



FACULTAD DE INGENIERÍA UNAM
DIVISIÓN DE EDUCACIÓN CONTINUA

DESARROLLO EMPRESARIAL

DIPLOMADO EN CALIDAD TOTAL
Y SISTEMA ISO 9000:2000
MODULO VI.

COSTOS DE NO CALIDAD

02 de Agosto de 2002

APUNTES GENERALES

DE - 041

Instructor: Ing. José Luis Rangel Aguilar
PALACIO DE MINERÍA
Agosto del 2002

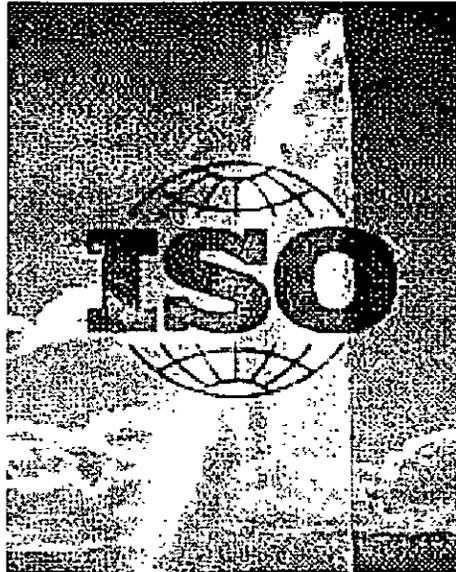
DIPLOMADO EN CALIDAD TOTAL

Y

SISTEMA ISO9000:2000

MODULO VI

COSTOS DE NO CALIDAD.



CONTENIDO

Capítulo	Tema	Página
1.	Introducción.	4
2.	Objetivos.	4
3.	Concepto y sistema de medición de los costos de no calidad.	4
3.1.	Concepto.	4
3.2.	Sistema de medición de costos de no calidad.	4
3.3.	Costos de prevención.	5
3.4.	Costos de evaluación.	5
3.5.	Costos de fallas internas.	6
3.6.	Costos de fallas externas.	6
3.7.	Costos de deficiencias de proceso.	7
4.	Análisis de los Costos de no Calidad.	7
4.1.	Costos por situaciones de no calidad.	7
4.2.	Costos por Procesos	11
4.3.	Como detectar Costos Reducibles.	12
4.4.	Recopilación de datos para estimar Costos Reducibles.	13
4.5.	Formas de presentación de los datos: tablas, gráficas y diagramas de Pareto.	13
5.	Procedimientos de aplicación de métodos de reducción de costos de no calidad.	14
5.1.	Método de Calidad Total	14
5.2.	Método de Reingeniería de Procesos	15
5.2.1.	Origen de la Reingeniería	16
5.2.2.	Concepto de Reingeniería	15
5.2.3.	Razón de ser de la Reingeniería.	17
5.2.4.	Beneficios de la Reingeniería.	18
5.2.5.	Costos y Retos a vencer.	19
5.2.6.	Visión en los procesos.	19
5.2.7.	Determinación de la eficiencia y deficiencia de procesos de trabajo.	24
5.2.8.	Diseño de opciones de innovación aplicando los principios básicos de la Reingeniería.	28

6.	Procedimiento para la Evaluación Financiera del Programa de Costos de no Calidad.	32
6.1.	Objetivo	32
6.2.	Indicadores financieros	32
6.3.	Valor Presente Neto (VPN)	33
6.4.	Tasa Interna de Retorno (TIR)	35
6.5.	Período de recuperación de la inversión	37
7.	Anexos	38
8.	Bibliografía.	49
9.	Criterios de Evaluación.	49

1. **Introducción.**

Para saber si los costos de mejora de calidad realmente se justifican, hay que conocer el verdadero costo de la insatisfacción del cliente. Permanentemente se recurre a especialistas para que colaboren en las decisiones que tienen que ver con la calidad.

Sin embargo, esta tarea constituye un verdadero desafío para ellos porque implica medir aspectos no financieros de la empresa, tales como la satisfacción del cliente. En consecuencia, estos especialistas deben entender el vínculo que existe entre calidad, satisfacción del cliente y rentabilidad.

En el presente curso se describen metodologías que permitirán al participante lograr ese vínculo y explica una manera de medir el costo de las oportunidades de ventas perdida, o de la insatisfacción del cliente.

2. **Objetivos.**

Que el participante esté en capacidad de elaborar y evaluar programas de reducción de costos de calidad en su organización utilizando las herramientas que proporciona la implementación de un Sistema de Gestión de la Calidad, a fin de que éstas operen con alta eficiencia y competitividad, a partir de un modelo de mejora continua.

3. **Conceptos y Sistemas de Medición de los Costos de No Calidad**

3.1. **Concepto.**

Los costos de no calidad, de manera sistemática y consistente se presentan en una Organización, siendo especialmente complicado identificar y dar seguimiento a todos, por lo cual habrá que determinar de acuerdo a los objetivos de calidad, cuales son los que impactan de manera importante el cumplimiento de los mismos.

3.2. **Sistema de medición de costos de no calidad.**

Muchas organizaciones han implementado un Sistema de Gestión de la Calidad. Estos tienen tres elementos claves:

- En primer lugar, la organización reconoce y mantiene que le corresponde satisfacer al cliente.

- La política de calidad y el cumplimiento de los objetivos ya no es responsabilidad exclusiva de solo algunas áreas, sino de todos los que participan en la organización.
- El proceso de mejoramiento de la calidad no se detiene nunca.

Los gustos de los clientes cambian continuamente y la tecnología avanza en forma permanente. Por esta razón el Sistema de Gestión de la Calidad apunta a una estrategia de mejoramiento continuo. Por lo anterior es importante identificar aquellas áreas de oportunidad, mediante metodologías que permitan conocer y trabajar aquellos puntos que permitan cumplir con las expectativas de la Organización.

3.3. Costos de prevención.

Los Costos de prevención son aquellos derivados de una planeación estratégica que incluye tanto los recursos humanos como materiales y de equipo, que permitirán alcanzar los objetivos planteados por la Organización.

Ejemplos:

- a) Proyectos de mejora de calidad.
- b) Ensayo de un nuevo sistema.
- c) Capacitación del personal.
- d) Programas de mantenimiento.
- e) Adquisición anticipada de bienes y materiales.

3.4. Costos de evaluación.

Son todos los costos asociados con actividades de medición, evaluación o auditoria de los productos o servicios para asegurar la conformidad con las normas de calidad y requisitos de desempeño.

Ejemplos:

- a) Revisiones.
- b) Verificaciones.
- c) Inspecciones.
- d) Controles.
- e) Autorizaciones.

- f) Auditorias de producto, proceso o servicio.
- g) Calibración de equipo.
- h) Materiales y servicios asociados a la evaluación.

3.5. Costos de fallas internas.

Son todos los costos relacionados con los errores detectados antes de que la producción o servicio llegue al cliente.

Ejemplos:

- a) Reprocesos.
- b) Reelaboraciones.
- c) Correcciones.
- d) Materias primas fuera de especificaciones.
- e) Desechos.
- f) Reinspección.
- g) Repetición de ensayos.
- h) Degradación.

3.6. Costos de fallas externas.

Son todos los costos relacionados con los errores detectados antes de que la producción o servicio llegue al cliente.

Ejemplos:

- a) Atención a quejas.
- b) Devoluciones.
- c) Análisis de devoluciones.
- d) Rediseños
- e) Indemnizaciones por garantía.
- f) Pérdida de clientes por mala calidad.
- g) Pérdida de reputación por mala recomendación de clientes insatisfechos.

3.7. Costos de deficiencias de proceso.

Son los costos que se derivan de todas aquellas actividades de un proceso que impiden dar calidad al cliente.

Ejemplos:

- a) Actividades, innecesarias de operación.
- b) Actividades reductibles de operación.
- c) Desfasamientos innecesarios.
- d) Transcripciones innecesarias.
- e) Demoras por búsqueda de información dispersa.
- f) Transportes consumidores de mucho tiempo.
- g) Faltas rutinarias de información.
- h) Deficiente apoyo de clientes y proveedores al proceso.
- i) Uso de tecnología obsoleta.

4. **Análisis de los Costos de no Calidad**

El análisis de costos de calidad puede realizarse aplicando uno de los dos siguientes enfoques:

- a) Por situaciones de no calidad
- b) Por procesos.

4.1 Costos por situaciones de no calidad.

Estos costos se generan en múltiples hechos que pueden ocurrir cotidianamente en muchas empresas, por lo que el análisis se realiza identificando qué situaciones se presentan con frecuencia en la Empresa, que pueden catalogarse como de No Calidad, y proceder a estimar los costos asociados a esas situaciones.

En este caso, el Programa de Reducción de Costos de Calidad se desarrolla a través de la consideración de un número cada vez mayor de situaciones de no calidad en la empresa o área de trabajo bajo estudio.

Para ello, a continuación presentamos una amplia lista de Situaciones de No Calidad en Empresas típicas.

- a) Problemas con los suministros de los proveedores.
- b) Inconformidades con los servicios y atención recibida de los proveedores.
- c) Inconformidades y quejas de los clientes.
- d) Inadecuado estilo de administración del personal.
- e) Uno frecuente de tiempo extra para cumplir con los compromisos.
- f) Personal adicional para cumplir con compromisos urgentes.
- g) Desperdicios de materiales.
- h) Operaciones innecesarias o reductibles.
- i) Reprocesos o repeticiones
- j) Actividades de revisión, supervisión, inspección, control, etc.
- k) Rechazos o devoluciones.
- l) Reinspecciones por rechazos
- m) Correcciones rutinarias.
- n) Reinspecciones rutinarias.
- o) Análisis de fallas cometidas.
- p) Análisis de evaluación de desechos.
- q) Análisis de reprocesos.
- r) Imposibilidad de servir a un cliente por falta de liquidez o capacidad.
- s) Actividades de rediseño.
- t) Largos o frecuentes desplazamientos del personal.
- u) Fallas de equipos o instalaciones.
- v) Búsqueda de información dispersa o fragmentada.
- w) Programas o proyectos que se abandonan.
- x) Errores de facturación.
- y) Errores de nóminas.
- z) Problemas de cobranza.
- aa) Volumen de incobrables.
- ab) Elaboración de informes rutinarios de desechos o de materiales defectuosos.
- ac) Descuentos de envío para compensar productos con retraso.
- ad) Existencias no controladas.
- ae) Errores en ingresos o egresos contables.
- af) Repetición de la redacción de pedidos.
- ag) Envío de factura después de entregado el pedido o prestado el servicio.
- ah) Aceleración de actividades para cumplir con compromisos.
- ai) Cambio de proveedores.
- aj) Búsqueda de proveedores para solicitar cotizaciones y existencias.
- ak) Cuentas pendientes vencidas.
- al) Pagos incorrectos a proveedores.
- am) Retraso de pago a proveedores.
- an) Desechos de parte del material del proveedor.
- ao) Actividades improductivas necesarias para usar los insumos comprados.
- ap) Reproceso o corrección de los materiales o piezas del proveedor.
- aq) Exceso de existencias por no confiar en las entregas oportunas o la calidad del proveedor.
- ar) Pérdidas por culpa del proveedor.
- as) Devoluciones al proveedor.
- at) Viajes a los proveedores para resolver problemas.
- au) Reescritura de reportes, de informes, de instrucciones, de documentos.
- av) Trabajo parado por situación fuera de control.

- aw) Programa no cumplido.
- ax) Tiempo no productivo del equipo.
- ay) Rehacer trabajos administrativos (volver a mecanografiar, corregir errores, etc.).
- az) Accidentes lesiones.
- ba) Clientes morosos.
- bb) Actividades que se realizan para llenar tiempos de espera.
- bc) Esperas ociosas.
- bd) Seguir la pista a las fallas del sistema.
- be) Robos internos.
- bf) Retardos e inasistencias.
- bg) Rotación de personal.
- bh) Retrasos en atender solicitudes internas.
- bi) Metas no cumplidas.
- bj) Estimaciones incorrectas de tiempos.
- bk) Equipo redundante para fallas eventuales.
- bl) Tratamiento de quejas y molestias de los empleados.
- bm) Trabajadores con deficiencias.
- bn) Trabajadores en conflicto.
- bo) Trabajadores inconformes.
- bp) Esfuerzos por encontrar culpables.
- bq) Tiempo perdido porque los informes son erróneos.
- br) Pérdida de beneficios porque los informes no están a tiempo.
- bs) Revelación de secretos de la compañía.
- bt) Trabajo parado por escasez de piezas, herramientas o materiales.
- bu) Tiempo dedicado a arreglárselas con escasez de piezas.
- bv) Corrección de trabajos por otra persona distinta al trabajador.
- bw) Información mal archivada.
- bx) Archivar documentos no utilizados.
- by) Tiempo requerido para encontrar equipo que funcione.
- bz) Papelería desperdiciada a causa de errores.
- ca) Errores de planos.
- cb) Tratar de encontrar errores en las estimaciones.
- cc) Diseños que no pasan la revisión.
- cd) Pedidos perdidos porque las propuestas se recibieron muy tarde.
- ce) Sustitución de activos robados.
- cf) Pérdida de tiempo porque un área de trabajo no está bien dispuesta.
- cg) Pérdidas de ventas porque los teléfonos no se contestan rápidamente.
- ch) Pérdidas de ventas por inhabilidad de telefonistas.
- ci) Sustitución de equipos y herramientas por obsolescencia.
- cj) Índice de utilización de la mano de obra inferior a 1.
- ck) Tiempo gastado por personas de nivel mas alto haciendo trabajos de nivel inferior (por ej. Gerentes que hacen copias de documentos o ingenieros que mecanografian cartas, porque el personal indicado es negligente, difícil, conflictivo, etc.).
- cl) Espacios no utilizados.
- cm) Cambio de pedidos a causa de errores.
- cn) Tiempo requerido para corregir tarjetas horarias.
- co) Tiempo de depuración de programas.
- cp) Pérdidas de tiempo, de información y de dinero por no tener respaldos.
- cq) Pérdidas de ventas por previsiones demasiado bajas.
- cr) Índice de utilización de equipo inferior a 1.
- cs) Hacer cosas que no son estrictamente necesarias.
- ct) Tiempo requerido para interpretar informes deficientes.

- cu) Pérdida de clientes por aplicar criterios únicamente de productividad.
- cv) Pérdidas por rígida delimitación de funciones.
- cw) Pérdidas por no seguir los procedimientos.
- cx) Pérdidas por bienes y equipos estropeados.
- cy) Pérdidas por proceso de reclamación de funciones.
- cz) Pérdidas por atender reclamaciones de clientes.
- da) Pérdidas de descuentos por no cancelar a tiempo cuentas de pronto pago.
- db) Preparar y evaluar los procedimientos de reproceso.
- dc) Despedir empleados insatisfactorios.
- dd) Pérdidas por usar artículos no conformes con especificaciones.
- de) Consumos dispendiosos de energía, teléfonos, etc.
- df) Uso de estrategias obsoletas de publicidad y mercadotecnia.
- dg) Uso de fuerza de ventas que utiliza estrategias ya obsoletas.
- dh) Detener la producción porque la salida es de mala calidad.
- di) Atender pedidos urgentes, sin la suficiente antelación.
- dj) Penalizaciones al personal.
- dk) Reexpedir el correo que se envió a una dirección equivocada.
- dl) Incendios.
- dm) Retraso en la elaboración y envío de facturas.
- dn) Costos adicionales de correo o de envío porque el producto no estaba listo a tiempo para su envío regular.
- do) Costo adicional de pedidos urgentes porque las piezas no están en stock cuando se necesitan.
- dp) Costos legales por defender a la compañía de proveedores o clientes.
- dq) Propuestas rechazadas.
- dr) Pérdidas de descuentos porque las sugerencias no se implantaron a su debido tiempo.
- ds) Costo del área de reparaciones o retrabajos.
- dt) Formación del personal de reparaciones.
- du) Salarios para el personal de reparaciones.
- dv) Pérdidas de oportunidades de arriendos de espacios sub-utilizados.
- dw) Costos y retrasos por modificaciones en la producción.
- dx) Costos y retrasos por modificaciones de pedidos.
- dy) Servicio al cliente a causa de los errores.
- dz) Gastos de análisis y procesamiento de pedidos.
- ea) Tiempo y desplazamiento de ingeniería por problemas post-venta.
- eb) Volver a visitar al cliente para volver a evaluar.
- ec) Requisitos de cambios por el cliente.
- ed) Cambios de documentación.
- ee) Costo contable relacionado con artículos devueltos.
- ef) Costos de materiales de evaluación durante el proceso.
- eg) Costos administrativos del departamento de calidad.
- eh) Formación de supervisores, inspectores, controladores de calidad.
- ei) Revisión de la facturación.
- ej) Auditorías de los sistemas de calidad.
- ek) Auditorías de la satisfacción del cliente.
- el) Evaluación por un laboratorio externo.
- em) Pruebas del comportamiento post-venta.
- en) Verificaciones, comprobaciones, autorizaciones, firmas.
- eo) Revisión de pedidos.
- ep) Auditorías financieras por parte de firmas externas.
- eq) Actividades de evaluación de proveedores.

- er) Inspección del proceso de toma de datos e informes de pruebas.
- es) Revisión de la seguridad del operario.
- et) Más de una firma por documento.
- eu) Costo de la no delegación de funciones.
- ev) Inspección de las plantas de los proveedores.
- ew) Vigilancia del proceso en plantas de los proveedores.
- ex) Recertificación de proveedores.
- ey) Costo de inspección en recepción de pedidos.
- ez) Encuestas de empleados.
- fa) Evaluaciones del personal.
- fb) Auditorías internas de los sistemas de operación.
- fc) Reuniones innecesarias de la dirección con los empleados.
- fd) Reuniones innecesarias de la dirección con los clientes.
- fe) Inspección o revisión del trabajo acabado por el empleado.
- ff) Altos costos de capacitación y educación del personal.
- fg) Actividades inútiles para la prevención de defectos.
- fh) Actividades inútiles por falta de claridad de las expectativas del cliente.
- fi) Costos por falta de coordinación entre departamentos.
- fj) Revisiones de requisitos de los clientes.
- fk) Calificación del empaquetado.
- fl) Altos costos de implantación y operación de sistemas de calidad.
- fm) Revisiones de las instalaciones.
- fn) Pesada revisión de programas informáticos.
- fo) Pérdida de tiempo por falta de orden y organización.
- fp) Vigilancia de las áreas de trabajo.

4.2. Costos por Procesos.

En este caso, el análisis se realiza definiendo procesos de la empresa donde se desee aplicar un Programa de Reducción de Costos de Calidad.

A este respecto, conviene señalar que un proceso es un conjunto de actividades o pasos que se ejecutan en forma secuencial con el objeto de transformar ciertos insumos en algún resultado o producto.

Los procesos pueden ser de múltiples formas y tamaños. Así tenemos procesos de compra, de venta, de producción, de manejo financiero, de planeación, de investigación, de mantenimiento y reparación, de pago de nómina, de selección de personal, de evaluación y selección de proveedores, de requisición, de fotocopiado, de difusión, de capacitación, de elaboración de reportes, de ensamblado, etc.

Actualmente se ha acentuado la tendencia a desarrollar Programas de Mejoramiento de procesos productivos y administrativos.

Para analizar los costos de calidad de un proceso, desarrollamos la Modelación del Proceso, que consiste en una representación o descripción de cómo se realiza el proceso paso a paso, la estimación de los tiempo que consume cada paso, la especificación de las personas y otros recursos que se emplean en la ejecución de cada paso, y en base a ello, el costo necesario para llevar a cabo cada paso.

La suma de estos últimos costos constituye el costo total del proceso.

El costo del proceso que se calcula con la metodología antes descrita, incluye tanto el coto "efectivo" del proceso como el costo de evaluación y de deficiencias del proceso, pero no incluye el costo de prevención ni los costos de fallas internas y externas.

Por lo anterior, se hace necesario separar los costos de evaluación y de deficiencias del proceso, y estimar los costos de prevención y de fallas en el proceso.

4.3. Como detectar Costos Reducibles

Los costos que pueden ser reducidos tanto en las situaciones de no calidad como en los procesos, se detectan a través de responder una serie de preguntas especialmente diseñadas para tal fin.

- I. Preguntas para detectar costos reducibles en situaciones de no calidad:
 - a) ¿Qué problemas específicos se presentan en esta situación de no calidad?
 - b) ¿Por cada problema específico, qué efectos de no calidad se producen, de modo que cada efecto sea redactado en una forma tal que se facilite calcularlo en términos de costo?

- II. Preguntas para detectar costos reducibles en procesos administrativos o productivos:
 - a) ¿Qué actividades de prevención se realizan para llevar a cabo cada paso del proceso?
 - b) ¿Qué actividades de evaluación se realizan en cada paso?
 - c) ¿Qué fallas internas ocurren en cada paso?
 - d) ¿Qué fallas externas produce o ayuda a producir cada paso?
 - e) ¿En qué pasos se observan deficiencias de proceso?

4.4. Recopilación de datos para estimar Costos Reducibles

Los datos que se necesitan para estimar los costos reductibles de calidad se encuentran en forma precisa en el sistema contable de la empresa, aunque la forma en que están disponibles no es la más adecuada para obtener directamente dichos costos, por lo que se hace necesario darles un tratamiento que permita derivarlos en forma aproximada, pues en la contabilidad de la empresa se manejan costos por conceptos, por partidas y globales, y lo que necesitamos son costos de actividades asignables a otras actividades, costos por pasos y procesos.

Lo que hacemos entonces es proceder a “estimar” los costos de calidad a partir de los costos especificados en la contabilidad de la empresa y en otras fuentes. Utilizamos un formato donde se formula un conjunto de preguntas que nos guían a la determinación aproximada de cada uno de los costos de prevención, evaluación, fallas internas, fallas externas y deficiencias de proceso.

Normalmente las fuentes de costos en las que nos apoyamos usualmente son las siguientes:

- a) Reportes de gastos por periodos
- b) Ordenes de compras
- c) Reportes de reprocesos
- d) Informes de pasivos
- e) Reportes de quejas.
- f) Estimaciones hechas sobre porcentaje de mano de obra utilizada en resolver fallas

4.5. Formas de presentación de los datos: tablas, gráficas y diagramas de Pareto.

Una vez recopilados los costos de calidad, es necesario presentarlos de una manera tal que facilite su análisis interpretativo a fin de conocer su comportamiento y sus mayores y menores incidencias.

La presentación de estos datos puede hacerse en:

- a) Tablas.
- b) Gráficas.
- c) Diagramas de Pareto.

La presentación en **tablas** consiste en especificar la lista de cada todos los elementos que entran en las cinco categorías de costos de calidad (prevención, evaluación, fallas internas, fallas externas y deficiencias de proceso). Por cada elemento se indica el costo correspondiente, bien sea por período (turno, día, semana, mes, año, etc.) o por proceso de trabajo.

La presentación en **gráficas** consiste en especificar el comportamiento de cada tipo de costo de calidad a lo largo del tiempo en forma puntual, utilizando una representación en barras (unitarias, agrupadas o aglomeradas).

La presentación en **diagramas de Pareto** consiste en especificar la distribución de los diferentes tipo de costo de calidad, a fin de dejar en claro los costos que tienen mayor incidencia sobre el costo total. En este sentido, según Pareto, aproximadamente el 20% de todos los tipos de costos de calidad contribuyen en un 80% al costo total de calidad.

5. Procedimientos de aplicación de métodos de reducción de costos de no calidad.

5.1. Método de Calidad Total

La reducción de costos de calidad está orientada a lograr **ahorros** en los procesos de trabajo.

El Método de Calidad Total se enfoca a la detección y eliminación de los costos de no calidad en forma gradual, continua y creciente, mientras que la Reingeniería de Procesos permite reducir costos en forma rápida y espectacular.

En efecto, la Calidad Total es una estrategia competitiva que la alta dirección decide implantar para satisfacer mejor las necesidades de los clientes.

Además, la calidad total, como ha sido comprobado por la ya célebre Reacción en Cadena (Deming, 1986), lleva a una organización, por medio del mejoramiento continuo, a aumentar su productividad, a reducir costos, a incrementar su participación en el mercado, a ser más competitiva y más rentable.

El Dr. Joseph Juran (Juran, 1988) plantea, desde los primeros años de la década de los cincuenta, que la implantación de la calidad total en una empresa debe iniciarse con el proceso de

mejoramiento continuo, ya que la alta dirección rápidamente se entusiasma al ver problemas resueltos y un retorno rápido de la inversión.

El Método de Calidad Total consiste básicamente en detectar situaciones de no calidad, bien sea en hechos visibles o como parte del desempeño cotidiano de un proceso (hechos no muy visibles), que estén causando inconformidad de clientes (internos o externos), identificar las causas posibles, explorar las causas de fondo, generar alternativas de acciones correctivas, evaluarlas para seleccionar las soluciones seguimiento, evaluar los resultados que se vayan obteniendo, hacer ajustes y controles para lograr el mejoramiento continuo.

La Reducción de Costos con el Método de Calidad Total se realiza aplicando una Metodología sencilla que consiste en:

- I. Identificación de elementos de costos reductibles.
- II. Estimación de Costos Reducibles.
- III. Elementos de los costos de Calidad de Mayor Incidencia.
- IV. Planteamiento de Proyectos de Mejora Continua.
- V. Búsqueda de causas (Diagrama causa – efecto de Ishikawa).
- VI. Análisis de Pareto de causas de mayor contribución a los problemas de costos de calidad.

- VII. Generación de alternativas de solución a través de tormenta de ideas, método de grupo nominal, método Delphi o método situacional.

- VIII. Evaluación y selección de alternativas de solución.

Para aplicar este Método, nos valemos de un conjunto de formatos que nos guían sistemáticamente en el desarrollo de cada uno de los pasos de Método de Calidad Total.

5.2. Método de Reingeniería de Procesos.

5.2.1. Origen de la Reingeniería.

A mediados de los años ochenta algunas compañías norteamericanas decidieron mejorar espectacularmente su rendimiento, cambiando radicalmente las formas en que trabajan.

Para lograr estas mejoras, se preguntaban:

¿Por qué hacemos esto?

¿Por qué nos hacemos otra cosa que nos produzca grandes resultados?

También se preguntaban:

¿Lo que estamos haciendo, a quién satisface más, al cliente o a nuestra empresa?

¿Quién es primero, el cliente o la empresa?

Al investigar bien cómo funcionaban, encontraron que a los trabajadores les importaba más quedar bien con sus jefes que con los clientes. Entonces, comenzaron a preguntarse:

¿Quiénes mantienen a la empresa, los jefes o los clientes?

La respuesta siempre era obvia, por lo tanto, decidieron invertir el enfoque de trabajo: "del cliente hacia el interior de la empresa". Al hacer este cambio, los resultados comenzaron a ser impresionantes.

Como este cambio los llevaba a invertir los procedimientos, se les ocurrió bautizarlo con el nombre de: "Ingeniería Inversa" y después "Reingeniería de Procesos"

5.2.2. Concepto de Reingeniería.

Es la revisión fundamental y el rediseño radical de procesos para alcanzar mejoras espectaculares en cuanto a:

- Reducir costos
- Mejorar calidad
- Mejorar servicio
- Aumentar rapidez de cambio y de respuesta a las necesidades del mercado.

¿Por qué Revisión Fundamental?

Porque debemos hacer preguntas básicas como:

- ¿Por qué hacemos lo que estamos haciendo?, ¿por qué
- ¿Qué tan eficaces son las normas, reglas y supuestos sobre los que se basa la administración de nuestra empresa?
- ¿No habrá otras reglas y supuestos más eficaces?
- ¿Qué actividades cuestan más de lo que aportan?
- ¿Qué actividades impiden satisfacer al cliente?

¿ Por qué Rediseño Radical?

Porque se trata de responder a las siguientes preguntas:

¿ Qué pasa si eliminamos o reducimos los procedimientos existentes e inventamos nuevas maneras de hacer el trabajo?

¿ Por qué Mejoras Espectaculares?

Porque se trata de dar saltos gigantescos en rendimiento y no hacer mejoras graduales. Estas se pueden lograr con programas de Calidad Total.

¿ Por qué Proceso?

Porque se trata de rediseñar un conjunto de actividades que reciben uno o más insumos y crean un resultado de valor para el cliente.

Por consiguiente, según la Reingeniería, conviene eliminar actividades que no crean valor, tales como:

Controlar, supervisar, revisar, autorizar, dar órdenes, dar indicaciones, evaluar seleccionar proveedores, rehacer, mover, almacenar, esperar, apilar, descargar, levantar, empujar, devolver, etc.

Además, bajo el paradigma de Adam Smith, el dividir el trabajo en sus tareas más simples, y asignar cada una de ellas a un especialista, hace que haya muchos especialistas concentrados en tareas individuales del proceso, perdiendo de vista el objetivo principal el satisfacer al cliente:

- Por consiguiente, el paradigma de Smith propicia el no satisfacer al cliente en todos sus requerimientos, por lo que no es eficaz para la nueva era.

5.2.3. Razón de ser de la Reingeniería.

La Reingeniería sigue:

- Por apertura y globalización de la economía.
- Por avances impresionantes de Japón en el mundo occidental, con armas de alto poder, como la Calidad Total y el Justo a Tiempo.

- Por clientes cada vez más exigentes en cuanto a calidad, variedad, buen servicio, buen precio.
- Por tendencias democratizadoras que provocan en los trabajadores un mayor deseo de ser tomados en cuenta.
- Por necesidad de que las empresas sean cada vez más ágiles, flexibles, competitivas, enfocadas al cliente y rentables.

Según Michael Hammer, Reingeniería significa “empezar de cero” y esto requiere:

- Empezar sin ninguna lógica previa.
- Preguntándose lo que es estrictamente necesario, para dejar de lado todo aquello que no lo es.
- Dejar de lado gran parte de los conocimientos acumulados durante los últimos doscientos años en materia de Administración de Empresas a Ingeniería Industrial.
- Dejar de ver a los trabajadores como simples empleados cuya obligación es cumplir órdenes, y comenzar a verlos como seres pensantes, con potencial creativo y como socios de la empresa.
- Desarrollar a los trabajadores para que encuentren nuevas formas de hacer mejor el trabajo.

5.2.4. Beneficios de la Reingeniería.

- Rapidez, agilidad, flexibilidad, versatilidad, menos costos, menos precios, mayor competitividad.
- Mayor satisfacción del cliente.
- Mayor clientela por recomendaciones de clientes satisfechos.
- Mayor prestigio, mayor participación en el mercado.
- Organizaciones planas y livianas.
- Jefes no, facilitadores, entrenadores, asesores, líderes, si.
- Más equipo, menos individualismo.
- Más educación y desarrollo, además de capacitación y adiestramiento.
- Más libertad con responsabilidad.
- Más satisfacción y bienestar para los trabajadores.
- Reducción de desperdicios.
- Menos devoluciones, menos quejas, menos reparaciones.

5.2.5. Costos y Retos a vencer.

Retos:

- Cambiar paradigmas.
- Cambiar enfoque: de trabajar para los jefes a trabajar para los clientes
- Vencer resistencia al cambio de las unidades de trabajo: de departamentos funcionales a equipos de procesos.
- Aceptar el cambio de organizaciones jerárquicas a planas.
- Vencer la actitud hacia apoyarse en bases de poder.
- Hacer que los gerentes y supervisores cambien a líderes.
- Superar el principio de la división del trabajo.
- No limitarse a su especialidad ni a su tarea.
- Aceptar el cambio de papel del trabajador: de controlado a facultado.
- Concientizar trabajadores.

5.2.6. Visión en los procesos.

¿Qué es un Proceso?

Es un conjunto de actividades que transforman insumos en resultados de valor para el usuario/cliente (interno o externo).

Los insumos pueden ser:

- Personas.
- Materiales.
- Equipo.
- Información.
- Tiempo.
- Dinero.

Los resultados pueden ser:

- Una resolución.
- Un producto terminado.
- Una visa concedida.

Acuerdos derivados de la solución de un conflicto

- Una forma llena.
- Una obra terminada.

Los procesos pueden ser:

- Proporcionar un servicio.
- Elaborar un producto.
- Procesar una solicitud de visa.
- Tramitar un permiso.
- Manejar un conflicto.
- Llenar una forma.
- Construir una obra.

Ejemplos de procesos comunes:

- Un paciente recibe tratamiento en un hospital.
- Una póliza de seguros es procesada.
- Se publica un periódico.
- Se procesa un trámite de adquisición de vivienda.
- Una pareja es atendida en un restaurante mientras cena.
- Se fabrica un componente de computadora.
- Se repara una máquina.
- Se da servicio de agua potable a una comunidad.
- Se atiende un conflicto de tenencia de la tierra.
- Se estudian varias propuestas de construcción de una obra
- Se elabora un programa de trabajo.
- Se sacan fotocopias.

Ejercicio:

Considere usted un proceso de trabajo en el que esté involucrado, y después responda a las siguientes preguntas:

a) ¿Qué nombre le daría usted al proceso?

.....

b) ¿Cuáles son los resultados?

.....

c) ¿Cuáles son los resultados?

.....

d) ¿Representan los resultados un servicio, un producto, la conclusión de una tarea o alguna combinación de lo anterior?

.....

e) ¿Quién recibe los resultados? ¿quiénes son los clientes?

.....

f) ¿Son los clientes internos o externos? ¿o ambos?

.....

g) ¿Quiénes son algunos de los proveedores de insumos?

.....

Relación entre Proceso y Funciones de una Organización.

- La mayoría de las instituciones y empresas están organizadas en unidades o líneas departamentales o funcionales. Por ejemplo, una organización típica tiene un departamento de personal, uno de finanzas, uno de servicios, uno de capacitación, uno de difusión, etc.
- La organización en departamentos o funciones separadas crea una jerarquía funcional. Sin embargo, los procesos no saben de jerarquías funcionales. Atraviesan los límites de departamentos y funciones para entregar un resultado al usuario.
- Los procesos son horizontales y las organizaciones están formadas por funciones verticales.
Las funciones en sí están separadas y los procesos se encargan de interconectarlas.
- En esta interconexión que hace el proceso con las funciones se observan muchos problemas, tales como pugnas internas, mala comunicación, competencia entre áreas y mala coordinación. Asimismo, provoca situaciones en las que nadie parece tener el control. Todos poseen parte del pastel, pero nadie es dueño del total.
- Para evitar tal confusión, muchas empresas comienzan a organizarse en función a los procesos. Están aprendiendo a administrarse en forma multidisciplinaria.
- Cuando las empresas se organizan por procesos, empiezan a ocurrir cosas buenas, tales como:
Mejoran la comunicación, la coordinación y la calidad. Además, las actividades se hacen más rápidas y en forma más barata.

Tipos de Pasos de un Proceso:

Existen seis pasos básicos de un proceso:

- a) Operación.
- b) Transporte.
- c) Inspección.
- d) Demora.
- e) Almacenaje.
- f) Retrabajo.

La operación (O) es un tipo de actividad que modifica la situación inicial. Hace avanzar el proceso hacia el resultado que espera el cliente. Por lo tanto, agrega valor al proceso.

El transporte (T) es cualquier acción que desplaza información, objetos o personas.

Demora (D): retraso de materiales, partes o productos y cualquier tiempo de espera de las personas.

Inspección (I): Incluye inspecciones de calidad y cantidad, revisiones y autorizaciones.

Almacenaje (A): retraso programado de materiales, partes o productos.

Retrabajo ®: cualquier paso de repetición o corrección evitable.

Ejercicio:

Indicar el tipo correcto de paso (O, T, D, I, A, R):

- a) Buscar información: ()
- b) Ensamblar dos componentes: ()
- c) Repetir un paso en un proceso: ()
- d) Mover materiales: ()
- e) Revisar un informe: ()
- f) Esperar el inicio de una reunión: ()
- g) Registrar datos por segunda vez: ()
- h) Caminar hacia la camioneta de servicio: ()
- i) Enviar información por fax: ()
- j) Guardar material en un depósito: ()
- k) Captar los datos una sola vez en su origen: ()
- l) Efectuar una inspección de control de calidad: ()

- m) Esperar por un listado de computadora: ()
- n) Revisar y autorizar una solicitud: ()
- o) Atender una llamada telefónica: ()
- p) Repetir una carta para corregir un error: ()
- q) Revisar un trabajo elaborado por otra persona: ()
- r) Dejar un formato en una charola: ()
- s) Llenar forma de requisición: ()
- t) Elaborar una factura: ()
- u) Se formula un programa: ()
- v) Se somete un programa a la consideración de los superiores: ()

5.2.7. Determinación de la eficiencia y deficiencia de procesos de trabajo.

El tiempo que dedicamos a un trabajo puede dividirse en dos componentes: trabajo y desperdicio. El objetivo de la Reingeniería de Procesos es eliminar todo el desperdicio existente en un procesos de trabajo.

Ahora, ¿qué significa la palabra "trabajo"?

Si lo buscamos en un diccionario, se encuentra que "trabajo" se refiere a:

"Esfuerzo o actividad física o que dirige hacia la producción o logro de algo".

Con base en esta definición, sólo es posible lograr una mayor productividad a partir de un mayor esfuerzo físico o mental, es decir, trabajando más duro, pero no necesariamente en forma más inteligente.

En el contexto de la Reingeniería de Procesos, la palabra trabajo tiene un significado diferente. Se utilizará esta palabra sólo cuando una determinada actividad desplace un proceso hacia delante o, lo que es lo mismo, le agregue valor en forma directa.

Por ejemplo, en el proceso de tramitar una solicitud, el hecho de "analizar la solicitud", "tomar una decisión" y "responder al solicitante" representan actividades que agregan valor al proceso. Sin embargo, si alguien tiene que "esperar a que otro analice la solicitud" para pasarla u otro a que tome la decisión, o este último tiene que esperar a que otro la analice, estas "esperas" no agregan valor al proceso. Al contrario, le agregan demoras y costos. No agregan valor porque impiden un avance **rápido** al trámite (tal como lo desea el solicitante).

Asimismo, si la solicitud tiene que estarse llevando y trayendo para diferentes fines, estas actividades de "lleva y trae" tampoco agregan valor al proceso. Al contrario, le agregan esfuerzos, demoras y costos.

Igualmente, si la solicitud tiene que pasarse a otro formato o a otro departamento u oficina para procesarla o responderla, o tiene que dejarse esperando en una charola hasta que otro la recoja para seguirla procesando, o hay que esperar a que alguien firme su resolución, o hay que dirigirse nuevamente al solicitante porque hubo un error en su llenado, o hay que hacer alguna corrección o un retrabajo durante el trámite porque hubo un error en su lectura o en la transcripción de algún dato, todas estas actividades no agregan valor al proceso. Al contrario, estarán agregando nuevamente esfuerzos, materiales, movimientos, demoras, costos y hasta molestias.

Entonces en la Reingeniería de Procesos, el trabajo agrega valor y el desperdicio agrega demoras y costos.

Así, el desperdicio representa las actividades que no agregan valor al proceso, incluye el esfuerzo, tiempo, materiales, movimientos y costos que se desperdician.

Ahora bien, por lo general el trabajo y el desperdicio requieren la misma cantidad de esfuerzo físico. En el ejemplo del trámite de la solicitud, el pasarla a otro formato, requiere la misma cantidad de trabajo físico que el llenarla por primera vez, o el tener que dirigirse nuevamente al solicitante para corregir un error, requiere la misma cantidad de trabajo (o más) que si se revisa exitosamente la solicitud al momento de llenarla, para que, si hay algún error, detectarlo en el momento y corregirlo.

¿Cómo identificar trabajo y desperdicio?

Como se observó en el ejemplo precedente, el desperdicio aparece en muchas formas: demoras, transportes, inspecciones, retrabajos, etc. Todas éstas son actividades que "no agregan valor" al proceso, sino demoras y costos.

Para identificar el desperdicio, nos podemos hacer las siguientes preguntas:

- a) Si se elimina o reduce al mínimo esta actividad en particular del proceso, ¿se afectará la calidad del rendimiento o del resultado del proceso?

- b) Como usuario, ¿Desea usted pagar por esta actividad en particular? ¿Le es de valor para usted?

Si la respuesta es no, tal vez la actividad sea un desperdicio. Es necesario eliminar el desperdicio del proceso o al menos, reducirlo al mínimo.

Ejercicio:

Colocar una T o una D a cada una de las siguientes actividades según sean Trabajo o Desperdicio:

- a) Llevar información: ()
- b) Ensamblar dos componentes: ()
- c) Repetir un paso en un proceso: ()
- d) Detener un trabajo por esperar que otro firme: ()
- e) Transcribir información: ()
- f) Corregir datos ya registrados: ()
- g) Revisar un trabajo hecho por otro: ()
- h) Revisar un trabajo hecho por uno mismo: ()
- i) Dar órdenes: ()
- j) Esperar a que comience una reunión: ()
- k) Pasar datos: ()
- l) Ir a buscar información: ()
- m) Almacenar materiales en un depósito: ()
- n) Capturar los datos una sola vez en su origen: ()
- o) Realizar cualquier retrabajo: ()

¿Qué es eficiencia y deficiencia del trabajo?

En forma ideal, todos los procesos contienen sólo trabajo y cero desperdicio. De manera realista, eso es difícil de alcanzar. En vez de eso, es preciso aumentar al máximo el trabajo y reducir al mínimo el desperdicio en el proceso. La eficiencia del trabajo es un indicador de qué tanto valor agrega ese trabajo, y la deficiencia es un indicador de qué tanto valor desagrega ese trabajo o de qué tanto es su desperdicio. La Eficiencia del trabajo se calcula dividiendo la cantidad de trabajo entre la suma del trabajo y el desperdicio de un proceso.

Matemáticamente, se expresa de la siguiente manera:

$$E = (\text{TRABAJO} / \text{TRABAJO} + \text{DESPERDICIO}) \times 100\%$$

La Deficiencia del trabajo se calcula dividiendo la cantidad de desperdicio entre la suma del trabajo y el desperdicio de un proceso.

Matemáticamente, se expresa de la siguiente manera:

$$D = (\text{DESPERDICIO} / \text{TRABAJO} + \text{DESPERDICIO}) \times 100\%$$

Igualmente, la Deficiencia de un proceso puede calcularse de la siguiente manera:

$$D = 100\% - E$$

Siendo **E** la Eficiencia del proceso.

Uno de los objetivos fundamentales de la Reingeniería es hacer que los procesos tengan un 100% de Eficiencia, o bien un 0% de Deficiencia.

Una forma práctica de calcular la Eficiencia y Deficiencia de un proceso, consistente en expresar el Trabajo y el Desperdicio en una unidad de Tiempo, tal como: minutos, horas, días, semanas, meses, etc.

Ejercicio:

Consideremos el proceso: Requisar

A continuación se describe este proceso con un total de 10 actividades, especificándose al lado la duración promedio de cada una de ellas en minutos.

Se pide indicar con una letra entre paréntesis (**O, D, T, I, R, A**) el tipo de actividad de que se trata, y luego en un segundo paréntesis indicar si se trata de Trabajo (**T**) o Desperdicio (**D**). Por último, se pide calcular la Eficiencia (**E**) y Deficiencia (**D**) del proceso.

Proceso:-Requisitar

- a) Inicio de llenado de la forma de requisición (10 min.) () ()
- b) Envío de la forma a abastecimientos (720 min.) () ()
- c) La forma permanece en una charola (75 min.) () ()
- d) Terminación de la forma de requisición (18 min.) () ()
- e) La forma permanece en una charola (75 min.) () ()
- f) Envío de la forma a autorización (720 min.) () ()
- g) La forma permanece en una charola (45 min.) () ()
- h) Revisión y autorización de la forma (12 min.) () ()
- i) La forma permanece en una charola (90 min.) () ()
- j) Envío de la forma a pedidos (720 min.) () ()

Trabajo =

Desperdicio =

E=

D =

5.2.8. Diseño de opciones de innovación aplicando los principios básicos de la Reingeniería.

Una vez definidas las deficiencias del proceso en estudio, así como los objetivos del Plan Estratégico de Reingeniería, el Agente de Cambio procede a generar Opciones de Innovación del Proceso bajo estudio.

Para generar estas opciones, hacemos uso de algunos principios básicos que propone la Reingeniería, como son:

- a) Eliminar el desperdicio.
- b) Reducir el desperdicio al mínimo.
- c) Simplificar: pensar siempre en hacerlo sencillo, no complejo.
- d) Cada vez que sea posible, combinar pasos del proceso.
- e) Diseñar procesos con rutas alternas.
- f) Pensar en paralelo, no en línea
- g) Recabar los datos en su origen.
- h) Usar la tecnología para mejorar el proceso.
- i) Dejar que los clientes y proveedores ayuden en el proceso.

Guía practica para el Diseño Técnico de Innovaciones.

Principio Básico 1: Eliminar el desperdicio.

a) Identificar rendimientos que espera el cliente / usuario:

Rapidez, bajo costos y/o calidad.

b) Identificar posibles pasos inhibidores de los rendimientos:

demoras, transportes, inspecciones, retrabajos, almacenajes o incluso operaciones.

c) Preguntar: ¿ se afectan negativamente los rendimientos esperados si se elimina cada uno de los pasos antes identificados?

– Si la respuesta es "sí", pasar al principio 2 (reducir el desperdicio)

– Si la respuesta es "no", pasar a 4)

d) Preguntar:

I. ¿Por qué se está haciendo el trabajo siguiendo estos pasos?

– Si la respuesta fuera algo así como: "porque si no, se dejarían pasar muchos errores, o porque así se ha hecho siempre, etc."

Volver a preguntar: ¿ si se pudieran corregir los errores en el momento de producirlos, podríamos evitar pasos subsecuentes?

O bien: ¿Cuál puede ser una mejor forma de hacer este trabajo con menos pasos?

II. ¿Por qué es necesario que una persona inicie la forma y otra la concluya?

Respuesta probable: "porque la primera persona pueda contar con todos estos datos necesarios para llenarla totalmente"

Volver a preguntar: ¿ es posible que esta persona pueda contar con todos estos datos, para que de esta manera pueda llenar la forma ella sola?

III. ¿Por qué es necesario que otra persona revise y autorice la solicitud? ¿Qué se podría hacer para que ella misma haga la revisión y autorización?

Principio Básico 2: Reducir el desperdicio al mínimo.

Cuando resulta difícil eliminar el desperdicio, proceder a reducirlo.

Preguntar: ¿Cómo se podría obtener el mismo resultado haciéndolo en menos pasos?

– Si la respuesta es “no se puede”, volver a preguntar:

“ ¿ Y no se podría hacer consumiendo menos tiempo?”

Respuesta probable: “Tal vez”. Volver a preguntar.” ¿ Cómo podría hacerse?”.

Respuesta probable: “A través del fax” (para el caso de transporte) o “A través de la computadora” (para el caso de búsqueda de datos) o “A través de un facsímil” (para el caso de las firmas).

Principio Básico 3: Simplificar el proceso.

A través de:

- a) Preguntarse sobre la posibilidad de reducir la cantidad de insumos o de casos a procesar, con tal de no afectar negativamente los rendimientos esperados del proceso.

Identificar insumos o casos no estrictamente necesarios, proceder a eliminarlos, simplificando así el proceso.

- b) Preguntarse si todos los requisitos que se exigen actualmente son estrictamente los necesarios para cumplir con los rendimientos esperados del proceso.

Detectar requisitos no necesarios, proceder a eliminarlos, simplificando así el proceso.

- c) Identificar los pasos básicos del proceso, separando todos aquellos que surgieron para darle “calidad”, y preguntarse si estos últimos se pueden eliminar o reducir a otros más rápidos, o más económicos o menos complicados.

Principio Básico 4: Combinar pasos del proceso.

- a) Combinar un paso de inspección con otro de operación, para eliminar pasos de transportes, demoras y retrabajos.

Para ello, preguntar:

“¿Cómo se podrían detectar y corregir errores en el momento en que ocurran en lugar de hacerlo varios pasos después?”

- b) Combinar un paso de demora o uno de transporte con otro de operación.

Para ello, preguntar:

“¿Qué operación se puede hacer mientras se espera o transporta algo?”

- c) Combinar dos pasos de operación.

Para ello, preguntar:

“¿Qué operación se puede hacer mientras se hace otra?”

Principio Básico 5: Diseñar procesos con rutas alternas.

Preguntar:

¿El proceso o algunos de sus pasos está diseñado para la excepción o par ala regla?

En caso de que mayormente sea para la excepción, crear rutas alternas a partir de puntos de decisión, dados por la siguiente declaración:

“Si algo es cierto, entonces se hace algo. Si eso mismo es falso, entonces se hace otra cosa”

Principio Básico 6: Pensar en paralelo, no en línea.

Preguntar:

- a) ¿Por qué algunos pasos no pueden realizarse en paralelo?
b) ¿Por qué no es posible reducir en forma importante los tiempos de ciclo?
c) ¿Cómo podemos colocar los pasos en paralelo sin afectar negativamente el valor agregado?

Principio Básico 7: Recabar los datos en su origen.

Cada vez que se observe que una información es transcrita o recabada más de una vez, preguntar:

- ¿De qué manera es posible evitar la transcripción o la recabación de información más de una vez?

Para la respuesta, pensar en el uso de la computadora.

Principio Básico 8: Usar la tecnología para mejorar el proceso.

Preguntar:

¿ En qué pasos del proceso podemos usar computadora, fax, teléfonos celulares, correo electrónico, Internet u otros medios que puedan mejorar la eficiencia y eficacia del proceso?

Principio Básico 9: Dejar que los Clientes y Proveedores ayuden en el Proceso.

Preguntar:

¿De qué manera es posible involucrar al cliente o al proveedor en el mejoramiento del proceso, aumentando beneficios para ambos?

6. Procedimiento para la Evaluación Financiera del Programa De Costos de no Calidad.

6.1. Objetivo.

La evaluación financiera consiste en los análisis y cálculos que nos permiten saber si el proyecto es conveniente o no desde el punto de vista de las utilidades o ahorros que generará en comparación con la inversión y los costos que se erogarán para su puesta en marcha y operación. Esta conveniencia se define en última instancia a través de la comparación con las ganancias que se obtendrían si el dinero se invirtiese en otra alternativa, como puede ser un banco o en algún otro negocio, o en términos de que el proyecto sea capaz de cubrir al menos sus obligaciones financieras.

6.2. Indicadores Financieros.

Los análisis y cálculos se realizan con base en diversos indicadores que se evalúan a partir del flujo de caja o de fondos o de afectivo, proyectando al futuro, y que consiste en la serie de egresos e ingresos asociados al proyecto.

Para ello, los egresos e ingresos son expresados a “precios de mercado”, y pueden ser “precios corrientes” o “precios constantes”, siendo estos últimos los más recomendables, a pesar de la dificultad de estimar inflaciones futuras.

Los indicadores utilizados en la evaluación financiera son equivalentes entre sí, y el decisor está en libertad de utilizar e (o los) que mejor se ajuste(n) a su forma de interpretar la bondad financiera del proyecto o al cumplimiento de requisitos de entidades financieras.

Un indicador financiero es simplemente una medida de qué tan bueno es el proyecto desde el punto de vista de su conveniencia en términos del balance entre los egresos e ingresos de dinero que generará el proyecto.

En efecto, un proyecto de inversión se puede describir como un conjunto de egresos e ingresos de dinero que ocurren en diferentes momentos, pero la simple representación gráfica de ese flujo de dinero no basta para apreciar la conveniencia financiera del proyecto, por lo que se hace necesario traducir esa corriente de dinero en pocos índices o indicadores financieros del proyecto.

Los índices o indicadores más utilizados para medir la bondad financiera de los proyectos de inversión son:

- Valor Presente Neto (VPN)
- Tasa Interna de Retorno (TIR)
- Período de Recuperación de la Inversión (PRI)

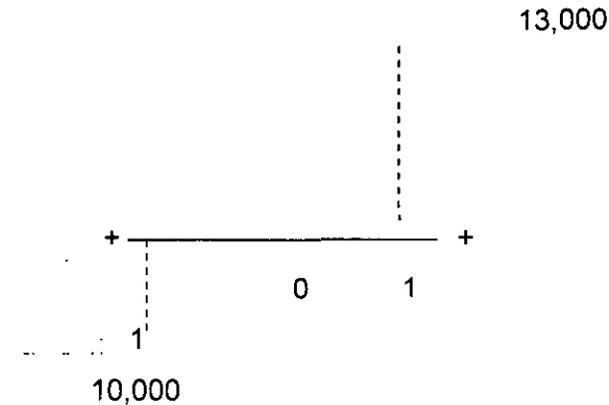
6.3. Valor Presente Neto (VPN).

Es el valor de un proyecto de inversión medido en dinero de hoy.

O bien:

Es el equivalente en \$ actuales a todos los ingresos y egresos, presentes y futuros que constituyen el proyecto.

Ejemplo: Examinemos el siguiente proyecto:



Este proyecto produce un rendimiento del 30% anual.

Si la tasa de interés de oportunidad del inversionista es del 20%, y calculamos su VPN con esta tasa, tenemos:

- a) Equivalente en \$ actuales de -\$ 10,000.00 entregados en el momento "0"
VPN (0.20)⁰ = -\$ 10,000.00

- b) Equivalente en \$ actuales de +\$13,000.00 recibidos en el momento "1".
VPN (0.20)¹ = + \$10, 833.00
Ya que: $13,000.00 \times 1/(1+0.20) = 13,000.00 \times 0.8333 = 10,833.00$

Entonces, el VPN del proyecto al 20% será:

$$\text{VPN (0.20)} = - 10,000.00 + 10,833.00 = + \$ 833.00$$

Vemos así que el VPN es positivo, y esto indica que el rendimiento sobre la inversión es superior al 20% que se utilizó para calcular el VPN, hecho que por construcción ya conocíamos de antemano.

Entonces, un VPN positivo significa que el proyecto tiene una tasa de rendimiento superior a la tasa de interés que se utiliza para calcularlo.

Si esta última tasa es la de oportunidad, un VPN positivo indica que el proyecto es atractivo, ya que rinde un interés superior al de oportunidad.

Lo contrario sucede si el VPN resulta negativo.

¿Qué significa el VPN?

Significa el valor de oportunidad en peso actuales de la alternativa en cuestión.

Si es positivo, representa la ganancia extraordinaria que genera el proyecto, lo que nos deben pagar para que lo cedamos.

Si es negativo, representa lo que estamos dispuestos a pagar para que otro lo lleve a cabo en nuestro lugar.

¿Qué es una tasa de interés de oportunidad?

Es la tasa límite a la cual una persona o entidad esta dispuesta a tomar u otorgar dinero en préstamo o a invertir dinero.

6.4. Tasa Interna de Retorno (TIR)

Cuando el VPN es igual a cero, los dineros invertidos en el proyecto ganan un interés igual a la tasa utilizada para calcularlo.

En consecuencia, la tasa de interés que produce un $VPN = 0$ es un índice de rentabilidad adecuado.

Como se trata del interés que ganan los dineros que permanecen invertidos en el proyecto, se le da el nombre de tasa interna de rentabilidad o de retorno (TIR).

La TIR es una característica propia del proyecto e independiente de la tasa de oportunidad del inversionista.

La TIR es la tasa de interés a la cual el VPN del proyecto es igual a cero. Cuando esta tasa es superior a la tasa de interés de oportunidad (TIO), o a la tasa de recuperación mínima atractiva (TREMA), el proyecto es conveniente; de lo contrario no.

Significados de la TIR:

- a) La TIR representa la tasa de interés más alta que un inversionista podría pagar sin perder dinero, si todos los fondos para el financiamiento de la inversión se tomaran prestados y el préstamo (capital e interés acumulado) se pagara con las entradas en efectivo de la inversión a medida que se fuesen produciendo.

- b) El hecho de que la TIR sea la tasa de interés a la cual el VPN sea cero, no significa que la utilidad del proyecto sea nula, sino por el contrario indica que proporciona igual utilidad que la **mejor** inversión de alternativa.

Por lo tanto, si se acepta un proyecto con $VPN = 0$, se estará recuperando todos los desembolsos mas la ganancia exigida por el inversionista, que esta implícita en la tasa de descuento utilizada.

Si calculamos el VPN utilizando la tasa de descuento del inversionista (la TIO o la TREMA), y este VPN resulta positivo, estará representando el excedente que queda para el inversionista después de haberse recuperado la inversión, los gastos financieros y la rentabilidad exigida por el inversionista.

Y si el VPN es negativo, -\$100, por ejemplo, ello no significa que la empresa tenga necesariamente pérdidas, ya que indica que, después de haber recuperado la inversión y los gastos financieros, faltaron \$100 para haber ganado lo que se habría podido obtener en la mejor inversión de alternativa.

¿Cómo se calcula la TIR?

A través de la siguiente fórmula:

$$TIR = (VPN1 \times T2 - VPN2 \times T1) / (VPN1 - VPN2)$$

Siendo T1 y T2 dos tasas de interés cualesquiera con las que el VPN del proyecto resulta positivo y negativo, respectivamente.

VPN1 es el Valor Presente Neto que se calcula con la tasa T1 y el VPN2 es el que se calcula con la tasa T2.

6.5. Período de recuperación de la inversión.

El Período de Recuperación de la Inversión (PRI) es el número de periodos necesarios para recuperar la inversión inicial, resultado que se compra con el número de periodos aceptables por el inversionista.

Por ejemplo, si la inversión fuese de \$2,000.00 y los beneficios netos anuales de \$400.00, el periodo de recuperación se calcula como:

$$\text{PRI} = 2000 / 400 = 5 \text{ años}$$

Si el flujo neto difiriera entre periodos, el cálculo se realiza determinando por suma acumulada el número de periodos que se requiere para recuperar la inversión.

Ejemplo, suponiendo una inversión de \$3,000 que genera utilidades anuales en la siguiente forma:

Año	Utilidad anual	Utilidad acumulada
1	500	500
2	700	1,200
3	800	2,000
4	1,000	3,000
5	1,200	4,200
6	1,600	5,800

En este ejemplo, la inversión se recupera al término del cuarto año.

Para tomar en cuenta el valor del dinero en el tiempo, se actualizan las utilidades a la tasa de descuento del inversionista, y se obtienen las utilidades acumuladas.

En el ejemplo anterior se tendría, con una tasa de actualización del 10% anual, lo siguiente:

Año	Utilidad anual	Utilidad actualizada	Utilidad acumulada
1	500	454.54	454.54
2	700	578.48	1,033.02
3	800	601.04	1,634.06
4	1,000	683.00	2,317.06
5	1,200	745.03	3,062.14
6	1,600		

Esto indica que la inversión se recuperaría en un plazo cercano a los 5 años.

7. Anexos.

Ejemplos:

I. Identificación de elementos de costos reductibles.

Organización / Institución: Nombre de la Organización.

Área de Trabajo: Identificar el área de trabajo.

Situaciones de No Calidad: Estimaciones incorrectas de tiempos

Costos por falta de coordinación entre departamentos

Pérdida de tiempo por falta de orden y organización.

Problemas Específicos: Incumplimiento de la programación de actividades por múltiples interrupciones.

Retrasos en los trabajos por falta de coordinación entre departamentos.

Retrasos por falta de orden y organización.

Efectos de No Calidad: Se retrasa la elaboración de bases de licitación de la ingeniería básica.

Pérdidas económicas por trabajos incompletos, se retrasa la convocatoria.

Categorías y Elementos de Costos Reducibles.

A. Prevención: a₁.- Tiempo para programar las actividades.

a₂.- Tiempo para fijar obligaciones de cumplimiento.

a₃.- Tiempo en reuniones para unificación de criterios.

B. Evaluación: b₁.- Tiempo en reuniones de revisión cruzada para seguimiento.

b₂.- Tiempo de revisión de avances globales del programa ejecutado.

b₃.- Tiempo en revisión de avances individuales del programa.

C. Fallas Internas: c₁.- Tiempo de trabajo extra para subsanar retrasos.

c₂.- Tiempo de reprogramación de los trabajos individuales.

c₃.- Tiempos de reinspección.

D. Fallas Externas: d₁.- Tiempo de diferimiento del envío de las bases de licitación.

d₂.- costo adicional por reducción del tiempo de construcción.

E. Deficiencias del Proceso: e₁.- tiempo por demoras en la búsqueda de información dispersa.

e₂.- apoyo deficiente del cliente al proceso.

II. Estimacion de Costos Reducibles

Clave del Elemento y su magnitud aproximada en el periodo considerado			¿Qué tipo y/o cantidad de insumos, productos procesos, y de otros participan en la ejecución del elemento	¿Cuál es el costo unitario de cada insumo, producto, proceso y de otros elementos utilizados?	¿Cuál es el costo total del elemento en el periodo considerado y cuales son los subtotales por elemento y el total por el periodo
a ₁	1 vez	1 día	1 coordinador 4 especialistas	\$ 250.00 / hora \$ 125.00 / hora	\$250.00 x 10 = \$2,500.00 \$125.00 X 4 x 10 = \$5,000.00 Subtotal \$7,500.00
a ₂	6 veces	1 hora	1 coordinador 4 especialistas	\$ 250.00 / hora \$ 125.00 / hora	\$250.00 x 6 = \$1,500.00 \$125.00 X 4 x 6 = \$3,000.00 Subtotal \$4,500.00
b ₁	6 veces	2 horas	1 coordinador 4 especialistas	\$ 250.00 / hora \$ 125.00 / hora	\$250.00 x 6 x 2 = \$3,000.00 \$125.00 X 4 x 6 x 2 = \$6,000.00 Subtotal \$9,000.00
b ₂	6 veces	2 horas	1 coordinador 4 especialistas	\$ 250.00 / hora \$ 125.00 / hora	\$250.00 x 6 x 2 = \$3,000.00 \$125.00 X 4 x 6 x 2 = \$6,000.00 Subtotal \$9,000.00
c ₁	10 veces	2 horas	1 coordinador 4 especialistas	\$ 250.00 / hora \$ 125.00 / hora	\$250.00 x 2 x 10 = \$5,000.00 \$125.00 X 4 x 2 x 10 = \$10,000.00 Subtotal \$15,000.00
c ₂	2 veces	5 horas	1 coordinador 4 especialistas	\$ 250.00 / hora \$ 125.00 / hora	\$250.00 x 2 x 5 = \$2,500.00 \$125.00 X 4 x 2 x 5 = \$5,000.00 Subtotal \$7,500.00
c ₃	3 veces	5 horas / 15 horas	1 coordinador 4 especialistas	\$ 250.00 / hora \$ 125.00 / hora	\$250.00 x 3 x 5 = \$3,750.00 \$125.00 X 4 x 3 x 1.5 = \$2,250.00 Subtotal \$6,000.00
d ₁	12.5 veces	10 horas	1 coordinador 4 especialistas	\$ 250.00 / hora \$ 125.00 / hora	\$250.00 x 12.5 x 10 = \$31,250.00 \$125.00 X 4 x 12.5 x 10 = \$62,500.00 Subtotal \$93,750.00
d ₂	1 vez	125 horas	50 días x 10 horas x 2.5 = 125 horas	\$500,000.00 x 10 / 260 = \$ 19,230.00	125 x \$ 19,230.00 = Subtotal \$2,403,846.00
e ₁	50 veces	2 horas	1 coordinador 4 especialistas	\$ 250.00 / hora \$ 125.00 / hora	\$250.00 x 50 x 2 = \$25,000.00 \$125.00 X 4 x 50 x 2 = \$50,000.00 Subtotal \$75,000.00
e ₂	50 veces	10 horas	1 coordinador	\$ 250.00 / hora \$ 125.00 / hora	\$62,500.00

III. Elementos de Calidad de Mayor Incidencia.

Clave de Elementos de Costos de Calidad	Costo Estimado por Periodo	Distribución Porcentual de Costos	Elementos de Mayor Incidencia (Regla de Pareto)
a ₁	\$ 7,500.00	0.28	
a ₂	\$ 4,500.00	0.17	
b ₁	\$ 9,000.00	0.33	
b ₂	\$ 9,000.00	0.33	
c ₁	\$ 15,000.00	0.56	
c ₂	\$ 7,500.00	0.28	
c ₃	\$ 6,000.00	0.22	
d ₁	\$ 93,750.00	3.48	3.48
d ₂	\$2'403,846 00	89.24	89.24
e ₁	\$ 75,000.00	2.78	
e ₂	\$ 62,500.00	2.32	
Total: \$ 2'693,596.00		100	97.72

IV. Planteamiento de Proyectos de Mejora Continua.

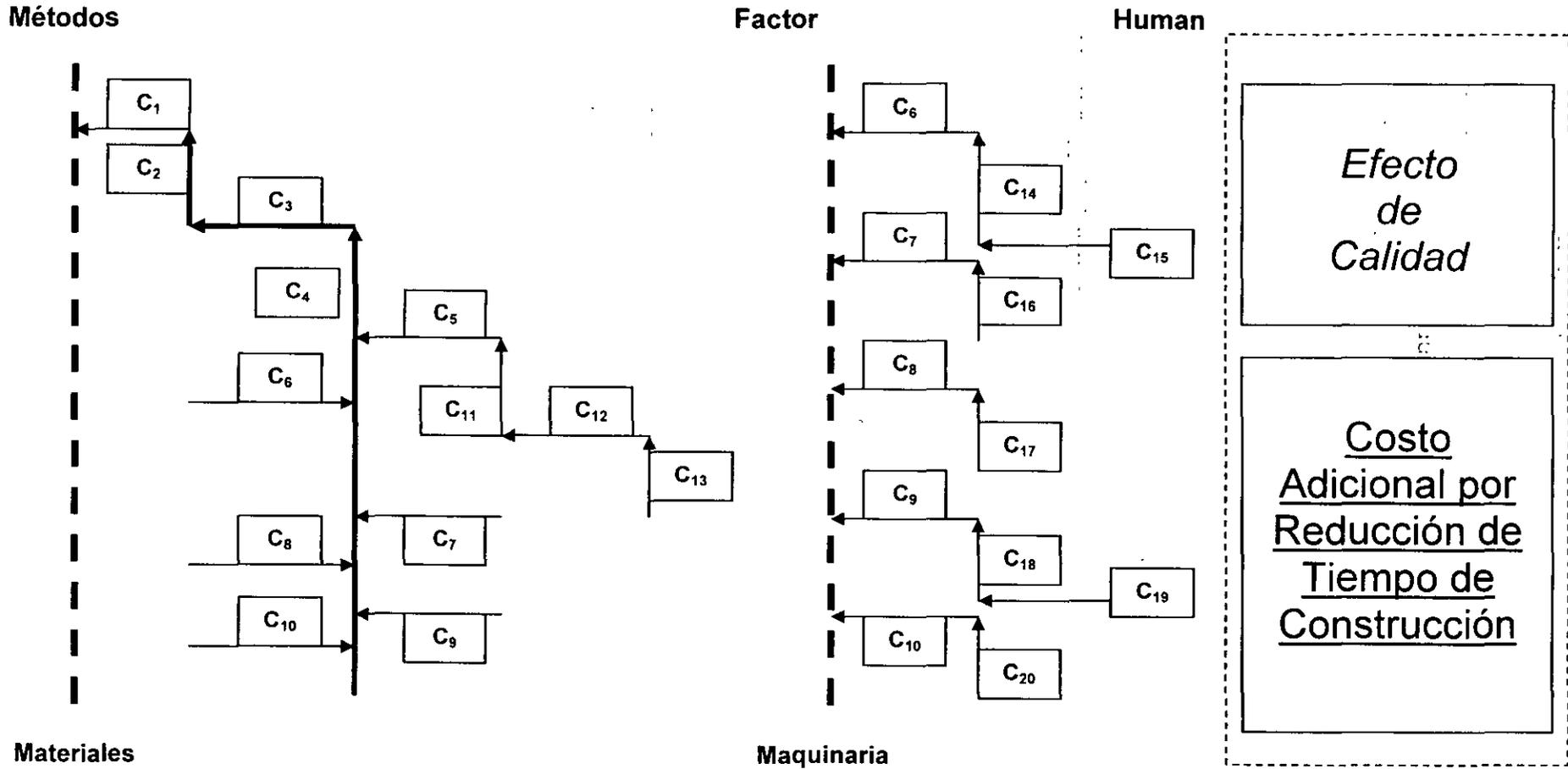
Elementos de Mayor Incidencia	Enunciados de Proyectos		
	Dirección del Cambio (Verbo: Reducir, Aumentar, Mejorar, eliminar, Etc.)	Medida de Calidad (Que mejorar)	Relación con un Proceso (Donde, en que, de que)
d ₂	Eliminar	Costo Adicional	Por reducción de tiempo de construcción

V. Búsqueda de Causas (Diagrama Causa-Efecto de Ishikawa).

Nombre del Proyecto: Eliminar Costo Adicional por Reducción de Tiempo de Construcción.

Fecha: 03-07-01

Elaborado por: Equipo de Construcción.



- C₁: Por diferimiento de la entrega de las bases de la licitación de la Ingeniería básica.
- C₂: Por incumplimiento en la fecha de entrega de las bases.
- C₃: Reinspección por reprogramación.
- C₄: Reprogramación.
- C₅: Retrasos en las reuniones de seguimiento.
- C₆: Retrasos por reuniones de avance.
- C₇: Retrasos por búsqueda de información dispersa.
- C₈: Retrasos por apoyo deficiente del cliente.
- C₉: Retrasos por falta de coordinación entre departamentos.
- C₁₀: Retrasos por falta de orden y organización.
- C₁₁: Por instrucciones bien definidas.
- C₁₂: Falta de experiencia de mandos superiores.
- C₁₃: rotación de mandos medios y superiores.
- C₁₄: Desconfianza del coordinador en los especialistas.
- C₁₅: Egocentrismo del coordinador.
- C₁₆: Coordinador y especialistas concentran información por poder.
- C₁₇: Falta de trabajo en equipo entre el cliente y el ejecutor del proyecto.
- C₁₈: Rivalidades entre mandos medios y superiores.
- C₁₉: Falta de cultura d trabajo en equipo.
- C₂₀: Falta de formación administrativa.

Ejemplo 2.

Los ingenieros en control de calidad orientados hacia el mejoramiento continuo tratan de reducir la variabilidad del proceso. Realizan esta tarea mediante ratios (relaciones) de capacidad del proceso calculadas a partir del proceso existente y de las mejoras introducidas al proceso. Las dos ratios de capacidad del proceso más utilizadas son C_p y el C_{pk} . El cuadro 1 contiene una descripción de los mismos.

Ambas ratios muestran la posibilidad de que cada uno de los engranajes quede encuadrado dentro de las especificaciones. Una ratio C_p o C_{pk} igual a 1 indica que la mayoría de los engranajes fabricados está dentro de lo especificado. La misma ratio inferior a 1 indica que hay demasiada variabilidad en el proceso como para que la empresa pueda estar segura que los engranajes se ajustan a las especificaciones. Una ratio superior a 1.00 indica que todos los engranajes producidos están dentro de las especificaciones.

A medida que se mejoran las ratios es mayor la cantidad de engranajes que se aproximan a la meta de 0.30 milímetros. El cuadro 2 muestra como se reduce la variabilidad a medida que aumenta el valor de Cp o Cpk.

Mejoramiento de la Calidad.

Los ingenieros piden equipos tecnológicamente avanzados porque con ellos pueden aumentar las ratios de capacidad del proceso. El problema es que estas ratios no tienen en cuenta los costos. En el pasado, algunas empresas optaban por invertir en tecnología para el mejoramiento de la calidad sin analizar las consideraciones de costo/beneficio. Hoy estas empresas tienen dificultades financieras. Estos hechos demuestran porqué resulta clave la participación de los especialistas en costos.

En la actualidad los especialistas analizan los costos de la calidad buscando el costo más bajo en calidad total.

Esto incluye la evaluación de las compensaciones y los costos de prevención (en general, costos de monitoréo, inspección y mantenimiento). A medida que aumentan los costos de evaluación y prevención, bajan los costos de la falla internas y externas.

Sin embargo, se llega a un punto en el cual los costos de evaluación y prevención más elevados sólo pueden proporcionar un ahorro mínimo en los costos resultantes de las fallas.

Una empresa puede ver si está en el punto más bajo de la curva del costo de control de calidad comparando el costo de las nuevas técnicas de evaluación y prevención con los ahorros en los costos por fallas que se espera que las técnicas generen. Dentro de este marco, el costo de un equipo tecnológicamente avanzado es un costo de prevención adicional.

La empresa estaría dispuesta a encontrar un equipo si la reducción en los costos por fallas superase al costo del equipo. Se puede utilizar una técnica de estimación de gastos de capital para evaluar una compensación costo / beneficio una vez medidos los costos por fallas.

Medición de los costos por fallas: Los costos tradicionales de las fallas internas y externas ya están registrados en el sistema contable. El problema real está en medir los costos adicionales por fallas externas resultantes de la insatisfacción del cliente.

Genichi Taguchi, ingeniero en control de calidad, desarrolló un modelo para medir este costo. Taguchi aplicó la filosofía del mejoramiento continuo de W. Edwards Deming al sector de fabricación. Observó que, cuando la medición real de un producto difería de su meta, se incurría en una pérdida por razones

de calidad. Pero, además, a medida que se duplicaba la distancia entre la medición real y la meta, se cuadruplicaba la pérdida por razones de calidad.

A partir de estas observaciones, Taguchi ideó una fórmula para estimar estas “pérdidas esperadas por razones de calidad” (Expected Quality Losses/EQL. En inglés). El cuadro 3 muestra la fórmula.

Esta fórmula de EQL puede estimar los costos por fallas externas tanto antes como después del proyecto de mejoramiento de la calidad. La diferencia entre estas mediciones indica la reducción en estos costos a partir de la implementación del proyecto de mejoramiento de la calidad.

Un ejemplo sobre conveniencia de inversión en mejoras de calidad

El fabricante produce engranajes de acuerdo con las siguientes especificaciones: un valor promedio (AVG) de 0.29 milímetros, un valor meta (T) de 0.30 milímetros, un límite superior de tolerancia (USL) de 0.40 milímetros y un límite inferior (LSL) de 0.20 milímetros. Tiene una desviación estándar (SD) de 0.04 y un Cp de 0.8333 (el Cpk es 0.7500).

La empresa utiliza un proceso especial para cometer a los engranajes a un tratamiento térmico en el interior de un horno. La capacidad para controlar la atmósfera dentro del mismo es importante para reducir la variabilidad en la penetración de la dureza del engranaje.

Para reducir dicha variabilidad, el ingeniero en control de calidad contempla la posibilidad de incorporar un nuevo horno con atmósfera controlada por computadora. Con una atmósfera de este tipo, el proceso puede alcanzar un Cp de 1.6667 (el Cpk es 1.5833). Como el nuevo horno produce un aumento en el Cp y el Cpk, el ingeniero recomienda a la compañía que compre la máquina.

Pero, ¿debe la empresa comprar el nuevo equipo?. Esto dependerá de su costo y del valor del beneficio. La máquina cuesta \$175,000.00, tiene una vida útil de tres años y produce 100,000 engranajes. El costo de capital de la empresa es de 9% y el costo de procesamiento de una devolución del cliente (r) es \$30.00. Esta información se ingresa en una plantilla de cálculos (Lotus, Excel, etc.) para obtener el valor de EQL tanto para el viejo como para el nuevo horno, y el valor actualizado de los ahorros (ver cuadro 4).

Los resultados indican que la variabilidad del proceso creada por el viejo horno redundó en pérdidas por calidad de \$ 510.000.00. La menor variabilidad del nuevo horno produce pérdidas por calidad de sólo \$127,500.00. El nuevo horno genera, entonces, un ahorro en los costos por fallas externas de \$382.500.00. Esto da por resultado un valor neto actualizado de \$ 159.122.00. En consecuencia, la empresa debería comprar el nuevo horno.

El ejemplo anterior comienza con un C_p y un C_{pk} inferior a uno, lo que indica que el proceso no está produciendo en forma continua engranajes que se ajustan a las especificaciones. Supongamos que la empresa fabrica engranajes dentro de las especificaciones, por ejemplo, un $C_p=1.1111$ ($C_{pk}=1.0000$). ¿Debería comprar el horno? La respuesta es no, porque el valor neto actualizado de los ahorros es negativo en \$ 24,317.00.

Sin embargo, si pudiera mejorarse el C_p del nuevo horno hasta llegar a 3.3333 (C_{pk} de 3.1667), el valor neto actualizado podría resultar positivo. Esto indica que los ahorros en los costos por fallas se reducen a medida que disminuye la variabilidad de la producción. Entonces, la compañía a una situación en la cual sería más conveniente, desde el punto de vista del costo, posponer la compra del nuevo horno hasta que se pueda obtener uno mejor.

Cuando las compañías deciden adoptar la filosofía del mejoramiento continuo, deben analizar las oportunidades de inversión de capital. En muchas ocasiones, el personal de control de calidad sostiene que puede mejorarse la calidad del proceso como resultado de la inversión adicional en equipos.

En este punto, los contadores deberían preguntarse si el mejoramiento es efectivo en cuanto al costo. Analizar este último factor constituye un problema porque es difícil evaluar el costo de la insatisfacción del cliente, la medición crítica del mejoramiento del producto. Sin embargo, se lo puede calcular aplicando lo expuesto. Esto debería mejorar el proceso de toma de decisiones a nivel gerencial, y también las comunicaciones entre los contadores y el personal de control de calidad.

Cuadro 1

Medición de la variabilidad del proceso productivo

Estas relaciones son utilizadas por los ingenieros en control de calidad orientados a la mejora continua para medir la variabilidad de los procesos productivos. Un resultado de C_p o C_{pk} menor a 1 indica que hay demasiada variación en lo producido.

$$C_p = \frac{USL - LSL}{6SD}$$

$$C_{pk} = \text{mínimo} \left\{ \frac{USL - AVG}{3SD} \quad \frac{AVG - LSL}{3SD} \right\}$$

USL: límite superior de la especificación.

LSL: límite inferior de la especificación.

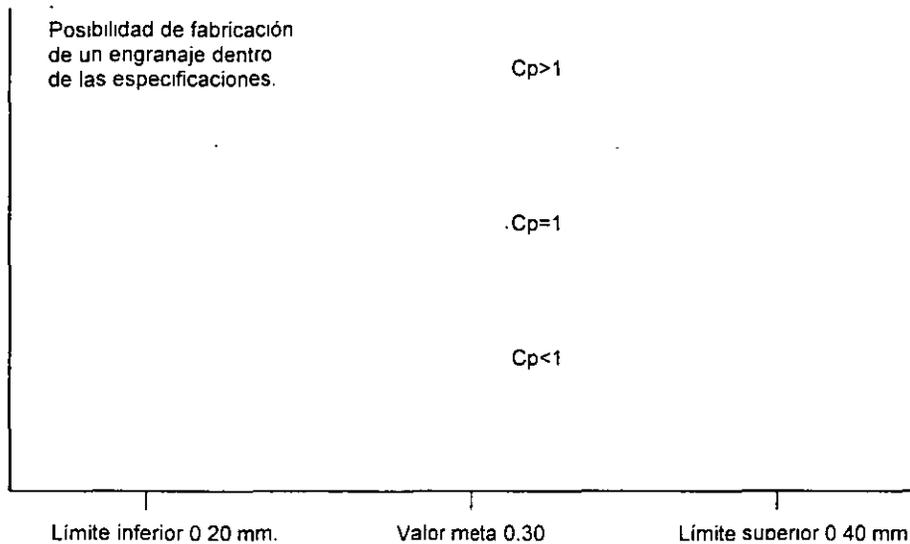
AVG: valor promedio o la media de la característica de calidad.

SD: desviación estándar de la característica de calidad.

Cuadro 2

Reducción de la variabilidad del proceso productivo a medida que aumentan C_p o C_{pk}

Como se puede ver en el siguiente diagrama, cuanto más alto es el valor de C_p o C_{pk} mayores son las posibilidades de que lo producido entre dentro de lo especificado (en el ejemplo utilizado 0.30 milímetros)



Cuadro 3

Medición de los costos por fallas de calidad.

La siguiente fórmula fue desarrollada por el ingeniero japonés Genichi Taguchi y permite calcular los costos debidos a pérdidas esperadas por razones de calidad. Se utilizan los valores de C_p y C_{pk} . Su cálculo puede verse en el cuadro 1.

$$EQL = r \left\{ \frac{1}{9} C_p^2 + (C_p - C_{pk})^2 / C_p^2 \right\}$$

EQL: es la pérdida promedio esperada por razones de no calidad (o costo por falla externa) por unidad fabricada.

R: es el costo en el que se incurre cuando un cliente rechaza el producto, y puede estimarse como el costo de procesamiento de la devolución del cliente.

Cuadro 4

Ejemplo de estimación de la conveniencia de invertir en una mejora de la calidad (incorporando el costo de insatisfacción del cliente)

En el siguiente caso, partiendo de una serie de valores previamente determinados, se calcula el ahorro que se obtendría con la inversión en una nueva instalación para mejorar la calidad.

Datos previos a utilizar:

Costo del rechazo de una pieza (r)	\$ 30.00	Costo del Capital	9.00%
Límite inferior de la especificación (en mm).	0.20	Cantidad total de piezas producidas	\$ 100,000.00
Límite superior de la especificación (en mm.).	0.40	Vida útil de la máquina (en años)	3
Valor meta (en mm).	0.30	Costo de la nueva máquina	\$ 175,000.00

Máquina	Desviación Estándar	Media del proceso	EQL o costo por pieza por falla ext.	Costo total por fallas externas (costo x n° de piezas fabricadas)	C_p	C_{pk}
A (máquina vieja)	0.04	0.290	\$ 5.10	\$ 510,000.00	0.833	0.7500
B (máquina nueva)	0.02	0.295	\$ 1.28	\$ 127,500.00	1.667	1.5833
				\$ 382,500.00		

Ahorros en los costos por fallas externas como resultado de la compra de nueva máquina	\$ 382,500.00
Valor actualizado de los ahorros	\$ 334,122.00
Valor Neto Actualizado (valor actualizado de los ahorros menos el costo de la máquina)	\$ 159,122.00

8. Bibliografía.

- a) Productividad y calidad, su medición como base del mejoramiento.
Everett E. Adam Jr., James C. Hersehauer, William a. Rauch.
Edición 1991, Editorial: Trillas.
- b) Cómo manejar el costo de la calidad.
Geannie Margavio, Thomas Margavio, Ross Fink.
Revista Gestión 5/ septiembre-octubre 1996.
- c) ¿Qué es el control total de la calidad?
Ishikawa, Kaoru.
Editorial Norma 1986.
- d) Introduction to Quality Enginnering
Taguchi, Genichi.
Chicago, American Supplier Institute Inc., 1986

9. Criterios de Evaluación.

El criterio de evaluación se basa principalmente en la elaboración de los deejercicios que en cada tema y subtema se requiere ya sea de manera individual o en equipo, deberán mantener estos documentos como parte de su evaluación, se realizaran cuestionarios cada fin de sesión (tres) de conocimiento general de los temas vistos en esa sesión. En conclusión la tabla de evaluación es la siguiente:

Actividad	Ponderación
Cuestionario cada fin de sesión (tres)	20%
Elaboración de Ejercicios	60%
Asistencia	20%

Para aprobar el Módulo deberá de obtener mínimo un 80%, y mantener una asistencia del 80%.