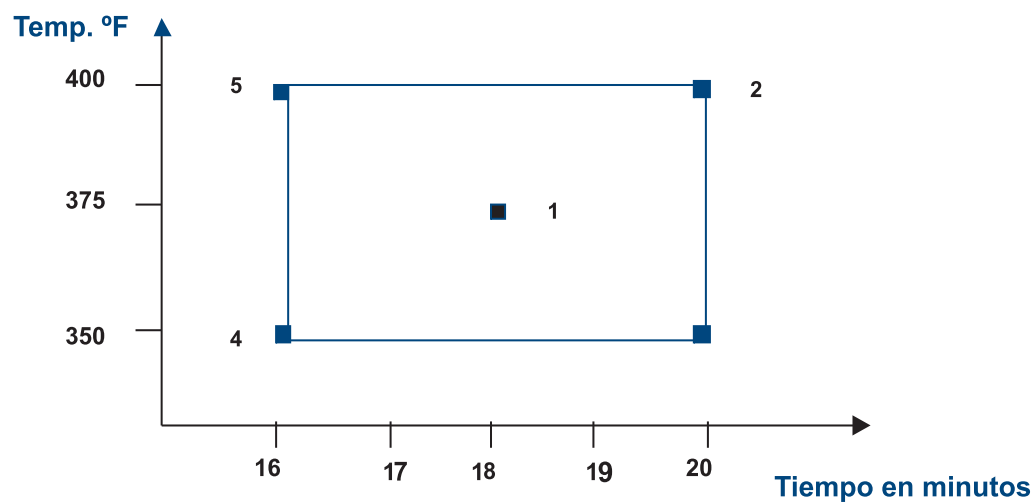


Figura 5.5.1 EVOP para una panadería

Nota: aparentemente, la horneada 4 es mejor, y la 5 es casi un 10% mejor que la 1 vigente. Pero esta es solamente una muestra. El próximo paso es usar la horneada 5 como punto actual y elegir contextos más parecidos, quizás con variaciones de solo un minuto y 10° F.

OBJETIVO

Introducir al participante en el empleo de herramientas para la etapa del diseño, análisis de productos multicomponentes y/o realización del producto. Se explican los fundamentos y la aplicación de las siguientes herramientas: análisis de riesgos, modo y análisis de efectos de fallas (FMEA), despliegue de la función calidad (QFD) y análisis del valor.

6.0 INTRODUCCIÓN

Las herramientas aplicadas al diseño de nuevos productos entre otras son: FMEA, QFD, análisis de riesgo y benchmarking.

La familia de las normas UNIT-ISO 9000 definen diseño y desarrollo como “conjunto de procesos que transforman los requisitos en características especificadas o en la especificación de un producto / servicio, proceso o sistema”.

6.1 ANÁLISIS DE RIESGOS

El propósito del análisis de riesgo es identificar y cuantificar todos los riesgos los cuales pueden comprometer la finalización exitosa de un esfuerzo de mejoramiento de la calidad. Una apropiada gestión de los riesgos puede controlar y eliminar la posibilidad de cada riesgo.

El **riesgo** es una medida de la proximidad de un daño y un daño es un mal, algo que no se quiere que aparezca. El riesgo resulta de la combinación de la probabilidad de que ocurra un daño y la severidad de ese daño.

El concepto de riesgo está asociado a algo, es decir, a un “suceso” cuya potencial aparición puede traer consigo un daño. Este daño puede materializarse de diferentes maneras, como una pérdida de producción, un número de muertes, una pérdida de imagen de la persona o de la organización, un deterioro ambiental, etc. Todas estas materializaciones del daño llevan inexorablemente, a un mayor o menor quebranto económico.

A la hora de tomar decisiones “arriesgadas” cada uno de nosotros realiza en su mente un “proceso de cuantificación” de la situación. Este proceso suele ser más o menos objetivo, complejo o laborioso, dependiendo de las circunstancias, la importancia del tema y el tiempo disponible para tomar la decisión. En esencia lo que se está contrapesando es el beneficio que puede proporcionar la decisión, frente al costo asociado a un hipotético “fallo” que pudiera ocurrir una vez adoptada la decisión.

Generalmente el beneficio, aunque no cuantificado exactamente, sí está identificado y resulta claro. No ocurre lo mismo con el costo asociado al posible fallo. En primer lugar por que el fallo tiene una cierta probabilidad de ocurrencia y, en segundo lugar porque el daño tampoco suele ser algo fijo y constante, sino que depende de circunstancias relacionadas con el proceso y su entorno. El instante de aparición del fallo presenta un carácter aleatorio y por tanto es impredecible con absoluta precisión.

Murphy dijo: “*Si algo puede ir mal, irá mal y en el peor momento*”.

Hay tres formas distintas de adoptar una decisión arriesgada:

- **No hacer nada, el tiempo dirá.**
- **Adoptar una posición totalmente subjetiva**, haciendo una valoración poco cuantitativa y normalmente no sistemática de la situación.
- **Realizar un análisis sistemático, objetivo y cuantitativo de la situación.** Se entiende por *sistemático*, efectuar un análisis estructurado, con la intención de no dejar pasar sucesos que puedan ser importantes. *Objetivo*, las decisiones deben estar basadas en hechos. *Cuantitativo*, expresar la necesidad de utilizar números para poder discretizar las diferentes alternativas, según su nivel de riesgo, que pudiera presentarse. Dentro del contexto de incertidumbre, estos números son las probabilidades asociadas a la aparición de los distintos sucesos que pueden originar algún posible daño.

Las principales etapas del análisis de riesgo son:

- **Identificación de las áreas de riesgo potenciales.** Las áreas de riesgos potenciales son muchas y variadas. Hay problemas de diseño técnico, baja calidad o entrega tardía de insumos, personal insuficiente o con poca experiencia, problemas existentes con el equipamiento o presupuestos excesivos
- **Cuantificar los riesgos.** La probabilidad y el impacto de cada riesgo debe ser evaluada y estimada en base a la experiencia, a la dependencia entre actividades y a la complejidad de la situación. Los riesgos pueden ser cuantificados de acuerdo a la implicación de la situación si ella ocurre y de acuerdo a la probabilidad de que ocurra. Los riesgos pueden establecerse en categorías de acuerdo a la tabla 6.3.1. La categoría 1, requiere una evaluación cuidadosa y una cuantificación de los costos, perdidas de beneficios, tiempo y recursos asociados. Los riesgos de categoría 2 y 3, probablemente requieren de un nivel de análisis menor.
- **Desarrollar planes de contingencia y desencadenar criterios asociados.** Los riesgos de categoría 1 deben ser analizados especialmente y debe definirse un plan de contingencia para contener el daño potencial. Es posible modificar el plan de actividades para eliminar o reducir el riesgo. Los puntos de acción deben ser determinados para accionar la alarma cuando el riesgo se materializa y finalmente debe ser definido un punto de acción en el cual el plan de contingencia debería ser iniciado.

Controlar y revisar los riesgos. En el caso de un cambio significativo en las actividades planeadas, un reporte de riesgo debe ser emitido y la acción correctiva apropiada debe ser tomada. Periódicamente todos los riesgos deben ser re-evaluados y un nuevo plan de contingencia diseñado.

Categorías de riesgo			
Probabilidad	Impacto		
	Severo	Intermedio	Menor
Alta	1	1	2
Promedio	1	2	2
baja	2	2	3

Fig. 6.3 Informe de riesgo

El *análisis de riesgos* en conjunción con la *Gestión de los Riesgos*, debe ser desarrollado en la organización, contando con un líder y enfocándolos a la reducción de costos y esfuerzos, evaluando circunstancias potencialmente perjudiciales y controlando cualquier alejamiento del plan de acción.

No conviene olvidar que *“No hay riesgo más peligroso que el que no se conoce”*.

El análisis de riesgos esta muy relacionado con el análisis y toma de decisiones que deben tomarse a diario en las organizaciones.

6.1.1 HACCP (hazard analysis and critical control point)

El análisis de peligros y puntos críticos de control (“hazard analysis and critical control points”), conocido bajo la sigla HACCP, es un ejemplo clásico de una herramienta cualitativa que emplea el análisis de riesgos, principalmente, a nivel de diseño de procesos.

Su uso comenzó en la industria farmacéutica y, en particular, en aquellas que elaboraban productos que podían afectar a la salud humana en forma significativa, incluso con peligro de muerte. En la mayoría de los casos era imposible asegurar, sin ningún tipo de incertidumbre, que el producto no contenía algún componente o contaminante que pudiera ser perjudicial para la persona a quien se administraba.

De la industria farmacéutica se trasladó a la industria alimentaria, en particular a aquella que elabora productos de baja acidez («low acid»), en cuyo caso los peligros de aparición de *Clostridium botulinum* son importantes.

En ambos casos los peligros que se identificaban inicialmente eran de tipo microbiano, por presencia de microorganismos patógenos o de sus toxinas.

En realidad el HACCP, como herramienta para el aseguramiento de la calidad de productos, puede emplearse en diferentes situaciones y puede referirse a peligros físicos, químicos o biológicos.

Para poder hacer un acercamiento al tema de HACCP es necesario conceptualizar cada uno de los términos que integran esta expresión.

Análisis en el sentido de estudiar o identificar los peligros.

Peligro fuente potencial de un daño; un agente biológico, químico o físico presente en el alimento,

o bien la condición en que éste se halla, que puede causar un efecto adverso para la salud.

Puntos en el sentido de lugares, operaciones, actividades, procesos o situaciones.

Críticos en el sentido de que presentan alto grado de peligrosidad o de riesgo desde el punto de vista de la seguridad o de la salud para los usuarios a los cuales están dirigidos o para la calidad total del producto considerado.

Control en el sentido de verificación y posterior toma de decisión en función de los resultados obtenidos.

La expresión completa implica, entonces:

- 1) el estudio de los peligros (reales o potenciales) de que la calidad del producto considerado se vea afectada
- 2) la identificación de esos peligros y su clasificación de acuerdo al tipo
- 3) la selección de aquellos puntos que están asociados a los peligros que previamente han sido identificados que, siendo críticos para la calidad del producto considerado, son, además, factibles de ser verificados.

Hay, pues, tres aspectos a destacar para poder llevar a cabo un HACCP correctamente:

- a) debe conocerse con profundidad el producto y su proceso de realización, con la finalidad de estudiar, identificar y clasificar los peligros que puedan presentarse durante su obtención para el empleo;
- b) debe ser factible verificar ciertas características del proceso o del producto que estén asociadas a los mencionados peligros;
- c) debe poderse estudiar los puntos en los cuales aparecen las condiciones riesgosas de manera lo más rápida y sencilla posible.

Efectuar un HACCP puede tener sus dificultades, pero lo que resulta más complejo es elegir la metodología para el control de los puntos críticos identificados a través del análisis de los riesgos.

6.2 ANÁLISIS DE MODO Y EFECTO DE FALLA (FMEA)

El análisis de modo y efecto de fallas FMEA (failure mode and effects analysis) es una herramienta cuantitativa que se emplea, principalmente, a nivel de diseño de productos multicomponentes, con énfasis en el estudio de la vida útil del producto y evaluación de los costos de lograr un diseño optimizado.

El FMEA fue desarrollado a comienzos de la década del '60, primero en la industria aeronáutica y espacial, luego en la industria electrónica y nuclear y en la industria automotriz. Es una metodología eficaz para detectar precozmente la posible aparición de fallas al diseñar o al elaborar un producto, de manera que todavía se pueda llegar a tomar acciones para la prevención de dichas fallas.

Las metodologías de análisis para estudio de la fiabilidad de sistemas pueden aplicarse a cualquier tipo de productos. Entre ellas la más ampliamente usada es el FMEA, complementada con el FMECA («failure mode, effect and criticality analysis», análisis de modo, efecto y criticidad de fallas).

Los problemas más graves no son los más frecuentes, ejemplo: terremoto.

Se distinguen dos tipos de FMEA:

- FMEA de Producto y
- FMEA de proceso.

6.2.1 Metodología

Se trata de identificar los pocos componentes vitales y aislarlos de los muchos componentes triviales que contribuyen a la calidad del producto particular.

En las adaptaciones a cualquier producto de estas metodologías de estudio al diseño debe aclararse que el término falla debe considerarse como sinónimo de riesgo (en relación con seguridad o con salud).

El FMEA es una metodología preventiva que estudia las causas y los efectos de las fallas antes de finalizar un diseño, de modo de poder efectuar un examen sistemático del mismo.

El FMEA es aplicable a productos complejos, constituidos por varios subsistemas, en los cuales existe mucha gente involucrada, correspondiente a varios sectores o departamentos de la organización.

Para cualquier producto que pueda ser considerado como un sistema multicomponente, es posible utilizar la metodología del FMEA para el análisis de los diseños de productos y de procesos.

6.2.2 Fases

Las fases para desarrollar un FMEA son las siguientes:

1. Delimitar el problema
2. Identificar las posibles fallas
3. Realizar un análisis de las posibles fallas
4. Asignar a cada falla su significación o gravedad
5. Establecer la causa posible de cada falla.
6. Fijar la relación causas-efecto para cada falla
7. Cuantificar el llamado índice de prioridad por riesgo (RPZ)
8. Establecer las correspondientes prioridades
9. Documentar las acciones correctivas o preventivas a llevar a cabo

6.2.3 Formas de cálculo de RPZ

El RPZ (índice de prioridad por riesgo) se calcula como el producto matemático de los siguientes tres valores:

- RA que es la probabilidad de aparición de fallas
- RB que es la importancia de la falla para el cliente
- RE que es la probabilidad de hallazgo de la falla antes de que producto llegue a las manos del cliente.

ASIGNACIÓN DE VALORES PARA RA (PROBABILIDAD DE APARICIÓN DE FALLAS)

Probabilidad de aparición	Valor para RA
Poco probable (1)	1
Muy insignificante (2)	2 - 3
Insignificante (3)	4 - 6
Mediano (4)	7 - 8
Elevado (5)	9 - 10

- 1) Es poco probable que aparezca una falla.
- 2) Se da una cualquiera de las siguientes situaciones:
 - a) el diseño ya ha sido probado,
 - b) el proceso está bajo control estadístico,
 - c) la capacidad del proceso está dentro de los límites de especificación.
- 3) Se da una cualquiera de las siguientes situaciones: a) el diseño ya ha sido probado pero presentaba fallas, b) el proceso está bajo control estadístico, c) la capacidad del proceso es conocida pero aparecen fallas con cierta frecuencia.
- 4) Se da una cualquiera de las siguientes situaciones: a) el diseño siempre causaba dificultades, b) el proceso está bajo control estadístico, c) la capacidad del proceso es conocida pero aparecen fallas frecuentemente.
- 5) Es casi seguro que aparezcan fallas muy importantes.

El valor de RA se ajusta a través de acciones correctivas.

ASIGNACIÓN DE VALORES PARA RB (IMPORTANCIA PARA EL CLIENTE)

El valor RB está relacionado con las consecuencias que puede tener la falla para el cliente.

Importancia para el cliente	Valor de RB
Es poco probable que el cliente perciba la falla	1
El cliente siente una molestia insignificante por la presencia de la falla.	2 - 3
El cliente se siente molesto por la presencia de la falla	4 - 6
El cliente se enoja por la presencia de la falla	7 - 8
La falla es extremadamente grave, pudiendo perjudicar la seguridad o hacer que el producto no cumpla con disposiciones legales	9 - 10

El valor de RB se ajusta a través de ideas buenas y creativas que cambien la percepción del cliente si corresponde.

ASIGNACIÓN DE VALORES PARA RE (PROBABILIDAD DE HALLAZGO)

El valor RE está relacionado con la probabilidad de que la falla pueda ser descubierta antes de efectuar la entrega al cliente.

Probabilidad de hallazgo	Valor de RE
Elevada (puede detectarse en fases posteriores del proceso de realización). Ejemplo UPS en informática	1
Mediana (la falla es evidente) Ejemplo: inspección visual	2 - 5
Insignificante (la falla es fácil de reconocer)	6 - 8
Muy insignificante (la falla no es fácil de reconocer)	9
Poco probable (no es posible ensayar o no se realiza el ensayo de la característica que origina la falla) Ejemplo: se declara un peso de producto, pero no se controla su peso.	10

El valor de RB se ajusta con mayor control.

Para poder efectuar un mejor FMEA es recomendable presentar el estudio realizado en una ficha como la que se adjunta (ver anexo a la unidad temática), la cual presenta la situación actual y la mejorada, luego de tomar las acciones correctivas o preventivas que se estime oportuno.

6.2.4 Comentarios sobre FMEA

- el FMEA mejora la confiabilidad de los productos con respecto a la observancia de ciertas propiedades deseables. Esto conforma a los clientes y evita enojos y costos por retrabajo, por garantía y por satisfacciones a clientes
- el FMEA se aplica en procesos conocidos en el desarrollo de la realización. Permite evitar fallas con un esfuerzo mínimo y antes de que se produzcan daños muy costosos
- el FMEA motiva al personal a que piense, acepte y comporte la responsabilidad por la calidad
- el FMEA ha sido desarrollado en principio para productos, pero puede ser empleado por deducción analógica también para servicios
- el FMEA ofrece argumentos de descargo en el caso de tener que asumir la responsabilidad por el producto ya que puede demostrar que se ha hecho todo lo posible para evitar daños, ya sea desde el punto de vista técnico como organizativo. Se requiere documentar los resultados
- el FMEA reduce los costos de la calidad. Su campo propio es la fase del desarrollo, incluyendo la planificación de la realización
- el FMEA es apropiado para poner en claro ante el personal cuál es el alcance de una falla

- (por ej. Un accidente como consecuencia de un descuido en el montaje)
- el FMEA se aplica en la gestión ambiental
- el FMEA se aplica en la gestión de la seguridad y salud ocupacional
- el FMEA se aplica a procesos, en este caso el cliente es interno
- el FMEA es de requerimiento obligatorio en la industria automotriz

6.3 DESPLIEGUE DE LA FUNCIÓN DE LA CALIDAD (QFD)

El despliegue de la función de la calidad o la función despliegue de la calidad, conocida también como QFD por su denominación anglosajona «quality function deployment» es designada por algunos autores como la voz del cliente, la casa de la calidad (debido a la forma en la cual se van presentando los resultados durante su elaboración), el diagrama matricial o la evolución de la función de calidad.

El QFD es una técnica para el diseño de nuevos productos que aplica el diagrama matricial (esta es la herramienta). Se la denomina, también, como «hacer escuchar la voz del cliente en la organización». Recordar que en la empresa Ford de USA se dice «Build cars for the taker, not for the maker».

Si bien se denomina despliegue de la función calidad, parecería más conveniente llamarla despliegue de las funciones de la calidad (es decir, de las diversas funciones que tienen vinculación con la calidad).

6.3.1 Antecedentes

Fue Deming el que enseñó una metodología de este tipo a los japoneses al principio de la década del '50.

La empresa Toyota redujo de manera espectacular, empleando esta técnica, en los años '70 un problema de oxidación de las carrocerías de sus autos.

A principios de los '70 Mitsubishi publicó los primeros balances de la utilización del QFD en los astilleros navales de Kobe.

Fue el Prof. Yoji Akao quien, oficialmente en Japón, estuvo en los orígenes del desarrollo y de la promoción del QFD. Con este fin se le encargó la creación de un comité en el seno de la Japan Society for Quality Control a mediados de los años '70. Sus resultados reúnen el conjunto de los trabajos vinculados con el QFD y fueron publicados a partir de 1987.

El QFD, en el contexto presentado por Akao, pone en marcha una cierta cantidad de herramientas tales como el análisis funcional, el FMEA, las técnicas relacionadas con la confiabilidad, en un entorno metodológico que se apoya en las llamadas herramientas novedosas.

En Europa las primeras publicaciones comenzaron en 1988 y se basaron, principalmente, en los trabajos del American Supplier Institute, instituto conocido por el desarrollo de los métodos de Taguchi.

En USA los pioneros del QFD se sitúan en la industria del automóvil y se cita el nombre de Don Clausing, del MIT, por su papel desarrollado en este ámbito.

6.3.2 Objetivos

El QFD tiene por objetivos principales:

- disminuir sistemáticamente las esperas del cliente en todas las fases de la realización del producto
- asegurar una buena coordinación de todas las funciones implicadas para evitar tener que hacer ajustes sucesivos al diseño
- investigar sistemáticamente todas las oportunidades de éxito tecnológico, lo cual lleva a desarrollar:
 - las técnicas del análisis de fiabilidad
 - las técnicas del análisis funcional
 - el análisis de las prioridades de mejora y de desarrollo
 - la mejora de la comunicación horizontal dentro de la organización

Las consecuencias que se espera surjan de la aplicación del QFD son las siguientes:

- mayor rapidez en la puesta en el mercado de los productos después de haberse originado la idea de su lanzamiento
- reducción del costo de diseño
- aumento del nivel de calidad logrado
- optimización en el aprovechamiento de la tecnología disponible.

6.3.3 Fundamento

Esta técnica requiere que todos los responsables que tienen un rol que cumplir en relación con el diseño de la calidad de los productos apliquen las herramientas en grupos de proyectos.

El QFD se fundamenta en los siguientes aspectos:

- una relación entre los esfuerzos en desarrollo emprendidos por la organización y las expectativas de sus clientes
- la comparación de los usos del producto con las de los competidores considerados líderes
- la participación de todos los integrantes de la organización involucrados con la calidad de los productos.

Para ello se establecen 4 matrices básicas:

- la **matriz del proyecto (Planificación del Producto)** que da un análisis de las correlaciones entre las expectativas de los clientes y las características del producto. De esta manera se analiza cómo las principales características del producto responden a las expectativas explícitas del cliente.
- la **matriz del desarrollo (Despliegue de Partes)** que sirve para valorizar las expectativas de los clientes y las principales características del producto. De esta manera se identifica los elementos clave, es decir los que tienen incidencia crítica en las expectativas del cliente y en las principales características del producto destinadas a satisfacer dichas expectativas.

- la **matriz del control de los procesos (Planificación del Proceso)** que analiza las relaciones entre el proceso utilizado y las características críticas de cada una de las partes constitutivas del producto. De esta manera se identifica los parámetros del componente que interesa, en una fase definida del proceso, que son susceptibles de ser afectados por las características críticas. Estos parámetros se introducen en el plan de control de la calidad del producto, porque influyen en la forma de satisfacer las expectativas prioritarias del cliente.
- la **matriz de la gama de realización (Planificación de la Realización)** que traduce al lenguaje de la organización las expectativas de los clientes, permitiendo la identificación de los parámetros del componente que hay que medir, los parámetros del proceso que hay que controlar y los puntos del plan de control que hay que ejecutar.

6.3.4 Procedimiento

Para ejecutar un QFD se aconseja seguir el siguiente esquema:

1. Determinar las expectativas de los clientes y priorizarlas.
2. Listar los elementos de entrada al diseño necesarios y correlacionarlos.
3. Establecer los qué y los cómo de las relaciones, efectuando una ponderación.
4. Calcular los índices de ponderación de las relaciones.
5. Efectuar un «benchmarking».
6. Reiniciar el esquema hasta que las expectativas de los clientes queden traducidas en especificaciones para la realización.

La matriz permite al grupo de proyecto centrar su atención sobre la aptitud de los recursos para dar respuesta a las expectativas del cliente y ponerse de acuerdo sobre una evaluación. Dicha evaluación se representa mediante un valor numérico entre tres posibles: 1, 3, 5 ó 1, 3, 9. La elaboración de esta matriz supone para el grupo un método sistemático de análisis y de documentación en común del problema o de la situación en estudio.

Una tabla de comparaciones (que se dibuja a la derecha) permite evaluar la oferta de la organización en relación con los productos de la competencia. De esta manera aparece un perfil que da una visión de conjunto de las fortalezas y las debilidades de la organización para satisfacer las expectativas de los clientes.

Por debajo de la matriz de base figuran los objetivos de las características a cumplir con respecto a cada uno de los recursos que representa cada columna.

La matriz en triángulo (el «techo» de la casa) se destina para indicar las correlaciones, positivas o negativas, que existen para cada uno de los recursos catalogados. Estos últimos pueden reforzarse mutuamente o pueden contraponerse.

El conjunto de matrices así constituido permite que el grupo de proyecto se concentre en los medios más adecuados para responder a las expectativas de los clientes. Aparecen sobre la casa de la calidad un conjunto de alternativas cuantitativas que permiten tomar, posteriormente, una decisión de modo de asegurar la calidad del producto brindado.

6.3.5 Ventajas

Los aspectos particulares que se enfatizan en el QFD son los siguientes:

- una relación sistemática entre las actividades de la función diseño y las expectativas del cliente,
- la comparación sistemática del desempeño del producto con las de los mejores competidores,
- la participación sistemática de todos los miembros de la organización implicados con la calidad del producto, desde la etapa de diseño del mismo.

Esto significa que el QFD es una técnica para hacer que converjan hacia un mismo objetivo todos los intereses que, dentro de la organización tienen algún grado de incidencia sobre la calidad del producto, de modo de buscar la mejor correlación entre todas las voces que existen tratando de ponerlas al unísono con la del cliente, que es la que se desea escuchar. De esta manera todos los miembros de la organización contribuyen a la creación de la calidad de los productos.

El QFD se presenta como la técnica más eficaz para imitar e incluso superar los productos de la competencia. La atención a las expectativas del cliente y la comparación con la competencia son los dos aspectos básicos del QFD.

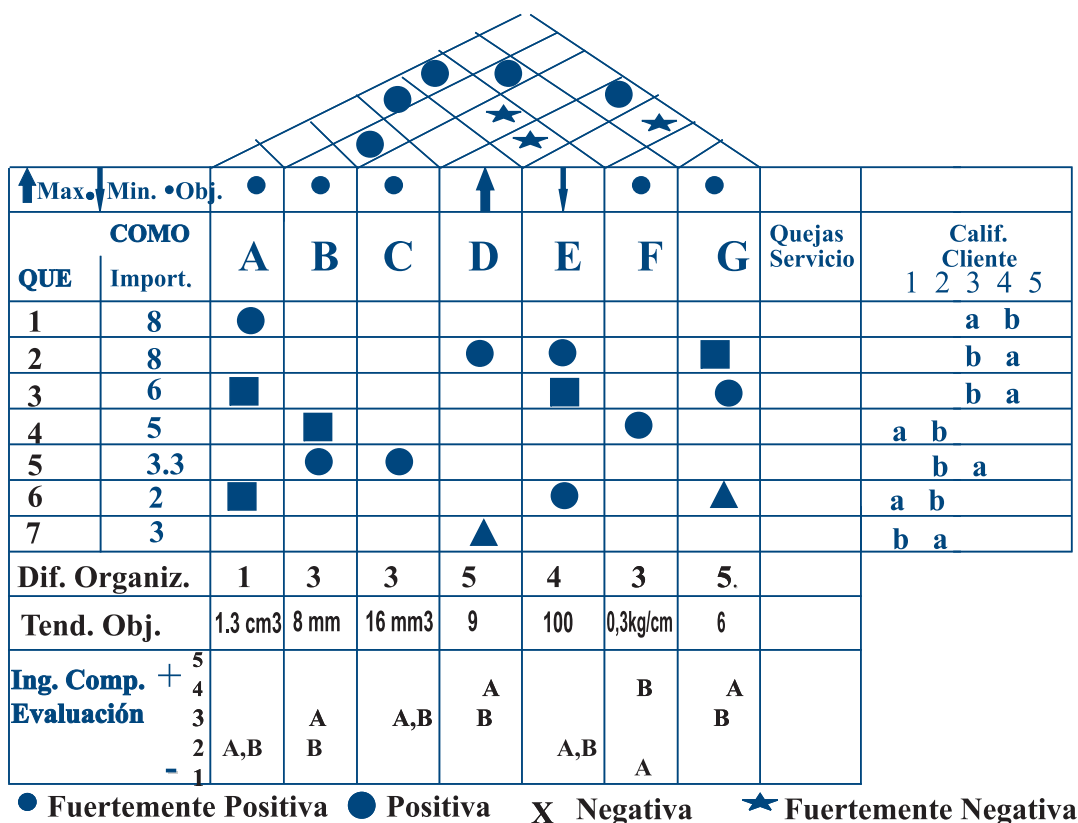
Algo destacable es el rigor científico que se manifiesta en la construcción de las matrices que, además, apela a todas las fuerzas innovadoras de la organización.

	CÓMO
QUÉ	Fuerza de la Relación
<input type="radio"/> Fuerte <input type="radio"/> Media <input type="radio"/> Débil	

		Fila de Orientación			
		CÓMO			
QUÉ	Import. Calificac	RELACIONES		Quejas Servicio	Calif. Cliente
		Dificultad de la Organización			
		Valores a los que tiende el Obj.			
		Gráficas de Evaluación Comp.			
		Reparaciones de Servicio			
		Costos del Servicio			
		Controles Importantes			
Versión Ampliada de Matriz de Planificación de Productos					

☐ Fuerte ☐ Media ☐ Débil

<div>Requerim. de Diseño</div> <div>Requerim. del Cliente</div>	DEE NLS IED AOD	GRA OLSL OERT A	TAA MLAL ÑEOT A	MASA GALLETA	CGA ALL OLRE ITAS SS	FCU OER RTZA ANTE	DNI ULV ZEUL RA	
	A	B	C	D	E	F	G	
Lotes de Relleno de Chocolate (1)	<input type="radio"/>							
Sabor del Relleno (2)				<input type="radio"/>	<input type="radio"/>		<input type="radio"/>	
Dulzura (3)	<input type="radio"/>				<input type="radio"/>		<input type="radio"/>	
Masticabilidad (4)		<input type="radio"/>				<input type="radio"/>		
Tamaño (5)		<input type="radio"/>	<input type="radio"/>					
Bajo en Calorías (6)	<input type="radio"/>				<input type="radio"/>		<input type="radio"/>	
Color (7)				<input type="radio"/>				



6.4 ANÁLISIS DEL VALOR

El análisis del valor, también conocido como ingeniería del valor, es una herramienta que permite analizar las diversas funciones que posee un producto y estimular el hallazgo de la forma más económica de cumplir dichas funciones.

6.4.1 Antecedentes

En la Segunda Guerra Mundial, como en todas las guerras, las dificultades para el abastecimiento de materiales hacen que las organizaciones traten de encontrar materiales o diseños sustitutos para realizar sus productos. Algunos de estos sustitutos funcionan mejor que los materiales especificados, lo cual lleva a una disminución de los costos. Estas experiencias, que se realizan por condiciones coyunturales no buscadas, conducen, a la larga, a lograr oportunidades de mejora del desempeño de los materiales y, también, de mejora de la calidad de los productos.

También se encuentra muchas veces que algunas organizaciones son reticentes a efectuar readecuaciones de sus diseños si no existe un factor externo que las obligue a ello.

Generalmente los promotores de las modificaciones en los productos y en los procesos provienen del sector compras, habitualmente porque se le ofertan al mismo sustitutos que suelen ser muy atractivos desde el punto de vista costos.

6.4.2 Definiciones

Las siguientes son algunas definiciones dadas en la Norma UNE-EN 1325-1:1996.

Valor: “Relación entre la contribución de las **funciones** a la satisfacción de las **necesidades** y el **costo** de dichas funciones.”

Análisis del valor (AV): “Método organizado y creativo que utiliza un proceso de diseño **funcional** y económico cuyo objetivo es incrementar el **valor** de un producto existente o uno nuevo que esta desarrollándose”.

Ingeniería del valor (IV): “Aplicación del **análisis del valor** a un nuevo producto en proceso de desarrollo”.

Objetivo de AV: “Objetivos funcionales y de costo (u otros objetivos tales como disponibilidad, el tiempo, el volumen, etc) para el producto potencial o existente”.

6.4.3 Concepto

El análisis del valor consiste en dos etapas bien definidas:

1. Identificar la función indispensable que cumple un material o un componente en un producto dado.
2. Encontrar la forma más económica de que cumpla tal función, manteniendo el nivel de calidad establecido.

Para llevar a cabo dicho estudio es necesario distinguir las diferentes funciones y los diferentes valores que pueden ser definidos para una entidad:

- **función relativa al usuario:** Acción esperada de un producto, o realizada por él, para satisfacer una parte de las necesidades de un usuario definido.
- **función relativa al producto:** Acciones o interacciones de los elementos del producto con el fin de asegurar las funciones relativas al usuario.
- **costo de función:** Conjunto de gastos previstos o realizados para incorporar una función al producto potencial o existente.
- **valor de uso** basado en las propiedades que la entidad es capaz de cumplir para ser apta para su uso
- **valor de costo** que se basa en el costo mínimo de lograr una función utilitaria
- **valor de estima** que se basa en aquellas propiedades que hacen que un producto pueda contribuir a enorgullecer al dueño del mismo
- **valor de intercambio** que se basa en aquellas propiedades que hacen al producto adecuado para propósitos de intercambio.

La principal contribución del análisis del valor como herramienta es la introducción del concepto

de un esquema organizado que hace que este estudio se pueda realizar desde la idea hasta su concreción en un producto. De ahí surge la denominación de ingeniería del valor.

6.4.4 Metodología

Para llevar adelante un análisis del valor se debe realizar las siguientes actividades:

- 1) definir concretamente los diversos valores
- 2) establecer un plan de acción basado en las siguientes etapas:
 - selección de la entidad
 - determinación de la función esencial
 - desarrollo de alternativas para cumplir dicha función
 - análisis del costo de las alternativas
 - evaluación para probar la factibilidad de la alternativa seleccionada
 - establecimiento de una propuesta
- 3) verificar, utilizando una lista de verificación, para ver cuáles son los problemas que pueden aparecer.
- 4) considerar otras herramientas para ayudar a hacer los estudios de comercialización
- 5) crear programas de entrenamiento
- 6) establecer grupos de proyecto.

UNIDAD TEMÁTICA 7 - HERRAMIENTAS PARA LA GESTIÓN DE PROYECTOS

OBJETIVO:

Estudiar el empleo de las herramientas clásicas utilizadas en la programación de los proyectos, que hoy dan lugar a nuevas herramientas informáticas. Se explican los fundamentos y la aplicación de las siguientes herramientas: PERT, Gantt, CPM.

7.0 INTRODUCCIÓN

Un programa fija procedimientos específicos y ordenados de acción para resolver problemas repetitivos e iterativos.

La norma PU UNIT-ISO 10006 define proyecto como: “Proceso único consistente en un conjunto de actividades coordinadas y controladas con fechas de inicio y de finalización, llevadas a cabo para lograr un objetivo conforme con requisitos específicos, incluyendo las limitaciones de tiempo, costo y recursos”.

El análisis de redes es una técnica particularmente útil en la planificación y el control de proyectos grandes y complejos. El análisis de redes permite la identificación de relaciones entre las subpartes de un proyecto a través del tiempo.

Para la programación de proyectos las herramientas más empleadas son:

- el gráfico de Gantt
- PERT, la técnica de la evaluación y la revisión del programa («program evaluation and review technique»)
- el método del camino crítico (CPM, “critical path method”).

Dichas herramientas se complementan con otras que permiten estudiar la factibilidad que un proyecto pueda implantarse de acuerdo a lo programado.

7.1 ETAPAS

Para la mayoría de los proyectos, la primera y principal labor de programación consiste en coordinar los diversos recursos disponibles para asegurarse que se encontrarán en los lugares en que se los en el momento oportuno.

Las preguntas que, habitualmente, deben responderse son las siguientes:

1. ¿Cuál es la fecha de finalización del proyecto?
2. ¿Cuál es la variabilidad probable de ese dato?
3. ¿Cuáles son las fechas programadas del inicio y de finalización de cada actividad específica?
4. ¿Cuáles actividades son críticas en el sentido de que deben finalizar estrictamente como fueron programadas para llegar a la finalización del proyecto total?
5. ¿Cuánto se puede demorar las actividades no críticas antes de provocar un retraso en la fecha de finalización del proyecto total?

6. ¿Cómo se puede concentrar en forma efectiva los recursos y las actividades con el objetivo de acelerar la finalización del proyecto?
7. ¿Qué controles se debe ejercer en el flujo de recursos financieros para las diversas actividades durante el proyecto, para cumplir con el proyecto total?

Estas preguntas se responden, en forma secuencial, a través del uso de las diversas herramientas mencionadas.

7.2 EL GRAFICO DE GANTT

El gráfico de Gantt fue desarrollado por Henry Gantt en 1918 durante la I Guerra Mundial para la programación del arsenal Frankford y continúa siendo una herramienta útil en la programación de proyectos y en el seguimiento de su ejecución. Su simplicidad y su claro desarrollo gráfico lo han establecido como de gran utilidad.

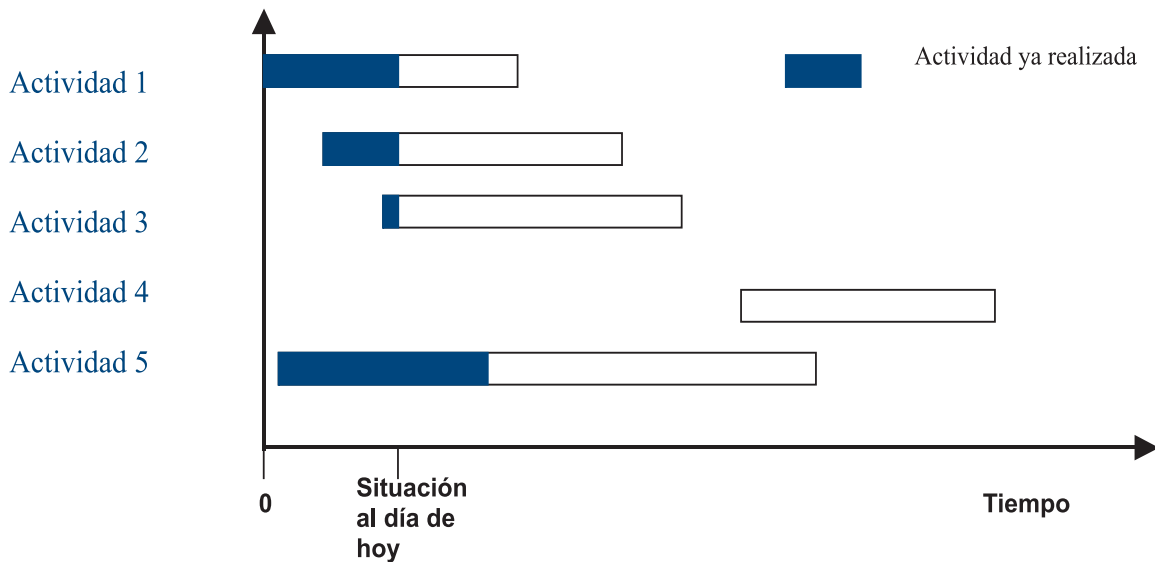
El gráfico de Gantt es un gráfico de barras horizontales que consiste en hacer una lista de actividades las cuales se indican verticalmente en un diagrama. En forma horizontal (con forma de barra), se indica el tiempo en las unidades más apropiadas según el tipo de proyecto de que se trata. Se representa tanto la duración prevista como la verdadera de cada actividad, mediante una barra de longitud adecuada.

El gráfico indica, también, el inicio más temprano posible para cada actividad. Eso depende de si tiene que estar finalizada o no una actividad para ejecutar la siguiente.

Cuando se completa cada actividad (o parte de ella), se sombrea la barra correspondiente. Por lo tanto, en un momento cualquiera se ve con claridad cuáles actividades están «en tiempo» y cuáles no.

El gráfico de Gantt se usa, también, como un registro para llevar el seguimiento de la progresión en el tiempo de las actividades a ejecutar para cada proyecto.

Sin embargo el gráfico de Gantt no revela cuáles actividades son antecesores inmediatos de otras, por ello se han ideado las demás herramientas mencionadas.



7.3 LA TÉCNICA DE LA EVALUACIÓN Y LA REVISIÓN DEL PROGRAMA (PERT)

La técnica PERT fue desarrollada a fines de la década de 1950 por la Navy Projects Office en colaboración con la empresa de consultoría administrativa de Booz, Allen y Hamilton y la División de Sistemas de Armamentos de la Corporación Lockheed Aircraft.. La técnica recibió una considerable publicidad, favorable para su uso, en el programa de ingeniería y desarrollo del misil Polaris, un complicado proyecto que tenía 250 contratistas primarios y 9 000 subcontratistas.

Desde esa fecha, ha sido ampliamente utilizado en otras organizaciones, tanto industriales como de servicios.

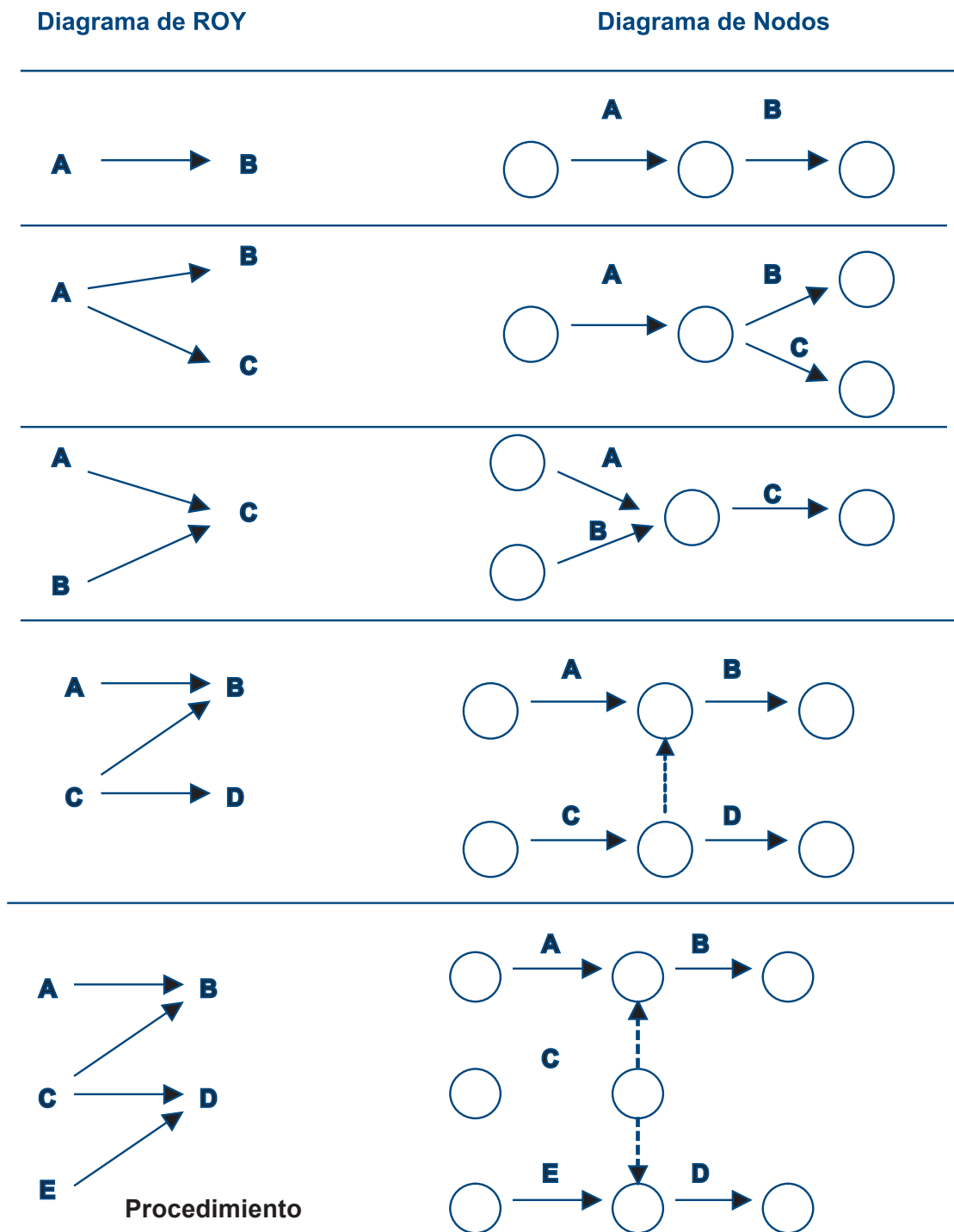
En la técnica PERT cada actividad se representa mediante una flecha llamada arco o rama. El principio y el fin de cada actividad se representan mediante un círculo que se denomina nodo o evento.



Cada nodo se numera en forma arbitraria, utilizando dichos números solamente para identificar eventos, sin indicar las relaciones de precedencia. En la técnica PERT cada actividad debe empezar en el nodo en que termina su antecesor inmediato. En algunas situaciones se puede introducir en el análisis de red una actividad ficticia, la cual se representa mediante una línea punteada. Dicha actividad no requiere ningún tipo de recursos (incluyendo tiempo).

7.3.1 Redes o grafos (diagrama de ROY)

Una vez finalizada una tarea puede darse el caso de que puedan comenzar una o más tareas, en tal caso:



Para dibujar un gráfico PERT, son necesarios los siguientes pasos:

- Hacer una lista de todas las tareas y acontecimientos del proyecto, adjudicarles una letra correlativa.
- Determinar las dependencias entre las tareas. Para cada tarea, se anotan las tareas que han de completarse antes y después de la terminación de la tarea en concreto.
- Dibujar el **diagrama de ROY**, que es una representación gráfica en la cual se señala la secuencia de las actividades (anterior y posterior).
- Hacer una estimación de la duración de cada tarea. Esta estimaciones realiza de la siguiente manera:
 - calcular la cantidad de tiempo que llevaría realizar la tarea, que recibe el nombre de tiempo optimista (To)
 - calcular la cantidad máxima de tiempo que llevaría realizar la tarea, que recibe el nombre de tiempo pesimista (Tp)
 - calcular el tiempo más probable o tiempo promedio (Tm)

calcular para cada tarea el tiempo esperado (Te), como:

$$Te = \frac{To + 4 Tm + Tp}{6}$$

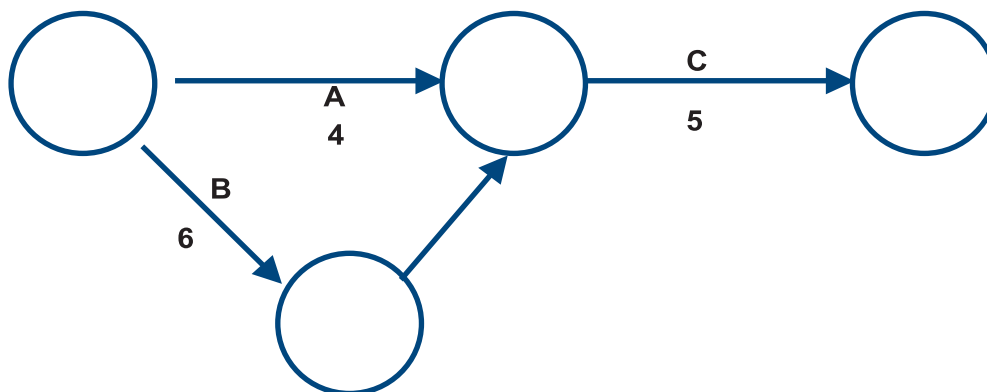
El tiempo esperado (Te) es mayor al tiempo promedio (Tm).

Nota: To, Tm, Tp son “estimados” por un experto sobre la acción que se va a completar.

Los estimados de tiempo de acción no deben estar a) relacionados con acciones precedentes y subsiguientes, ni b) sobre estimados para estar completamente seguros. Los estimados de tiempo de acción deben: a) considerar los fines de semanas y días festivos y b) considerar el clima y otros fenómenos naturales.

- calcular el tiempo mínimo y el tiempo máximo de finalización para cada tarea.

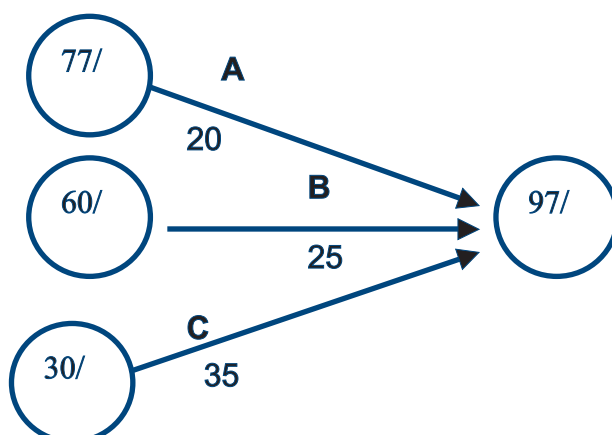
Dibujar el diagrama de nodos, señalando en cada flecha, la tarea y tiempo esperado



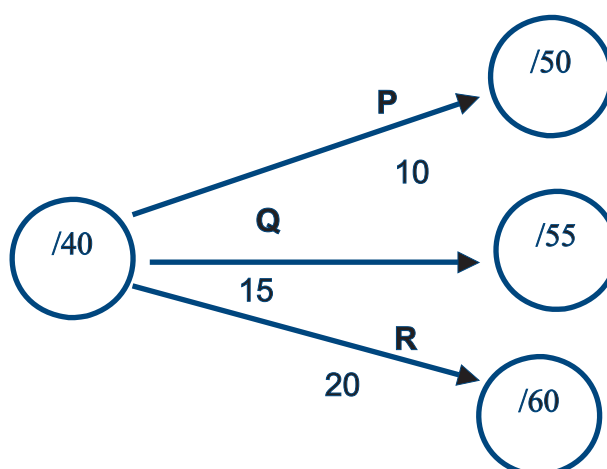
Una flecha con trazo discontinuo tiene un significado especial. Es una tarea vacía. “Una tarea vacía representa la dependencia de dos acontecimientos. Sin embargo, como no ha de llevarse a cabo ninguna actividad, no existe duración entre dichos acontecimientos”.

➤ Tiempos / Fechas

tiempo más temprano



tiempo más tardío

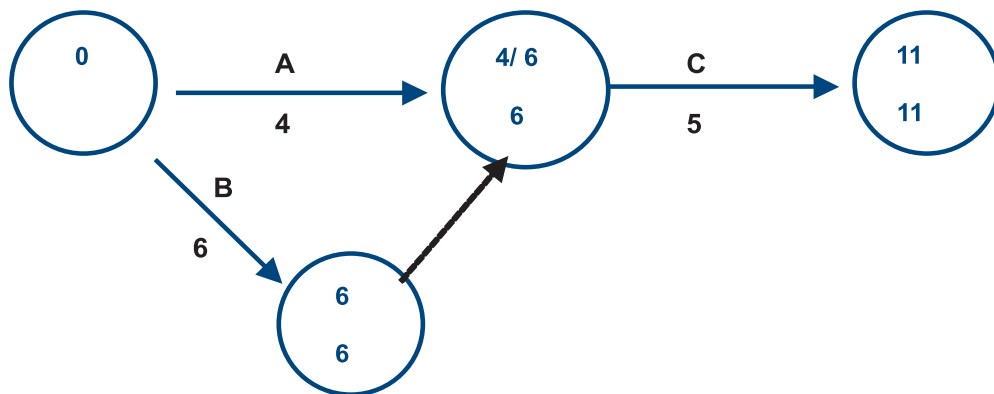


Actividad	Inicio temprano	Fin temprano	Inicio tardío	Fin tardío	Holgura
A	0	4	2	6	2
B	0	6	0	6	0
C	6	11	6	11	0
*					
J					

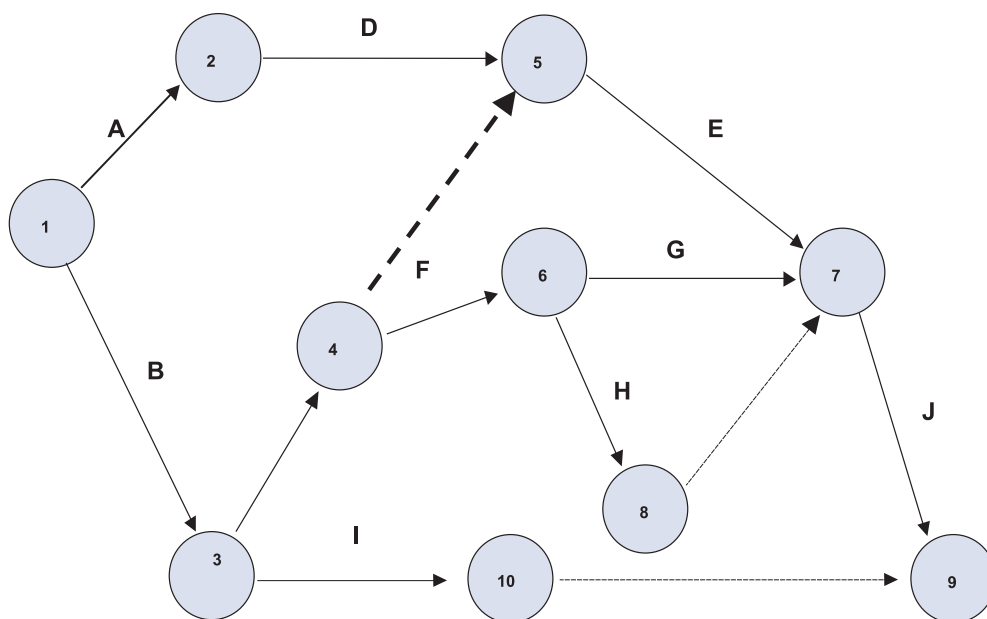
Holgura: se define la holgura como la diferencia entre el Fin Tardío y el Fin Temprano

Tarea Crítica: se define una tarea crítica cuando la holgura es cero; igual tiempo fin temprano que tiempo fin tardío.

- Dibujar el diagrama de PERT, indicando el **camino** crítico (conjunto de tareas críticas), incluyendo los tiempos de acuerdo a la tabla arriba mencionada



7.4 Ejemplo: REPRESENTACIÓN DEL ESQUELETO DE UN DIAGRAMA DE PERT



7.5 EL MÉTODO DEL CAMINO CRÍTICO (CPM)

El método CPM fue desarrollado en 1957 por J.E. Kelly y M.R. Walker. Se diferencia de la técnica PERT por los detalles de cómo se manejan el tiempo y el costo. El CPM es idéntico al PERT en concepto y metodología.

En realidad las diferencias entre la técnica PERT y el método CPM es simplemente el método por medio del cual se realizan estimados de tiempo para las actividades del proyecto. PERT supone que el tiempo para realizar una actividad es una variable aleatoria descrita por una distribución de probabilidad y el CPM por otra parte, infiere que los tiempos de las actividades se conocen en forma determinísticas y se pueden variar cambiando el nivel de recursos utilizados.

En resumen:

- El PERT / CPM exponen la “ruta crítica” de un proyecto. Las actividades de la ruta crítica deben realizarse pronto. Si una actividad de la ruta crítica se retarda, el proyecto como un todo se retarda en la misma cantidad de tiempo
- El PERT / CPM identifica las actividades y la cantidad de tiempo disponible para retardos
- El CPM también considera los recursos necesarios para completar las actividades. En muchos proyectos permite que el gerente manipule las actividades teniendo en cuenta los tiempos de holgura de las actividades no críticas, permitiendo que se alivien los problemas.
- El CPM proporciona una herramienta para controlar y monitorear el proceso de un proyecto.

En la utilización efectiva se han ido borrando esas diferencias en cuanto las organizaciones han

integrado las mejores características de ambos en sus esfuerzos propios para la optimización en la programación de los proyectos.

Dentro del ámbito aplicación, el método se usa para la planeación y control de diversas actividades tales como construcción de casas y edificios, investigación de mercado, ampliaciones de fabricas, distribución de tiempos de salas de operaciones, censos de población, etc.

Para obtener los mejores resultados los proyectos deben poseer las siguientes características:

- a) que el proyecto sea único, no repetitivo
- b) que se deba ejecutar el proyecto o parte de él en un tiempo mínimo, sin variaciones, es decir en tiempo crítico
- c) que se desee el costo de operación más bajo dentro de un tiempo disponible

7.6 PLANIFICACIÓN Y PROGRAMACIÓN

Las etapas de Planificación y programación podrían constar de los siguientes pasos:

- 1) Fijación de metas y objetivos
- 2) Lista de Actividades y tareas
- 3) Secuencia de tareas. Tiempos y otros recursos
- 4) Diagrama de ROY
- 5) Diagrama de Nodos
- 6) Determinación del Camino Critico
- 7) Cuadro de Gantt
- 8) Perfiles de Recursos
- 9) Aceleración del Proyecto
- 10) Análisis de Costos
- 11) Documentación y Registros

UNIDAD TEMÁTICA 8 - HERRAMIENTAS PARA LA GESTIÓN INTEGRAL

OBJETIVO:

Introducir a los participantes en el empleo de las principales herramientas para la gestión integral de la organización.

8.0 INTRODUCCIÓN

Existe un conjunto de herramientas que es necesario conocer a los efectos de llevar a cabo una adecuada gestión integral de la organización.

Algunas de las herramientas que se expondrán en esta unidad temática pueden ser empleadas en diversas etapas. Es la habilidad del usuario seleccionar el momento y la situación más oportunos para optimizar su empleo.

8.1 ANÁLISIS FODA

El análisis FODA, también conocido como análisis o matriz DAFO, es una herramienta analítica que permite trabajar con toda la información que se posea sobre una organización determinada. Se define las fortalezas, las debilidades, las oportunidades y las amenazas que se presentarán para un proyecto particular o para la organización en su totalidad en el momento de tratar de implantar los resultados de una programación.

El análisis FODA es una herramienta ampliamente empleada en la **planificación estratégica**, también denominada planificación de Hoshin o definición de una nueva visión.

El análisis FODA tiene múltiples aplicaciones y puede ser usado por todos los niveles de la organización o en diferentes circunstancias de análisis tales como: producto, mercado, producto-mercado, sector de la organización, unidad estratégica de negocio, etc.

Los conceptos del análisis FODA son los siguientes:

- Se denomina **fortalezas o puntos fuertes (F)** a aquellas características o aspectos internos de la situación problemática que facilitan o favorecen el logro de los objetivos. Se recomienda identificar todas las fortalezas, al margen de las aparentemente triviales o comunes a todas las organizaciones.
- Se denomina **oportunidades (O)** a aquellos aspectos del entorno externo de la situación que pueden favorecer el logro de los objetivos o iniciar nuevos emprendimientos. Son variables que están a la vista de todos pero que, si no son reconocidas a tiempo significan la pérdida de una ventaja competitiva. Se recomienda registrar todas las oportunidades que permitan potenciar los ingresos, los beneficios y los recursos.

- Se denomina **debilidades o puntos débiles (D)** a aquellas características propias de la situación que constituyen obstáculos internos al logro de los objetivos. Se aconseja identificar y registrar aquellas debilidades que afectan adversamente a los clientes a un costo mínimo. Es conveniente asegurarse que se registran las causas de los problemas actuales o potenciales y no los síntomas.
- Se denomina **amenazas (A)** a aquellos aspectos que se presentan en el entorno de la situación problemática que pueden afectar negativamente las posibilidades de logro de los objetivos. Son variables que ponen a prueba la supervivencia de una organización y que, reconocidas a tiempo, pueden evitarse o ser transformadas en oportunidades. Se recomienda establecer y registrar por ejemplo: la creciente fortaleza de un competidor en el mercado, una situación económica que empeora, un incremento previsto en los costos de los insumos o en los impuestos, cambios en la reglamentación que resultará costosa o difícil de cumplir. Es necesario identificar las pocas amenazas que pueden ser controladas por la organización o que pueden evitarse, de modo de desarrollar un primer borrador de plan para evitarlos.

Lo anterior significa que el análisis FODA consta de dos partes: una interna y otra externa.

- La parte **interna** tiene que ver con las fortalezas y debilidades de la organización, es decir, aquellos aspectos sobre los cuales se tiene algún grado de control.
- La parte **externa** mira las oportunidades que ofrece el mercado y las amenazas que debe enfrentar la organización en el mercado seleccionado. Aquí es necesario desarrollar toda la capacidad y la habilidad del usuario de la herramienta para aprovechar las oportunidades y para minimizar o anular las amenazas o aquellas circunstancias sobre las cuales la organización tiene poco o ningún control directo.

Como herramienta el análisis FODA, puede ser representado a través de una matriz, la **matriz FODA**, que es una importante metodología para la formulación de cuatro tipos de estrategias: FO, DO, FA y DA.

Generalmente las organizaciones utilizan estrategias DO, FA o DA, para llegar a una situación en la cual pueda aplicar una estrategia FO. Cuando una organización afronta debilidades importantes, tratará de vencerlas y convertirlas en fortalezas; cuando la organización se ve enfrentada a una amenaza grave luchará por evitarla y concentrarse más en las oportunidades

Contexto interno Contexto externo	FORTALEZAS	DEBILIDADES
OPORTUNIDADES	(FO) Estrategias Ofensivas FÁCIL	(DO) Estrategias de Orientación DIFÍCIL
AMENAZAS	(FA) Estrategias Defensivas DESAFIANTE	(DA) Estrategias de Supervivencia IMPOSIBLE

Fig. 8.1 Cuadro de matriz FODA

8.1.1 FODA y planificación estratégica

Como se mencionó al principio de este punto, el análisis FODA es muy útil en la planificación estratégica.

Cuando se habla de planificación estratégica, se habla de planes creados para una ejecución a largo, mediano y corto plazo; que necesitan de la aprobación de la dirección y que requieren una mayor preparación y planificación.

Las etapas que implica la planificación estratégica son las siguientes:

1. Formulación de un plan con la finalidad de estimar las fortalezas, las debilidades, las oportunidades y las amenazas de la organización o de los productos.
2. Despliegue hacia los sectores de la organización, de modo de compatibilizar las metas internas con los objetivos del plan.
3. Definición de plan y toma de decisiones
4. Implantación de la estrategia planificada.
5. Evaluación del avance del plan, efectuando las acciones correctivas necesarias.

8.2 ANÁLISIS DEL CAMPO DE FUERZAS

El análisis del campo de fuerzas es una técnica general que tiene como objetivo el diagnóstico y solución de problemas. Tiene varias similitudes con el análisis FODA, razón por la cual se los estudia en forma conjunta.

Ante la aparición de cualquier problema o cuando se desea proponer una solución existen fuerzas que impulsan la solución, son las fuerzas positivas, fuerzas promotoras o fuerzas impulsoras, así como fuerzas que resisten el cambio, son las fuerzas negativas, fuerzas restrictivas o fuerzas resistentes.

Si las fuerzas desaparecen por completo la situación llega a un equilibrio y al mantenimiento del statu quo, lo cual significa que el problema se mantiene planteado.

La solución puede ocurrir mediante el incremento de las fuerzas positivas o mediante la reducción de las fuerzas negativas. El último enfoque es con frecuencia más fructífero y deseable, ya que el incremento de las fuerzas positivas, sin la atención a las fuerzas negativas, puede aumentar la presión y la tensión hasta un punto donde la solución se haga prácticamente imposible.

Este enfoque facilita la inclusión de una amplia variedad de factores (tecnológicos, organizativos, sicosociales, etc.), permitiendo anticipar el antagonismo que muy probablemente surja en la implantación de una solución planificada. La evaluación adecuada permitirá el liderazgo creativo para el manejo de los resentimientos a nivel afectivo.

Es necesario conocer las fuerzas que tienen influencia en relación con la solución propuesta, asignándole a cada una de ellas un valor. La sumatoria de todas las fuerzas indicará si la solución tiene probabilidad de ser exitosa en un contexto dado.

Si la sumatoria es cercana a cero, entonces es probable que la situación se mantenga sin cambios. Si la sumatoria tiene un valor positivo elevado, significa que la solución es deseable y, quizá también, acertada.

Las etapas para llevar adelante esta técnica son las siguientes:

1. Identificar una solución a proponer.
2. Determinar todas las fuerzas que pueden incidir en su implantación.
3. Asignar a cada fuerza un valor con signo positivo o negativo y determine su magnitud
4. Desarrollar una estrategia para reducir las fuerzas negativas e incrementar las fuerzas positivas

El análisis puede detallarse tanto como parezca necesario, de acuerdo al problema planteado o a la solución propuesta. Para asuntos complejos con probables dificultades en la implantación, podría ser valioso el realizar el análisis del campo de fuerzas con una participación grupal amplia. En otros casos puede ser suficiente solamente delinear el problema en el marco de referencia básico y pasar rápidamente a la fase de solución tentativa.

El análisis de fuerza, requiere de propuestas e información, las que pueden provenir de una sesión de brainstorming, seguido de un diagrama de afinidades y un diagrama de causas-efecto; y /o bien del proceso de recolección de datos, técnicas grupales y de las herramientas estadísticas. Estas mismas herramientas pueden ser utilizadas para asignar magnitudes y polaridad a las fuerzas.

Fuerzas positivas

Fuerzas negativas

El 3º turno de empleados recibe
Con agrado el nuevo desafío



8

El primer turno de empleados rechaza los cambios

7



Incremento de la producción



9

Dificultad para modificar escenarios

3



El jefe de producción recibe
Con agrado el nuevo desafío



7

Ningún conocimiento de cómo desarrollar un EVOP

8



El ingeniero químico desea llevar
A cabo un estudio de EVOP



8

total: 32

Total:18

Solución:

Se desarrollo una estrategia para neutralizar las fuerzas negativas:

- Comenzar el EVOP en el tercer turno. Después de que se realicen cambios en la producción, implementar en el segundo y tercer turno.
- Enviar al Ing. Químico a un seminario sobre EVOP o recurrir a un consultor.

8.3 INDICADORES DE LA CALIDAD

Quizá una de las primeras actividades que es necesario efectuar cuando se intenta implantar un sistema de gestión de la calidad en una organización es definir claramente los productos que la misma brinda a sus clientes. Luego será necesario identificar cuáles son las características de la calidad esenciales para dichos productos. De las múltiples características de la calidad que identifican a un producto solamente unas pocas son apreciadas por el cliente y son sometidas a medición por la organización. A esas características se las denomina indicadores de la calidad. Un indicador es una expresión numérica (ratio) representativa de una magnitud, que permite conocer el desempeño de un proceso.

Existen dos tipos de indicadores de calidad:

- a) los objetivos, fijados por la organización de acuerdo a sus especificaciones internas y
- b) los subjetivos, que se refieren a la calidad de acuerdo a cómo la misma es percibida por el cliente.

Ambos indicadores no tienen necesariamente que ser coincidentes, pero en un enfoque de gestión total de la calidad deben acercarse lo más posible, ya que interesa la satisfacción plena del cliente. La misma debe ser medida para saber que realmente la organización cumple con sus objetivos fundamentales.

La voz de los clientes puede llegar a la organización a través de encuestas, de investigación del mercado, de quejas o de reclamaciones.

Si bien el proceso lógico para el diseño de un producto debe originarse en la investigación del mercado, un sistema de quejas o reclamaciones puede ser aprovechable.

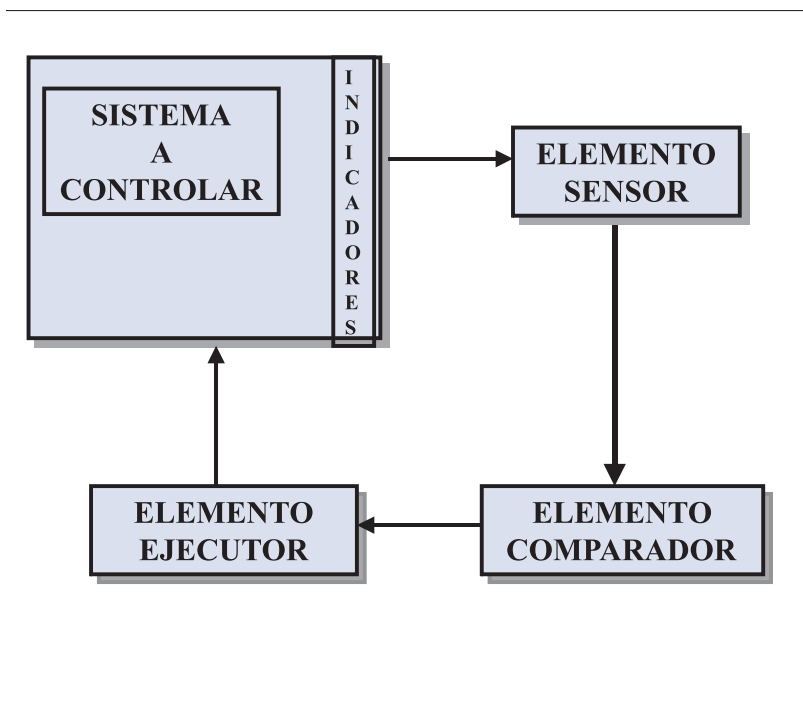
Para ello dicho sistema, que también se puede utilizar para medir la satisfacción del cliente, debe tener dos condiciones fundamentales:

- a) formar parte de un programa de implantación de un sistema de gestión de la calidad,
- b) ser considerado con una actitud abierta, positiva, respetuosa y como una oportunidad para la mejora de la calidad.

Con esta finalidad, la organización debe realizar las siguientes actividades:

- elección del indicador de calidad apropiado a ser verificado
- establecimiento de la especificación para el indicador seleccionado
- selección de la forma de expresión de la medición
- elección del dispositivo sensor
- medición del indicador correspondiente
- comparación del valor de la medición con el valor especificado, para el indicador seleccionado
- interpretación de los resultados
- toma de decisión.

Esta secuencia de actividades puede se conoce bajo la denominación de **ciclo universal de control**.



8.3.1 CARACTERÍSTICAS DE LOS INDICADORES:

El indicador seleccionado debe ser:

- representativo
- medible
- sensible
- práctico
- relativo
- útil
- fiables
- universales
- específicos
- accesibles
- razonables
- aceptables
- pertinentes
- fáciles de usar

8.4 BENCHMARKING

Se define el «benchmarking» como el proceso sistemático y continuo para evaluar los productos y los procesos de las organizaciones en cuanto a eficiencia en términos de productividad, calidad y prácticas con aquellas compañías y organizaciones que son reconocidas como líderes de las mejores prácticas, con la finalidad de realizar procesos de mejora continua.

Básicamente el «benchmarking» es un tipo de estudio comparativo, entendiendo que comparar significa examinar con el propósito de observar o descubrir semejanzas o diferencias entre diversos enfoques o estrategias, teniendo en cuenta una cantidad variable de dimensiones.

En 1979 Xerox inició un proceso denominado benchmarking competitivo. Benchmarking se inició primero en las operaciones industriales de Xerox para examinar sus costos de producción unitarios. Se hicieron comparaciones de productos seleccionados y se hicieron comparaciones de la capacidad y características de operación de máquinas de fotocopadoras de los competidores y se desarmaron sus componentes mecánicos para analizarlos. Estas primeras etapas de benchmarking se conocieron como comparaciones de calidad y las características del producto.

El benchmarking se formalizó con el análisis de las fotocopadoras producidas por Fuji - Xerox, la afiliada japonesa de Xerox, y más tarde otras máquinas fabricadas en Japón. Se identificó entre otros puntos que los competidores vendían las máquinas al mismo precio que a Xerox les costaba producirlas, que por cada empleado de línea, Xerox tenía 3 administrativos y las empresas japonesas solo 1.

8.4.1 Tipos de benchmarking

Se puede efectuar tres tipos diferentes de estudios de «benchmarking»:

- a) **interno** cuando se efectúa la comparación de actividades similares entre diferentes sectores de una misma organización;(benchmarking funcional)
- b) **con la competencia** cuando se efectúa la comparación del desempeño de una organización con el de sus competidores directos en el mercado;
- c) **con el mejor de su clase** cuando se efectúa la comparación del desempeño de la organización con el de organizaciones que son reconocidas por su excelencia en la temática de interés (calidad en el caso que se considera aquí).

Este último tipo de «benchmarking» requiere una mentalidad abierta que permita escuchar, observar y aprender de situaciones que no son las propias.

Cuando realizamos un benchmarking, vamos a aprender de la organización seleccionada y a su vez esta organización aprenderá de nuestra organización.

La ética en las relaciones es la clave para que ambas organizaciones alcancen sus objetivos.

8.4.2 Fases

El proceso de «benchmarking» consta de cuatro fases y sigue una secuencia de actividades, las cuales se resume a continuación:

Fase 1: Planificación

Se debe preguntar:

- ¿Qué es lo que se debería comparar?
- ¿Frente a quién nos deberíamos comparar?

Se identifican las características clave a evaluar y se establecen los elementos a tomar como marco de referencia.

Las actividades específicas que se deben emprender durante la etapa de planeamiento son:

- La selección del proceso concreto para el benchmarking
- Identificar y nominar un responsable
- Seleccionar el líder y los participantes del equipo
- Identificar las expectativas de los usuarios
- Desarrollar los criterios para la selección de la organización para la comparación y
- Determinar el método de recolección de datos.

Fase 2: Selección del marco de referencia de acuerdo con el tipo de «benchmarking» que se está efectuando. Es la investigación. En esta etapa se incluyen un conjunto de actividades como:

- Recolección de información del proceso dentro de la organización
- La identificación de asociados potenciales para desarrollar el benchmarking
- Investigación y selección de posibles organizaciones con quienes hacer las comparaciones
- Lograr la cooperación y establecer una alianza con la organización escogida.

Fase 3: Recorrer el ciclo de la información (recolección, ordenamiento y análisis de los datos), el cual consiste en:

- medir su desempeño propio
- medir el desempeño del líder de referencia
- cuantificar y comprender las diferencias.

Fase 4: Integración y acción, que consiste en la adaptación e implantación de los mecanismos para la mejora de los procesos y la definición de acciones para establecer los mejores objetivos, identificar las oportunidades de mejora, la implantación de las acciones y la verificación de los logros.

Son actividades de la etapa de mejora:

- determinar metas para cerrar la brecha de desempeño y luego superarla

- adaptar las mejores prácticas a la cultura de la organización
- desarrollar un plan de acción formal para poner en práctica las mejoras
- lograr la aprobación de la dirección
- otorgar los recursos necesarios para la implantación
- implementar el plan
- monitorizar y comunicar los progresos e identificar oportunidades para un futuro estudio de benchmarking

Este proceso debe retroalimentarse y reiniciarse constantemente, lo que algunos autores denominan la recalibración del proceso de «benchmarking».

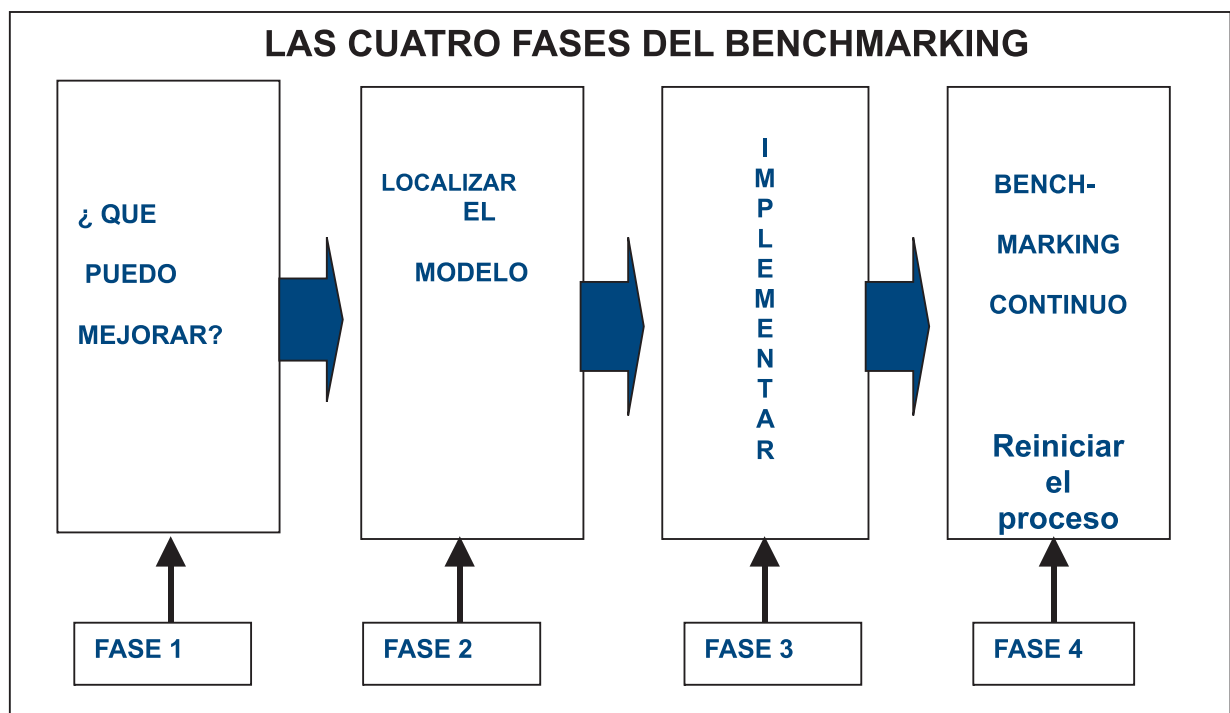


Fig. 8.4.1 Cómo afrontar una acción de Benchmarking

8.4.3 Otros requerimientos para el plan de benchmarking

- la alta dirección de la organización debe estar comprometida en la acción de benchmarking iniciada y prestar en todo momento su apoyo al proyecto
- buscar dentro de la empresa una persona motivada y comprometida, con un perfil psico-profesional que denote un espíritu curioso, analítico y riguroso, que la lleve a reunir y a tratar la información con ingenio e imaginación; debe ser capaz de interpretar hechos y sacar conclusiones de un gran caudal de datos
- Formar un grupo de benchmarking, si es requerido
- Iniciar el benchmarking dentro de la empresa con un proyecto piloto y de dimensiones no demasiado ambiciosas; (si tenemos un problema de insatisfacción del cliente, no intentemos reconceptualizar el plan de marketing)

8.4.4 Respuestas del benchmarking

- El benchmarking debe dar respuesta a las siguientes preguntas claves:
- ¿Cuál de nuestras actividades es básica para que nuestra empresa progrese y pueda obtener una ventaja competitiva?
- ¿Cuáles son los factores dentro de esta actividad que pueden propiciarnos el éxito en sus resultados?
- ¿En qué empresa u organización podemos aprender las lecciones precisas para la mejora sustancial de esta actividad?
- ¿Qué diferencia en resultados se produce realmente, en la ejecución concreta de esta actividad, entre nuestra actuación y la de la empresa modelo que hemos escogido y en la vamos a inspirarnos?
- ¿Cómo cerrar esa diferencia y hacerla favorable para nuestra empresa?

8.4.5 Recuerde

- *benchmarking no es espionaje*
- *benchmarking no es rápido*
- *benchmarking no solo es recoger información*
- *benchmarking es investigación profunda*
- *benchmarking no es copiar*
- *benchmarking no es imitar*
- *benchmarking es aprender*

8.5 LAS PREGUNTAS CLAVES

Antes de realizar cualquier actividad ,es conveniente plantearse las siguientes preguntas claves:

- ¿Quién? - ¿Who?
- ¿Qué? - ¿What?
- ¿Dónde? - ¿Where?
- ¿Cuándo? - ¿When?
- ¿Por qué? - ¿Why?
- ¿Cómo? - ¿How?

En inglés se las resume como las 5 W y 1 H, en español, puede aparecer como QQDCPC. Esta es una forma de saber quién hace una tarea, qué es lo que hace, dónde la hace, cuándo la hace, porqué la hace y cómo la hace. Puede ser una herramienta de gran utilidad cuando se está estructurando la documentación del sistema de gestión de la calidad.

También puede usarse esta herramienta para establecer la mejor estructura organizativa, hacer selección de personal, constituir grupos, etc.

A continuación se presenta algunas de las preguntas de este tipo que pueden utilizarse con diferentes objetivos:

Preguntas quién

- ¿Quién debería hacerlo?
- ¿Quién no debería hacerlo?
- ¿Quién más podría hacerlo?
- ¿Quién más podría participar?

Preguntas qué

- ¿Qué se ha logrado?
- ¿Qué se debería hacer?
- ¿Qué pasaría si no se hiciera?
- ¿Qué más se puede hacer?
- ¿Qué menos se puede hacer?
- ¿Qué se puede hacer ahora, esta semana, este año?

Preguntas dónde

- ¿Dónde hacerlo?
- ¿Dónde no hacerlo?
- ¿Dónde es más conveniente hacerlo?
- ¿Dónde sería ideal hacerlo?

Preguntas cuándo

- ¿Cuándo se debe?
- ¿Cuándo no se debería?
- ¿Cuándo habrá tiempo disponible para hacerlo?

- ¿Cuándo se puede comenzar con la implantación?
- ¿Cuándo se puede iniciar la mejora continuo?

Preguntas por qué

- ¿Por qué esa es mi tarea?
- ¿Por qué esa no es mi tarea?
- ¿Por qué hacerlo de esta manera?
- ¿Por qué hacerlo aquí?
- ¿Por qué hacerlo ahora?

Preguntas cómo

- ¿Cómo hacerlo?
- ¿Cómo se puede mejorar?
- ¿Cómo se puede hacerlo de una manera diferente?

En la solución de problemas se recomienda enfatizar las preguntas por qué, encontrándose que en la mayoría de las situaciones es necesario formular 5 de dichas preguntas.

8.6 LAS SIETE PREGUNTAS DEL PROVEEDOR

Es una herramienta especialmente adecuada para aclarar problemas organizativos o de información. Se basa en los principios de la gestión total de la calidad y en el hecho de que en una organización cada miembro de la misma actúa, simultáneamente, como cliente y como proveedor en una cadena de suministro.

Las siete preguntas que deben ser respondidas son las siguientes:

- ¿quiénes son mis clientes?
- ¿qué producto necesitan mis clientes?
- ¿cuáles son las expectativas de mis clientes?
- ¿qué le estoy ofreciendo actualmente a mis clientes?
- ¿en qué aspectos no satisfago actualmente a mis clientes?
- ¿qué puedo hacer para satisfacer mejor las expectativas de mis clientes?
- ¿qué acciones debo modificar para satisfacer a mis clientes?

UNIDAD TEMÁTICA 9 - PROCESO DE MEJORA CONTINUA

OBJETIVO

Se brinda al participante un enfoque clásico del proceso de mejora continua, basándose en herramientas y filosofías modernas, asociando el empleo de estas herramientas a la mejora continua de la organización tal cual lo establecen las normas de la familia UNIT-ISO 9000.

9.0 INTRODUCCIÓN

Cuando se implanta un sistema de gestión de la calidad de acuerdo con las normas UNIT-ISO de la familia 9000, la dirección de una organización debe asegurar que el sistema ha de facilitar y ha de promover una mejora continua de la calidad. Una meta constante de la dirección de una organización debe ser esforzarse para lograr la satisfacción del cliente y la mejora continua de la calidad a todos los niveles.

La calidad de los productos y los servicios es importante para la competitividad. La mejora continua de la calidad es necesaria para resaltar una posición competitiva de la organización. Se debe enfatizar que tanto deben ser consideradas las estrategias innovadoras para la introducción de nuevos productos, servicios o tecnologías de procesos, como la mejora continua de la calidad. Esta mejora resalta la capacidad de una organización para competir y le da la oportunidad a sus miembros de contribuir, de desarrollarse y de superarse.

9.1 PRINCIPIOS DE LA MEJORA CONTINUA

La calidad de los productos, de los servicios y de otros elementos de salida de una organización está determinada por la satisfacción de los clientes que los usan, así como por los resultados de la eficacia y la eficiencia de los procesos que la crean y los apoyan.

La mejora de la calidad es una actividad continua que se logra a través de la mejora continua de los procesos que ha identificado la organización.

Los esfuerzos de mejora de la calidad deben ser dirigidos hacia la búsqueda constante de oportunidades para dicha mejora, más que a la espera de que la aparición de un problema revele nuevas oportunidades.

La corrección de los elementos de salida de los procesos reduce o elimina un problema que ha ocurrido. Las acciones correctivas y preventivas eliminan o reducen las causas de un problema, eliminando o reduciendo cualquier aparición futura. Así, las acciones correctivas y preventivas mejoran los procesos de una organización y son críticas para la mejora de la calidad.

La organización debe establecer metas para la mejora de la calidad a través de todos los sectores de la misma, integrándolas con las metas generales de la organización. Estas metas deben

definirse de manera que pueda medirse el progreso; deben ser claramente comprensibles, desafiantes y pertinentes. Las estrategias para lograr estas metas deben ser comprendidas y acordadas por todos los que deben trabajar juntos para alcanzarlas. Las metas sobre mejora de la calidad deben revisarse regularmente y deben reflejar las expectativas cambiantes del cliente.

Los beneficios de la mejora de la calidad se acumularán constantemente cuando una organización lleva a cabo proyectos y actividades de mejora de la calidad en una serie de etapas consistentes y disciplinadas, basadas en la recolección y el análisis de los datos.

Para ello se requiere una organización bien motivada, con una cultura de la calidad desarrollada, en la cual todos los miembros, independientemente del nivel que ocupan de la organización participan en una diversidad de proyectos o de actividades de variada complejidad que tienen como fin la mejora continua de la calidad.

9.2 GESTIÓN PARA LA MEJORA DE LA CALIDAD

La gestión de la mejora continua en la organización, se basa en la gestión de los procesos en la forma en la cual están definidos en la misión de organización; en la planificación estratégica; en la clarificación de funciones y de responsabilidades; en la adquisición y en la asignación de recursos; en la provisión de educación y de entrenamiento; así como en el reconocimiento a las personas.

En este punto es importante la **identificación y la planificación** de la mejora continua de los procesos claves, estratégicos y de apoyo de la organización, así como también la medición y seguimiento de cada uno de ellos y de la reducción de las pérdidas relativas a la calidad.

La dirección debe establecer las metas y los planes para la mejora de la calidad, debiendo ser los mismos parte de un plan general de la organización. Estos planes deben dirigirse a las pérdidas relativas a la calidad más importantes y deben desarrollarse tanto en todas las funciones como a todos los niveles de la organización, involucrando también a los proveedores y a los clientes de la misma.

Los planes para la mejora de la calidad se enfocan en la identificación de oportunidades novedosas y en áreas donde se han hecho escasos avances.

La organización debe desarrollar un sistema de medición para la identificación y el diagnóstico de oportunidades de mejoramiento, así como para la medición de los resultados de las actividades de mejoramiento de la calidad. Las **mediciones** deben relacionarse con las pérdidas relativas de la calidad asociada con la satisfacción del cliente, las eficiencias del proceso y las pérdidas para la sociedad.

9.3 METODOLOGÍA PARA LA MEJORA CONTINUA

La norma UNIT-ISO 9004:2000 en su anexo B, señala que hay dos vías fundamentales para llevar a cabo la mejora continua de los procesos:

- a) Proyectos de avance significativos, los cuales conducen a la revisión y mejora de los procesos existentes, o a la implementación de procesos nuevos; se llevan a cabo habitualmente por equipos compuestos por representantes de diversas secciones más allá

de las operaciones de rutina;

- b) Actividades de mejora continua escalonada realizadas por el personal en procesos ya existentes

Hay autores que relacionan el punto (a) con la reingeniería de procesos y el punto (b) con la filosofía KAIZEN (mejora continua) desarrollada en Japón.

En ambas vías la participación del personal con cada uno dentro de su contexto y filosofía, es considerada clave. Estos proyectos y actividades deben ser una parte normal del trabajo de todos y han de variar desde aquellos que necesitan **grupos interfuncionales** o de dirección, hasta aquellos que son seleccionados e implantados por **miembros individuales o grupos**.

En el caso de la vía (b), el personal de la organización es considerado como la mejor fuente de ideas para la mejora continua y escalonada de los procesos y a menudo participan como grupos de trabajo. Las personas implicadas deberían estar dotadas de autoridad, apoyo técnico y los recursos necesarios para los cambios asociados con la mejora.

En caso (a) los proyectos de avance significativo deberían conducirse de manera eficaz y eficiente utilizando métodos de gestión de los proyectos. Una vez finalizados, el cambio sería adaptar un plan al proceso nuevo sobre la base de la continuación con la gestión por procesos.

En ambas vías para facilitar la participación activa y la toma de la conciencia del personal la dirección debería considerar actividades tales como:

- formar equipos de trabajo y elegir a los líderes de entre los miembros del grupo
- permitir al personal controlar y mejorar su lugar de trabajo
- desarrollar el conocimiento, la experiencia y las habilidades del personal como parte de las actividades generales de gestión de la calidad de la organización.

9.3.1 Etapas del proceso de mejora continúa

La mejora continua por cualquiera de los métodos identificados debería implicar lo siguiente:

- a) Razón para la mejora: Se debería identificar un problema en el proceso y seleccionar un área para la mejora así como la razón para trabajar en ella.
- b) Situación actual. Debería evaluarse la eficacia y la eficiencia de los procesos existentes. Se deberían recopilar y analizar datos para descubrir qué tipos de problemas ocurren más frecuentemente. Se debería seleccionar un problema y establecer un objetivo para la mejora.
- c) Análisis: Se deberían identificar y verificar las causas raíz del problema.

- d) Identificación de soluciones posibles: Se deberían explorar alternativas para las soluciones. Se debería seleccionar e implementar la mejor solución: por ejemplo, una que elimine las causas raíz del problema y evite que vuelva a suceder.
- e) Evaluación de los efectos: Se debería confirmar que el problema y sus causas raíz han sido eliminados o sus defectos disminuidos, que la solución ha funcionado, y que se ha logrado la meta de mejora.
- f) Implementación y normalización de la nueva solución: Se deberían reemplazar los procesos anteriores con el nuevo proceso para evitar que vuelva a suceder el problema o sus causas raíz.
- g) Evaluación de la eficacia y eficiencia del proceso al completarse la acción de mejora: Se debería evaluar la eficacia y eficiencia del proyecto de mejora y se debería considerar la posibilidad de utilizar esta solución en algún otro, lugar de la organización.

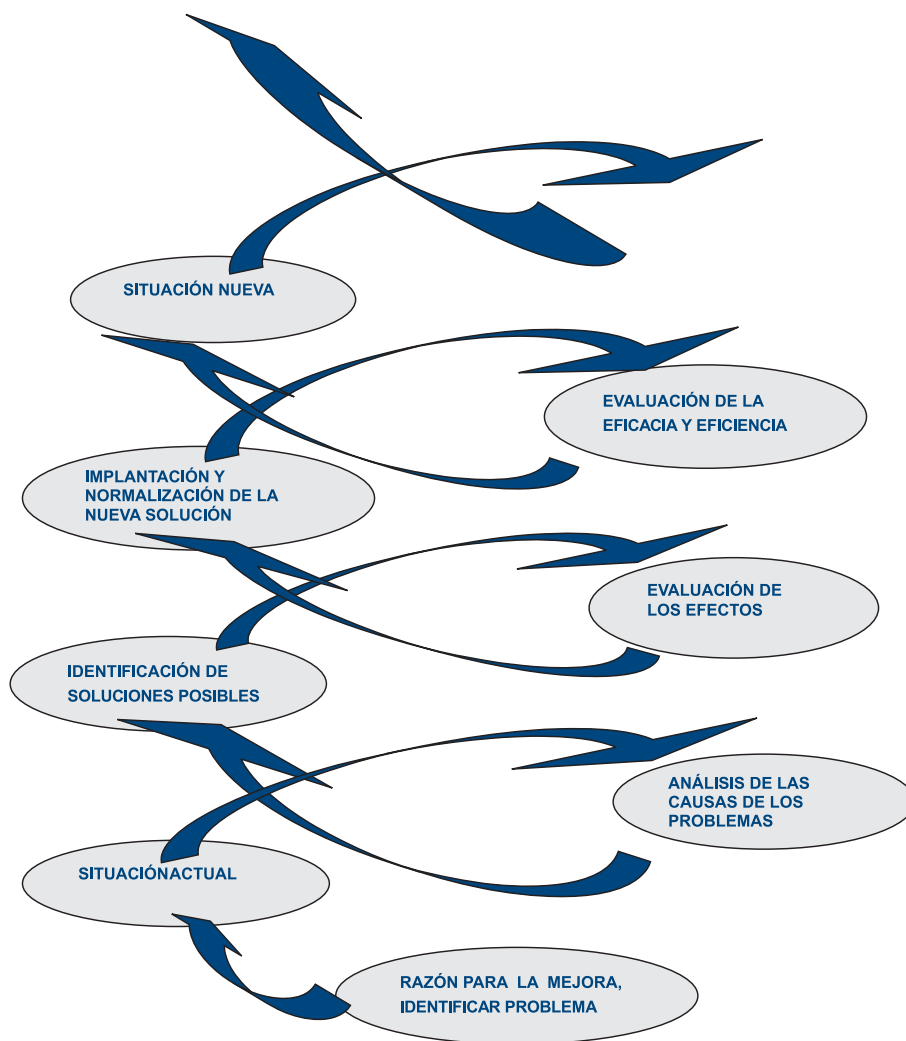


Fig.9.3.1 Etapas del proceso de mejora continua
Anexo B, norma UNIT-ISO 9004:2000

9.4 METODOLOGÍA KAIZEN

La mejora continua ha sido pilar fundamental para el desarrollo y evolución de lo que ahora se conoce como calidad total. Su origen se puede atribuir a Shewhart y reforzado después por Deming, Taguchi y todos aquellos que han aplicado el enfoque estadístico para el control de la calidad.

Por otro lado, los japoneses dieron un gran impulso al concepto de la mejora continua a través del KAIZEN (Masaaki Imai, 1989, en su libro “Kaizen, la clave de la ventaja competitiva japonesa”).

KAIZEN , proviene de dos ideogramas japoneses: “ **KAI**” que significa **cambio** y “**ZEN**” que quiere decir **para mejorar**. Así se puede decir que KAIZEN es “cambio para mejorar” o “mejoramiento continuo”, como comúnmente se le conoce.

El kaizen se debe concretar no solo en los procesos operativos sino en todos los sectores de la organización, siempre con una orientación hacia la satisfacción del cliente.

Esta mejora continua, más aún una mejora progresiva, involucra a todos y supone que nuestra forma de vida, ya sea en el trabajo o en la vida social y familiar, es tan valiosa que merece ser mejorada de manera constante.

El mensaje de la estrategia Kaizen es que no debe pasar un día sin que se haya hecho alguna clase de mejora en algún lugar de la organización.

En el desarrollo y aplicación del Kaizen se ven unidos conocimientos y técnicas vinculados con Administración de Operaciones, Ingeniería Industrial, Comportamiento Organizacional, Calidad, Costos, Mantenimiento, Productividad, Innovación y Logística entre otros.

El Kaizen, entre los diversos instrumentos, técnicas o sistemas en boga, llámense Reingeniería de Negocios, Gestión de Calidad Total, Gestión de Procesos, Administración Total de la Mejora Continua, Seis Sigma, Teoría de las Restricciones y Desarrollo Organizacional entre otros, sobresale por su carácter totalizador y su desarrollo armonioso.

El concepto de Kaizen puede visualizarse como un paraguas en las que se encuentran amparadas, involucradas e interrelacionadas métodos y herramientas tales como: Control Total de la Calidad, Círculos de la Calidad, Mantenimiento Productivo Total (TPM), Mejoramiento de la Calidad, Just in Time, Kanban , Cero accidentes, Cero Defectos, Trabajo en equipo, las “ 5S”, Control Estadístico de Procesos (CEP), , Desarrollo de nuevos productos, Sistemas de tiempos rápidos de preparación (SMED), Sistemas de Sugerencias, Gestión de la Calidad Total (TQM), la Casa de la Calidad (QFD), la Ingeniería de Valor, Despliegue de políticas (Hoshin Kanri), las Siete Herramientas de la Calidad (histogramas, diagrama de Pareto, diagrama causa - efecto (diagrama de Ishikawa), hojas de comprobación o de chequeo, gráficas de control, diagramas de dispersión y estratificación), Costos de la Calidad, la Función de Pérdida de Taguchi, Círculo de Deming y otras.

El punto de partida para el Kaizen, es reconocer la existencia de problemas. Si no se reconoce ningún problema, tampoco se reconoce la necesidad de mejora. La complacencia es el principal enemigo de Kaizen. El Kaizen enfatiza el reconocimiento de problemas, proporciona datos para la identificación de los mismos y es un proceso para la resolución de estos.

Entre las características específicas del Kaizen se tiene:

- Involucrar a los empleados a través de las sugerencias.
- Cada uno de los integrantes de la organización tiene sólo una parte de la información

o la experiencia necesaria para cumplir con su tarea. Dado este hecho, cada vez tiene más importancia el trabajo en equipo.

- Generar el pensamiento orientado al proceso, ya que los procesos deben ser mejorados antes de que se obtengan resultados mejorados.
- No requiere necesariamente de técnicas sofisticadas o tecnologías avanzadas. Para implantarlo sólo se necesitan **herramientas** sencillas.
- La resolución de problemas apunta a la causa-raíz y no a los síntomas o causas más visibles.
- Construir la calidad en el producto / servicio, desarrollando y diseñando productos / servicios que satisfagan las necesidades del cliente.

9.4.1 El Kaizen, ¿dónde? ¿cómo?

El Kaizen es una forma de pensar que pone el sentido común en la práctica y trata de desarrollar el aprendizaje en la organización que permita lograr cada día metas más elevadas.

El Kaizen se realiza en un área de **Gemba** (lugar de trabajo o aquel lugar donde se agrega valor). Su objetivo es incrementar la productividad controlando los procesos operativos mediante: los métodos de trabajo por operación (housekeeping), la eliminación de desperdicios (**Muda**), la reducción de tiempos de ciclo y la estandarización de criterios de calidad, para cada proceso.

El housekeeping es un ingrediente fundamental para una buena gestión gerencial, aplicándolo se logra en las personas la autodisciplina que hace posible suministrar productos o servicios de buena calidad al cliente.

Eliminar el *muda* (*desperdicio*), es identificar y prescindir de todas aquellas actividades que no agreguen valor. El kaizen hace énfasis en la eliminación del muda en el gemba, en lugar de incrementar la inversión con la esperanza de agregar valor.

La normalización es una forma de asegurar la calidad en cada proceso y de prevenir la reaparición de errores.

No puede haber mejora en donde no hay estándares. El punto de partida de cualquier mejoramiento es saber con exactitud en dónde se encuentra uno. La estrategia de Kaizen hace esfuerzos sin límites para el mejoramiento. El Kaizen es un reto continuo a los estándares existentes. Para el Kaizen sólo existen los estándares para ser superados por otros estándares mejores. *“Cada estándar, cada especificación, y cada medición claman por una constante revisión y mejora”*.

Para desarrollar el Kaizen es fundamental el trabajo en equipo, el desarrollo óptimo de las relaciones humanas y la inteligencia colectiva.

El Kaizen combinado con el control estadístico de procesos permite a través del proceso de normalización «normalizar – realizar - verificar – actuar» (ERVA) y mejora “planificar – hacer – verificar – actuar» (PHVA) lograr de manera consistente nuevos y mejores niveles tanto en calidad, como en costos y entregas

9.4.2 Principales sistemas Kaizen

Los siguientes son los considerados entre otros, como los principales sistemas que debe establecerse apropiadamente, con el fin de lograr el éxito de una estrategia Kaizen.

- Control de calidad total / Gestión de Calidad Total
- Un sistema de producción justo a tiempo
- Mantenimiento productivo total
- Despliegue de políticas

- Un sistema de sugerencias
- Equipos de trabajo
- Las “5S

9.5 MOVIMIENTO “5S” O MOVIMIENTO DE LOS 5 PASOS DEL KAIZEN

Herramienta **Kaizen** donde se inicia el cambio hacia la mejora continua, estableciendo el orden, la limpieza, compromiso y la seguridad como elementos clave de la disciplina y cultura de organización. Se habla del **mantenimiento del buen orden** en la organización como la clave de un elevado nivel de productividad que es responsable del éxito económico japonés.

La expresión “mantenimiento del buen orden” contiene los siguientes 5 significados:

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

¿Para quién son las 5S?

Las 5S son universales, se pueden aplicar en todo tipo empresas y de organizaciones, incluso las de servicios, tanto en talleres como en oficinas, aunque aparentemente se encuentran suficientemente ordenados y limpios. «Siempre se pueden evitar ineficiencias, evitar desplazamientos, y eliminar despilfarros de tiempo y espacio.»

Su objetivo es mejorar y mantener las condiciones de organización, orden y limpieza en el lugar de trabajo. No es una mera cuestión de estética. Se trata de mejorar las condiciones de trabajo, de seguridad, el clima laboral, la motivación del personal, la eficacia y la eficiencia y, en consecuencia la calidad, la productividad y la competitividad de la organización. Todos los integrantes de la organización, directores, jefes, empleados, deberían estar involucrados en la tarea de otro modo la práctica del buen orden no resultaría exitosa.

Una vez en marcha el movimiento “5S” por parte de todos los integrantes de la organización, cabe esperar una mejora en el trabajo. En primer lugar, con un buen orden puede mejorar la eficiencia en el trabajo por la disminución del tiempo de preparación útil. La calidad puede mejorar por un ambiente laboral limpio; el porcentaje de desperfectos en la maquinaria puede ser disminuido por medio de un adecuado mantenimiento, a través de una buena limpieza y las condiciones de seguridad en el lugar de trabajo pueden ser aseguradas por una buena actitud de los obreros.

Las 5S es uno de los programas de mejoramiento más populares y aplicados en las empresas occidentales, el mismo ha sido desarrollado en muchas empresas latinoamericanas dando excelente resultados.

Es digno de hacer mención que ahora en estos tiempos al programa muchos de los profesionales en implantación del mismo lo llaman las 6S a los cuales se le agrega una sexta S de **Security** (seguridad), entendiendo que la influencia de la Seguridad en la implantación de Programas de mejoramiento continuo es de gran relevancia.

9.6 JUSTO A TIEMPO (JIT)

El sistema de producción justo a tiempo se orienta a la eliminación de actividades de todo tipo que no agregan valor, y al logro de un sistema de producción ágil y suficientemente flexible que de cabida a las fluctuaciones en los pedidos de los clientes.

“Al momento preciso” no significa cumplir en tiempo.

“Cumplir en tiempo” significa que podemos fabricar y entregar nuestros productos a los clientes justo cuando necesitan comprarlos.

Por lo tanto “Al momento preciso” significa “Podemos hacerlo correctamente”.

Los principales objetivos del Justo a Tiempo (JIT) son:

- Atacar las causas de los principales problemas
- Eliminar despilfarros
- Buscar la simplicidad
- Diseñar sistemas para identificar problemas

Las técnicas de JIT son aplicables no sólo a la industria manufacturera sino a la de servicios.

9.7 MANTENIMIENTO TOTAL PRODUCTIVO (TPM)

Es una herramienta **Kaizen**, orientada a la mejora de la calidad de los equipos, que trata de maximizar la eficacia y la eficiencia de los equipos a través de un sistema total de mantenimiento preventivo que cubra la vida del equipo.

Mediante el TPM se trata de racionalizar la gestión de los equipos que integran los procesos productivos, de forma que pueda optimizarse el rendimiento de los mismos y la productividad de tales sistemas.

TPM involucra a cada persona en todos los departamentos y a todos los niveles; motiva a la persona para el mantenimiento de la planta a través de actividades autónomas y de grupos pequeños, y comprende elementos básicos tales como desarrollo de un sistema de mantenimiento, educación en mantenimiento básico de la empresa, habilidades para la solución de problemas y actividades para lograr un gemba con cero interrupciones y sin accidentes.

9.8 SIMULACIÓN

La simulación es un término colectivo para procedimientos mediante el cual un sistema (teórico o empírico) se representa matemáticamente por un programa de computación para la solución de un problema. Si la representación involucra conceptos de teoría de probabilidades, particularmente variables aleatorias, la simulación puede llamarse “método de Monte Carlo”.

En el contexto de la ciencia teórica se utiliza la simulación si no se conoce ninguna teoría global para resolver un problema (o, si se conoce, es imposible o difícil de resolver) y donde la solución se puede obtener a través una solución computacional elemental. En el contexto empírico, la simulación se utiliza si el sistema puede describirse de manera adecuada por un programa de computación. La simulación también es una herramienta útil en la enseñanza de la estadística.

La evolución hacia una capacidad de computación relativamente económica está dando como resultado el incremento de la aplicación de la simulación a problemas que hasta ahora no se habían resuelto.

La idea básica de la simulación consiste en construir un recurso experimental que actúe como “simule el sistema de interés en algunos aspectos importantes.

La finalidad es crear un ambiente en el que sea posible obtener información sobre acciones alternativas por vía de la experimentación. El uso de la simulación es fundamental en muchos experimentos de aplicación, por ejemplo:

- Comprobar medicinas en animales de laboratorio. En este caso las respuestas del animal simulan las respuestas del ser humano.
- Manejar automóviles en pistas de pruebas. Aquí, la pista de pruebas simula el ambiente que encara el automóvil.
- Comprobar diseños de alas de aviones en túneles de viento. El túnel de viento simula las condiciones del vuelo.
- Entrenar pilotos de aerolíneas en cabinas verdaderas bajo condiciones simuladas.
- Simulacros de accidentes y/o catástrofes.

En el contexto del análisis cuantitativo, la simulación ha venido a representar la experimentación basada en modelos matemáticos.

En concreto se debe trabajar con un **“modelo de simulación”** que significa: *una serie de operaciones lógicas y matemáticas que proporcionan una medida de la eficacia de un conjunto concreto de valores de los parámetros y las decisiones.*

Los modelos de simulación se usan con frecuencia para analizar una decisión bajo incertidumbre, es decir, un problema en el que el comportamiento de uno o más factores puede representarse mediante una distribución de probabilidad.

En estos modelos de simulación debemos considerar también que los sucesos son aleatorios y tratarlos como tal en la simulación matemática.

Hoy en día estos modelos de simulación se encuentran disponibles en software de PC y son muy útiles para el diseño, aprendizaje y capacitación ya que las computadoras están diseñadas específicamente para realizar un gran número de operaciones lógicas o numéricas con rapidez y seguridad. Además las computadoras se pueden programar con facilidad para generar cantidades aleatorias con una distribución específica cualquiera.

9.8.1 Beneficios, limitaciones y precauciones

En las ciencias teóricas se utiliza la simulación (particularmente el método de Monte Carlo) si los cálculos explícitos de las soluciones a los problemas son imposibles o demasiado engorrosos de llevar a cabo directamente (por ejemplo, integración n-dimensional). De igual manera, en el contexto empírico se utiliza la simulación cuando las investigaciones empíricas son imposibles o muy costosas. El beneficio de la simulación es que permite alcanzar una solución ahorrando tiempo y dinero, o que ésta permite una solución a todo.

La utilización de la simulación en la enseñanza de la estadística es que puede ilustrar la variación aleatoria de una manera eficaz.

En las ciencias teóricas se prefieren las demostraciones basadas en el razonamiento conceptual por encima de la simulación, ya que la simulación frecuentemente no proporciona ayuda al entendimiento de las razones del resultado.

La simulación por computación de modelos empíricos está sujeta a la limitación de que el modelo puede no ser el adecuado (es decir, puede no representar suficientemente el problema). Por lo tanto, la simulación no puede ser considerada un sustituto para las investigaciones y la experimentación empíricas reales.

9.8.2 Ejemplos de aplicación

Los proyectos a gran escala (tal como el programa espacial) utilizan el método de Monte Carlo rutinariamente. Las aplicaciones no están limitadas a un tipo específico de industria. Las áreas típicas de aplicación incluyen la fijación de tolerancias estadísticas, la simulación de procesos, la optimización del sistema, la teoría de confiabilidad y la predicción. Algunas aplicaciones específicas son:

- realizar el modelo de la variación en el sub-ensamblaje de componentes mecánicos
- realizar el modelo de perfiles de vibración en ensamblajes complejos
- determinar programas óptimos de mantenimiento preventivo
- llevar a cabo análisis de costos y otros análisis en los procesos de diseño y producción para optimizar la distribución de los recursos.

9.9 LA REINGENIERÍA

La reingeniería ha sido definida como la revisión fundamental y el rediseño radical de procesos para alcanzar mejoras espectaculares en medidas críticas y contemporáneas de rendimiento, tales como costos, calidad, servicio y rapidez.

Esta definición contiene 4 palabras claves: fundamental, radical, espectacular y procesos.

El principio básico en que se basa el concepto de la reingeniería es: «No son los productos, sino los procesos que crean productos, los que conducen al éxito a largo plazo para las organizaciones. Los buenos productos no crean ganadores. Los ganadores crean buenos productos».

Una organización en la que se ha aplicado la reingeniería tiene las siguientes características:

1. Ha convertido las tensiones entre sectores, estilos, personas y valores en energía con máxima capacidad de respuesta.
2. Ha maximizado el contacto con los clientes. El producto ideal es que se realiza instantáneamente y a la medida del cliente, como reacción a la demanda de éste.
3. Ha logrado que la responsabilidad sea una cuestión que afecta a toda la organización.

4. Ha establecido el trabajo en equipos multiconocimientos con carácter permanente.
5. Ha hecho que los puestos de trabajo sean multidimensionales y, por lo tanto, las tareas se flexibilicen.

9.9.1 Etapas de la reingeniería

Las etapas a seguir para llevar a cabo la reingeniería de la organización son las siguientes:

Etapas 1. Identificar y reconocer su receta organizacional.

Etapas 2. Identificar sus objetivos y las condiciones necesarias para alcanzarlos.

Etapas 3. Plantear los «pasos adhesivos» para la planificación.

Etapas 4. Identificar los procesos centrales (primarios y secundarios) que ocurren en la organización.

Etapas 5. Identificar los interesados o partícipes («stakeholders») claves.

Etapas 6. Hacer visibles los procesos individuales.

Etapas 7. Crear una visión de los procesos mediante trabajo grupal.

Etapas 8. Rediseñar el proceso siguiendo una serie de pasos:

- a) ordenación de los procesos,
- b) manipulación de los procesos,
- c) reingeniería de los procesos,
- d) diseño de los procesos.

Etapas 9. Implantar el proceso rediseñado mediante proyectos individuales, dejando intactos todos los eslabones de la cadena de gestión de dichos proyectos.
Para ello se requiere:

- a) efectuar una interpretación estratégica de la gestión,
- b) realizar la gestión de un conjunto de proyectos en forma simultánea,
- c) llevar a cabo un liderazgo invisible para derribar barreras culturales, sectoriales u organizativas.

Etapas 10. Identificar los obstáculos de los procesos, para lo cual es importante:

- a) evitar la identificación de una cantidad inadecuada de procesos (demasiados o muy pocos),
- b) no seguir el camino más sencillo o no crítico,
- d) dedicar tiempo por parte de la dirección para lograr el compromiso y la comprensión,
- e) no establecer una estructura organizativa inviable para las condiciones de la organización,
- f) tratar de integrar los procesos y no aislarlos,
- g) asignar un valor a los cambios logrados estudiando los beneficios que los mismo reportan a la organización, mediante un indicador apropiado.

Etapas 11 Integrar las cuestiones duras y blandas, teniendo en cuenta que los procesos no pueden ser considerados como independientes de las personas, sino que éstas deben comprenderlos e implantarlos de manera consistente y eficiente.

- Etapas 12** Transformar la cultura organizacional, encontrando un equilibrio entre la aceptación del cambio y la inseguridad que el mismo provoca en cada individuo.
- Etapas 13** Cambiar las actitudes para que las personas aprendan a prosperar en el nuevo entorno turbulento, en vez de sentirse intimidadas por el mismo.
- Etapas 14** Desarrollar a las personas mediante educación, entrenamiento y capacitación adecuadas, preparándolas para el cambio, la flexibilización y la jerarquización de los clientes.

9.10 SEIS SIGMA (6 σ)

Seis Sigma, es una filosofía de operación y una estrategia de negocios que aplican las organizaciones comprometidas con la satisfacción del cliente, la cual se basa en un manejo eficaz y eficiente de los datos, métodos, con diseños robustos, que permiten eliminar la variabilidad en los procesos, buscando resultados más tangibles en términos de explotación y financieros.

Todos los procesos en general tienden a comportarse con una distribución normal (distribución gaussiana o distribución de Laplace-Gauss), que se caracteriza por su media (centro de distribución) y su Sigma (que representa la desviación típica de la distribución) donde el 99,74% de los datos están incluidos dentro del rango de \pm tres (3) Sigma, lo que equivale a un número de defectos de casi 2.700 por millón de oportunidades.

En un proceso con un rango de seis (6) sigmas, se alcanza un nivel de defectos menor o igual a 3,4 defectos por millón.

La diferencia entre ambas filosofías es que si el proceso opera con un rango de tres Sigma y ocurre un desplazamiento de 1,5 Sigma; esto significa un nivel de calidad de apenas 93,32 %, en contraposición con un nivel de 99,9997 % para un proceso de Seis Sigma.

El enfoque 6 Sigma se basa en el ciclo DMAIC (definir, medir, analiza, mejorar y controlar), que aplica herramientas correctas en el lugar adecuado.

Las características que introducen son:

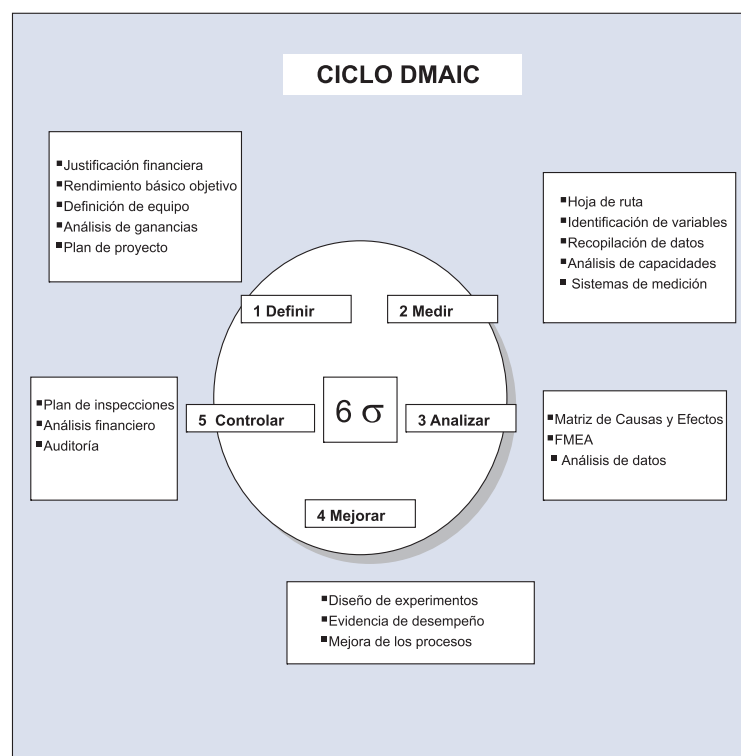
- Enfoque centrado en las expectativas del cliente y en la capacidad para atender la demanda de un mercado en constante evolución
- Enfoque de gestión en la detección de los problemas inducidos por los procesos de bajo rendimiento que provocan pérdidas internas (rechazos, repeticiones, costos), que ponen en grave peligro la rentabilidad de la empresa y, por consiguiente, su sostenibilidad.
- Una descripción detallada de las actividades de los procesos en las que se buscan las variables que pueden influir y se clasifican en razón de su naturaleza, de la posibilidad de medirlas, etc
- Uso generalizado de herramientas prácticas y estadísticas
- Alto grado de participación de todos los actores de la organización
- Participación de los proveedores
- Un cambio de cultura organizacional en relación con la forma de intentar conseguir los beneficios
- Invierte en las personas con potencial independientemente de sus habilidades iniciales, de su grado de conocimientos o de su cargo en la organización.

Además, 6 sigma, se puede aplicar a cualquier proceso de la organización, desde el diseño

hasta la facturación de clientes, a través de todas las fases de la producción, y sin olvidar los servicios de apoyo (recursos humanos, logística, compras, mantenimiento, etc.)

Efectos obtenidos con la filosofía Seis Sigma son: la reducción de los tiempos de ciclo, la reducción de los costos totales, una alta satisfacción de los clientes y un mejor desempeño financiero de la organización.

Seis sigma se apoya en el empleo herramientas como: análisis de varianza, diseño de experimentos, control estadístico de los procesos, procesos de mejora continua, reingeniería de procesos, FMEA, Benchmarking, QFD y otras herramientas estadísticas.



REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

- Berry, T.H. «Cómo gerenciar la transformación hacia la calidad total». McGraw-Hill Interamericana S.A. Bogotá, Colombia. 1992.
- Brocka, B. y Brocka, M.S. «Quality Management (Gestión de calidad). Cómo aplicar las mejores soluciones de los expertos». Javier Vergara Editor S.A. Buenos Aires, Argentina. 1994.
- Crosby, P.B.. "Let's talk quality". Penguin books. New York. USA. 1990.
- Chase, R.B. y Aquilano, N.J. "Gestión de la producción y dirección de operaciones". Editorial Hispano Europea. Barcelona, España. 1978.
- Eppen, G.D. y Gould, F.J. "Investigación de operaciones en la ciencia administrativa". Prentice-Hall Hispanoamericana S.A. México, México. 1987.
- Feigenbaum, A.V. "Total quality control". Mc Graw-Hill Book Company. Singapur. Singapur. 1987.
- Hammer, M. y Champy, J. "Reingeniería". Editorial Norma. Bogotá, Colombia. 1994.
- Hansen, B.L. "Control de calidad". Editorial Hispano Europea. Barcelona, España. 1972.
- Harrington H.J. "Cómo incrementar la calidad-productividad en su empresa". Mc Graw-Hill. México, México. 1990.
- International Trade Centre UNCTAD/GATT. "Total quality control at the enterprise level. The tools of quality". Ginebra, Suiza. 1991.
- Ishikawa, K. "Guide to quality control". Asian Productivity Organization. Tokio. Japón. 1982.
- Ishikawa, K. "¿Qué es el control total de la calidad? La modalidad japonesa". Editorial Norma. Bogotá, Colombia. 1986.
- Juran, J.M. y Gryna, F.M. "Planificación y análisis de la calidad". Editorial Reverté S.A. Barcelona, España. 1977.
- Juran, J.M. y Gryna, F.M. y Bingham, R.S.. "Quality control handbook". McGraw-Hill Book Company. USA. 1990.
- Kast, F.E. "Administración en las organizaciones. Un enfoque de sistemas". Editorial McGraw-Hill. México, México. 1979.
- Larios G., J.J. "Hacia un modelo de calidad". Grupo Editorial Iberoamérica. México, México. 1989.
- Louart, P. "Gestión de los recursos humanos". Ediciones Gestión 2000 S.A. Barcelona, España. 1994.
- Mitonneau, H. "Cambiar la gestión de la calidad: los siete nuevos instrumentos". AENOR. Madrid, España. 1991.
- Obeng, E. y Crainer, S. "Reingeniería de la empresa". Ediciones Folio S.A. Barcelona, España. 1994.
- Oghiastri, E.. "Gerencia japonesa y círculos de participación. Experiencias en América Latina". Editorial Norma. Bogotá. Colombia. 1988.
- O'Grady, P.J. "Just-in-time. Una estrategia fundamental para los jefes de producción". Editorial McGraw-Hill. Madrid, España. 1992.
- Sánchez O., A. "La calidad y la pequeña empresa industrial". AENOR. Madrid, España. 1993.
- Sato, K.. "La calidad en la buena administración". Ministerio de Industria, Energía y Minería. Centro Nacional de Tecnología y Productividad Industrial (CNTPI). Agencia de Cooperación Internacional del Japón. Graphis Ltda. Montevideo. Uruguay. 1992.
- Senlle, A. "Calidad total en los servicios y en la administración pública". Ediciones Gestión 2000 S.A. Barcelona, España. 1993.
- Senlle, A. y Stoll, G.A. "Calidad total y normalización. ISO 9000. Las normas para la calidad en la práctica". Ediciones Gestión 2000 S.A. Barcelona, España. 1994.
- Sinha, M.N. y Willborn, W.W.O.. "The management of quality assurance". John Wiley & Sons. New York. USA. 1985.
- Spendolini, M.J. "Benchmarking". Editorial Norma. Bogotá, Colombia. 1994.

- Spurr, W.A. y Bonini, C.P. "Toma de decisiones en administración mediante métodos estadísticos". Editorial LIMUSA. México, México. 1980.
- Thompson, P.C. "Círculos de la Calidad. Cómo hacer para que funcionen". Editorial Norma. Bogotá. Colombia. 1984.
- Valls R., A. "Guía práctica del benchmarking". Ediciones Gestión 2000 S.A. Barcelona, España. 1995.
- Walton, M. "Cómo administrar con el método Deming". Editorial Norma. Bogotá, Colombia. 1988.

COMPLEMENTO

- Nankana, A.N. "The magnificent seven and their miracles - I". Standards India vol. 7, N° 5, 148, 1993.
- Nankana, A.N. "The magnificent seven and their miracles - II". Standards India vol. 7, N° 7, 1993.
- Nankana, A.N. "The magnificent seven and their miracles - III". Standards India vol. 8, N° 3, 81, 1994.
- Nankana, A.N. "The magnificent seven and their miracles - IV". Standards India vol. 8, N° 8, 263, 1994.