

# Modelo PEF de costes de la calidad como herramienta de gestión en empresas constructoras: una visión actual

## Quality costs PEF model as a management tool in construction firms: a present vision

Santos Gracia Villar\*, Luis A. Dzul López\*

\* Universidad Politécnica de Cataluña, Fundación Universitaria Iberoamericana, Barcelona, ESPAÑA  
luis.alonso.dzul@upc.edu

Fecha de recepción: 08/ 02/ 2007  
Fecha de aceptación: 15/ 03/ 2007  
PAG. 43 - 56

### Resumen

Los costes de la calidad representan una herramienta de planificación de la calidad, que permite la medición de la mejora continua. Se realizó una revisión bibliográfica y discusión de las publicaciones actuales sobre los modelos genéricos de costes de la calidad. Se observó que el modelo genérico empleado con mayor frecuencia, sigue siendo el enfoque tradicional PEF (prevención, evaluación y fallos). De esta manera, se plantea este modelo en el contexto de las empresas constructoras, como herramienta de gestión de la calidad, destacando la forma en que la gestión eficaz de estos, puede reflejarse en las utilidades y productividad de dicha empresa. De igual manera, se sugiere que los costes de la calidad pueden calcularse y ser expresados en forma contable, proporcionando un parámetro en el que podemos decidir sobre los beneficios que trae su control. El objetivo de un sistema de costes de la calidad es encontrar el nivel de calidad requerido para minimizar los costes de la calidad totales, esto dará la seguridad que dicha empresa constructora esta funcionando de manera óptima con relación a sus procesos y productos.

Palabras Clave: Gestión, costes de la calidad, modelos, empresas constructoras, industria de la construcción

### Abstract

The quality costs are a quality management tool to measure the continual improvement. It was made a bibliographical revision and discussion of present publications on the generic models of quality costs. It was observed that the most frequently used generic model, continues being traditional approach PAF (prevention, appraisal and failures). So, this model was established in a construction firm context as a quality management tool, pointing out the form in that the effective management of these can be reflected in the utilities and productivity of a construction firm. Also, is suggested that quality costs can be calculated and be recorded in a countable form, providing a parameter to decide on the benefits that its control brings. The objective of a quality costs system is to find the level of quality that minimizes total quality costs; this will give the security that the construction firm is working efficiently in relation to its processes and products.

Keywords: Management, quality costs, models, construction firms, construction industry

## 1. Introducción

La calidad en una empresa representa ciertos gastos, que no se refieren únicamente a los gastos del departamento de calidad, si es que lo tiene; estos gastos son los que se refieren a la corrección de fallas, de verificación de los procesos, de medidas que se tienen que tomar para obtener un mejor producto; actualmente a esos costes se les llama costes de la calidad (QC) y que en muchas ocasiones se convierten en un obstáculo para la consideración de implementar un futuro sistema de calidad o incluso, ya teniendo uno, dudar de sus beneficios, debido al tiempo que pasa para que se noten o aprecien los resultados. Los costes de la calidad permiten

a la gerencia de una organización, precisar las fuerzas y las debilidades de un sistema de gestión de la calidad (Ahmed et al., 2005).

La necesidad de desarrollo de herramientas que permitan medir el éxito de la gestión de la calidad en proyectos de construcción se justifica debido a que los costes de la calidad en la industria de construcción, en su totalidad, son relativamente altos, en relación a los costes totales del proyecto (Love e Irani, 2003). Aoieong et al. (2002), afirmó que debido a la complejidad de los procesos de la construcción, la medición y seguimiento de los costes de calidad es a menudo una tarea difícil.

Por otra parte, existen sólo algunas publicaciones en relación a cómo los costes de la calidad dentro de la industria de la construcción pueden ser calculados (Aoieong et al., 2002).

Low y Yeo (1998), describieron la importancia de los costes de la calidad en la industria de la construcción en relación a el alcance que pueden llegar a tener: en países como Estados Unidos de América el coste directo de reprocesos ha sido estimado en más de un 12% de los costes del proyecto, en el Reino Unido alrededor del 95% de los costes de calidad se desembolsan para cuantificar la calidad así como para estimar el coste de las fallas; por otra parte, los costes de la calidad han sido encontrados en un rango del 5 al 25% de la producción anual de una organización (Love e Irani, 2003). En el caso de la industria de la construcción, Lam et al. (1994 citado por Low y Yeo, 1998) afirmaron que los costes de la calidad estaban entre de 8 a 15 % de los costes de la construcción total, de igual manera se han registrado cifras medias del 12.4% del coste del proyecto (Aoieong et al., 2002). En países de América Latina, tal es el caso de México, varios estudios, autores y empresas señalan que los costes de calidad representan alrededor del 5 al 25 % sobre las ventas anuales (Horcasitas, 2001).

Debido a que es común que en las empresas constructoras pequeñas y medianas se desconoce los beneficios que proporcionaría un conocimiento apropiado de los costes de la calidad, no se cuenta con un sistema de gestión de la calidad; por lo que al dar una visión de los alcances benéficos del adecuado control de los costes de la calidad, se podría contar con una herramienta para que dichas empresas, incluso sin certificar el aspecto de calidad, tengan una mayor y creciente calidad en sus procesos y por consiguiente mayor productividad como empresa.

El propósito de este trabajo es destacar el empleo de esta herramienta de planificación de calidad y plantear los beneficios que conlleva su aplicación; por lo que se define el modelo de costes de calidad más empleado, a través de una revisión de publicaciones recientes y una vez realizado esto, se describe este modelo para su posterior contextualización en las actividades de una empresa constructora. En este último punto se hacen ciertos planteamientos respecto a posibles prácticas que podrían optimizar esta herramienta, tal es el caso de incluir los costes de la calidad en las cuentas contables generales.

## 2. Panorama actual de los costes de la calidad

Hasta ahora se han planteado diferentes métodos y enfoques que permiten calcular los costes de la calidad. Fueron los norteamericanos quienes primero identificaron y definieron los costes de la calidad mediante los trabajos de Juran y Feigenbaum en la década de los cincuenta (Williams et al., 1999). A partir de esos conceptos se han desarrollado diversos enfoques para calcular y controlar los QC.

Los QC son entendidos como la suma de costes de conformidad más costes de no conformidad, donde los primeros son el precio pagado por la prevención de la mala calidad generalmente (por ejemplo, la inspección y la evaluación de calidad) y el coste de la no conformidad es el coste de la mala calidad causada por el fallo del producto o servicio (por ejemplo, reelaboración y rentabilidad). Según Dale y Plunkett (1995, citados en Schifauerova y Thomson, 2006), los costes de calidad son los costes incurridos en el diseño, implementación, operación y mantenimiento de un sistema de gestión de calidad, el coste de los recursos comprometidos para la mejora continua, los costes de fallos del sistema, producto y servicio, así como todos los costes necesarios, y no valorados agregados a actividades requeridas para conseguir un producto o servicio de calidad.

La primera revisión de la literatura de los costes de la calidad fue conducida por Plunkett y Dale (1988), con un énfasis en las publicaciones de varios países que consideraron la definición y categorización de los costes de la calidad, la recolección, medición y uso de los mismos (Shah y FitzRoy, 1998). Plunkett y Dale (1988), resaltaron la necesidad de recopilar y medir los QC, como un tema central de un programa de costes de la calidad, sin embargo, la mayoría de los autores no hacen caso a este tema e inician discutiendo las aplicaciones de los datos de costes de la calidad.

Se han realizados diversas evaluaciones y análisis de la literatura referente a los QC. Williams et al., (1999) realizó un estudio sobre los QC que representó un punto importante en el análisis de las prácticas sobre los QC. En dicho estudio trató el desarrollo histórico de los costes de la calidad, las diferentes opiniones sobre las definiciones de los mismos, la recolección y el uso de los datos de los QC y una revisión a los conceptos de QC en la literatura de contabilidad; así como los costes divulgados por sociedades anónimas, grupos de la industria y la experiencia de QC por compañías individuales.

Shah y FitzRoy (1998), presentan una visión general de los QC en varios países. Los escritores llegan a la conclusión de que el concepto de reportes de datos sobre costes de la calidad, no es aceptado ampliamente por las empresas en ninguna parte del mundo. Se concentran en la recolección y la medición de las experiencias de QC y también apuntan la escasez de encuestas de coste de calidad. Aunque diversos trabajos que evalúan los modelos de QC han sido publicados, el enfoque principal es, sin embargo, el plan de Prevención - Evaluación - Fracaso (PEF). Plunkett y Dale, (1988) proponen una categorización, de todos los modelos encontrados en la literatura, en cinco grupos, tomando en cuenta su experiencia de investigación, llegando a la conclusión de que muchos de los modelos divulgados son inexactos y engañosos (Weheba y Elshennawy, 2004). Posteriormente

esta clasificación se redujo a tres categorías. Hasta finales de 2006 ninguna otra revisión de literatura que estudia modelos de QC se había encontrado (Schiffauerova y Thomson, 2006).

### 3. Revisión de modelos de QC

Schiffauerova y Thomson (2006), propusieron un resumen de los autores que estudiaron los modelos genéricos de costes de la calidad, desde la propuesta de Feigenbaum en 1956 hasta los últimos años; agrupando los diversos modelos en 5 grupos, de acuerdo a las categorías de costes o actividades manejados (Tabla 1). Dentro de un mismo grupo existen variedad de modelos propuestos.

Tabla 1. Modelos de costes de la calidad genéricos y sus categorías de costes (Schiffauerova y Thomson, 2006)

Modelo genérico	Categorías de coste/actividad	Ejemplos de publicaciones describiendo, analizando o desarrollando el modelo
Modelos de P-E-F	Prevención + Evaluación + Fallos	Feigenbaum (1956), Purgslove y Dale (1995), Merino (1988), Chang et al. (1996), Sorqvist (1997b), Plunkett y Dale (1988b), Tatikonda y Tatikonda (1996), Bottorff (1997), Israeli y Fisher (1991), Gupta y Campbell (1995), Burgess (1996), Dawes (1989), Sumanth y Arora (1992), Morse (1983), etc.
Modelo de Crosby	Conformidad + No-conformidad	Suminsky (1994) y Denton y Kowalski (1988)
Modelos de coste de oportunidad o intangible	Prevención + Evaluación + Fallos + Oportunidad	Sandoval-Chavez y Beruvides (1998), Modarres y Ansari (1987)
Modelos de Coste del proceso	Conformidad + No-conformidad + Oportunidad Tangibles + Intangibles P-E-F (Coste de fallos incluyendo costo de oportunidad) Conformidad + No-conformidad	Carr (1992), Malchi y McGurk (2001) Juran et al. (1975) Heagy (1991) Ross (1977), Marsh (1989), Goulden y Rawlins (1995) Crossfield and Dale (1990)
Modelos ABC	Valor añadido + No- valor añadido	Cooper (1988), Cooper and Kaplan (1988), Tsai (1998), Jorgenson y Enkerlin (1992), Dawes y Siff (1993) y Hester (1993)

En base a esta tabla, se presenta cronológicamente los estudios realizados en este tema, agregando un modelo propuesto por Weheba y Elshennawy en el 2004 (Tabla 2). Esto nos permite

visualizar de manera más práctica el método más estudiado y desarrollado, que permitirá establecer la base teórica para el desarrollo de este trabajo. A continuación se abordarán las ideas más relevantes de esta tabla.

Tabla 2. Evolución cronológica del análisis de los modelos de los costes de la calidad

Publicaciones analizando o desarrollando el modelo		Modelo genérico ( categorías de coste-actividad)
1950	Feigenbaum (1956)	Modelos de P-E-F(Prevención + Evaluación + Fallos)
	Juran et al. (1975)	Modelos de Coste del proceso (Tangibles + Intangibles)
1980	Ross (1977)	Modelos de Coste del proceso (Conformidad + No-conformidad)
	Morse (1983)	Modelos de P-E-F(Prevención + Evaluación + Fallos)
	Modarres y Ansari (1987)	Modelos de coste intangible (Prevención+Evaluación+Fallos+Oportunidad)
	Denton y Kowalski (1988)	Modelo de Crosby (Conformidad + No-conformidad)
	Merino (1988)	Modelos de P-E-F(Prevención + Evaluación + Fallos)
	Cooper (1988)	Modelos ABC (Valor añadido + No- valor añadido)
	Cooper y Kaplan (1988)	Modelos ABC (Valor añadido + No- valor añadido)
	Plunkett y Dale (1988b)	Modelos de P-E-F(Prevención + Evaluación + Fallos)
1990	Dawes (1989)	Modelos de P-E-F(Prevención + Evaluación + Fallos)
	Marsh (1989)	Modelos de Coste del proceso (Conformidad + No-conformidad)
	Crossfield y Dale (1990)	Modelos de Coste del proceso (Conformidad + No-conformidad)
	Heagy (1991)	Modelos de Coste del proceso (P-E-F, coste de fallos incluyendo costo de oportunidad)
	Israeli y Fisher (1991)	Modelos de P-E-F(Prevención + Evaluación + Fallos)
	Sumanth y Arora (1992)	Modelo de Crosby (Conformidad + No-conformidad)
	Carr (1992)	Modelo de Crosby (Conformidad + No-conformidad)
	Jorgenson y Enkerlin (1992)	Modelos ABC (Valor añadido + No- valor añadido)
	Dawes y Siff (1993)	Modelos ABC (Valor añadido + No- valor añadido)
	Hester (1993)	Modelos ABC (Valor añadido + No- valor añadido)
	Suminsky (1994)	Modelos de P-E-F(Prevención + Evaluación + Fallos)
	Purglove y Dale (1995)	Modelos de P-E-F(Prevención + Evaluación + Fallos)
	Gupta y Campbell (1995)	Modelos de P-E-F(Prevención + Evaluación + Fallos)
	Goulden y Rawlins (1995)	Modelos de Coste del proceso (Conformidad + No-conformidad)
	Chang et al. (1996)	Modelos de P-E-F(Prevención + Evaluación + Fallos)
	Burgess (1996)	Modelos de P-E-F(Prevención + Evaluación + Fallos)
	Tatikonda y Tatikonda (1996)	Modelos de P-E-F(Prevención + Evaluación + Fallos)
	Sorqvist (1997b)	Modelos de P-E-F(Prevención + Evaluación + Fallos)
	Bottorff (1997)	Modelos de P-E-F(Prevención + Evaluación + Fallos)
	2000	Sandoval-Chavez y Beruvides (1998)
Tsai (1998)		Modelos ABC (Valor añadido + No- valor añadido)
Malchi y McGurk (2001)		Modelos de Coste del proceso(Conformidad + No-conformidad + Oportunidad)
Weheba y Elshennawy(2004)		Valor del proceso de mejora (Costes reactivos + Costes proactivos)

La mayoría de los modelos de QC están basados en la clasificación de costes de prevención, costes de evaluación y costes de fallos (PEF). Esta categorización de costes de la calidad es la más aceptada y fue desarrollada por Armand Feigenbaum (1994): costes de prevención, evaluación y fallos (internos y externos). Los costes de prevención son los destinados a las actividades encargadas de asegurar la calidad del producto o servicio y los costes de evaluación aquellos destinados a medir el nivel de la calidad conseguido en el proceso; por otra parte los costes de fallos son aquellos derivados por la falta de calidad en productos o servicios antes de (internos) o después de ser entregados (externos) al cliente. Posteriormente fue redefinido por Juran, en relación a sus interacciones; considerando que a mayor inversión en prevención y evaluación disminuyen los costes de fallos.

El objetivo de un sistema de costes de la calidad

es encontrar el nivel de calidad que minimice el coste de la calidad total. El esquema PEF de Feigenbaum y Juran ha sido adoptado por la American Society for Quality Control y por el British Standard Institute, que ha desarrollado dos normas, una que describe el método PEF(BS 6143, 1992, Part 2. "Guide to the economics of quality: Prevention, Appraisal and Failure Model") y el método de coste de proceso (Norma BS 6143, 1992 Part 1. "Guide to the economics of quality: Process Cost Model"). Sin embargo, el enfoque PEF fue objetado y se ha propuesto un esquema que considera el concepto de cero defectos, ya que el primero considera un coste infinito para llegar a la perfección, en contraste con el modelo moderno que considera que no se justifica tanta inversión en prevención (Schiffauerova y Thomson, 2006). En la Figura 1 se muestra estos dos esquemas.

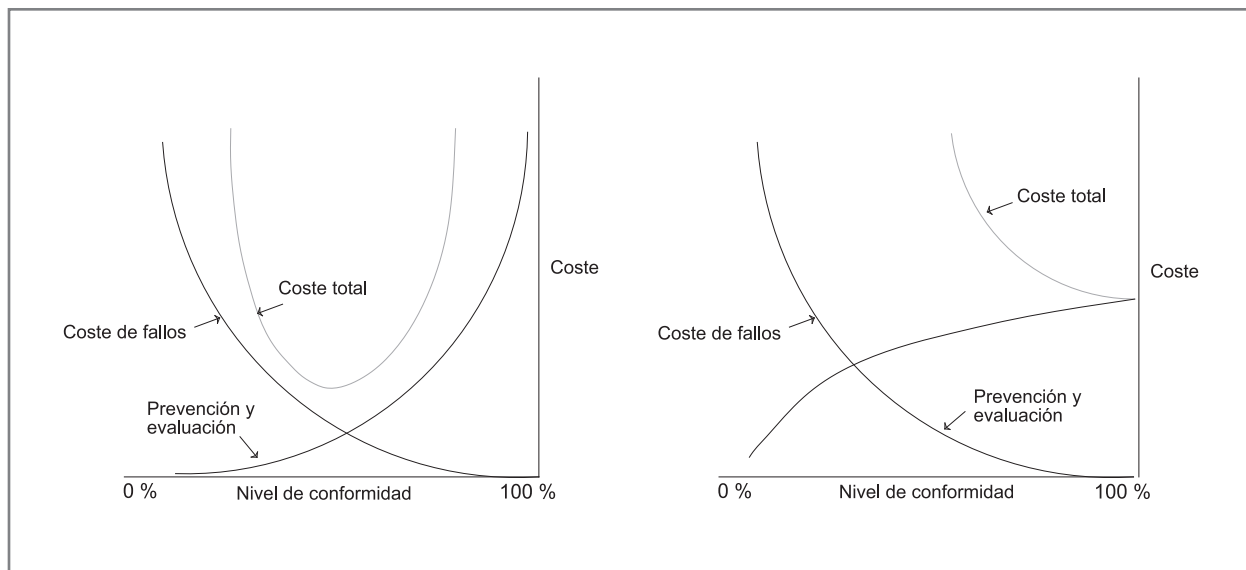


Figura 1. Opinión clásica (arriba) y moderna (abajo) de los costes de la calidad. (Weheba y Elshennawy, 2004)

Las categorías de coste del modelo de Crosby (1991) son similares al esquema PEF, empleando solamente una terminología diferente. Su enfoque fue definir la calidad como la conformidad de requisitos y consideró los costes de la calidad como la suma del coste de la conformidad y el coste de la no conformidad. El precio de la conformidad es el coste necesario para asegurar que las cosas se hacen bien la primera vez (prevención y evaluación), y el coste de la no conformidad es el dinero malgastado cuando el trabajo deja de ajustarse a los requisitos del cliente (corregir, arreglar o eliminar).

Como se puede observar en la Tabla 2, los costes intangibles y de oportunidad se han enfatizado en los últimos años. Los costes intangibles son costes que pueden ser solamente calculados como beneficios no ganados debido a clientes perdidos y reducción en ingresos debido a no conformidad de requisitos. Dichos costes se han incluido en los costes de calidad del enfoque tradicional PEF. Definen el coste total de la calidad como el ingreso perdido y la ganancia no obtenida. Los costes de la calidad son definidos en tres categorías: el coste de la conformidad, el coste de la no conformidad y el coste de la oportunidad desperdiciada. El modelo de coste de proceso se concentra en el proceso, en vez del producto o servicio. El coste de proceso es el coste total de la conformidad y la no conformidad para un proceso particular. El coste de la conformidad es el coste del proceso real de producir productos o servicios a la primera vez de acuerdo a normas requeridas por un proceso específico en particular, mientras que el coste de la no conformidad es el coste de fallo asociado con el proceso no ejecutado de acuerdo a las normas requeridas.

(Sandoval y Beruvides 1998, citados en Schiffauerova y Thomson 2006).

En general los métodos de medición de los costes de la calidad están orientados a la actividad/proceso, la contabilidad de costes tradicional establece cuentas de costes para las categorías de gastos en lugar de actividades. Por lo tanto, muchos elementos de los QC tienen que ser calculados o coleccionados por otros métodos. Dichas deficiencias pueden ser fácilmente superadas bajo un sistema de coste ABC, Costes Basados en Actividades (Tsai, 1998). Es un enfoque alternativo que puede ser usado para identificar, cuantificar y asignar costes de la calidad entre productos, y por lo tanto, ayuda a gestionar los costes de la calidad más eficazmente. De esta manera Tsai (1998) propone un marco integrado de Costes de la calidad-ABC, en que los sistemas de ABC y costes de la calidad son fusionados y comparten una base de datos común para proporcionar información no financiera y de varios costes para las técnicas de gestión relacionadas. El objetivo a largo plazo de sistemas ABC es eliminar las actividades adicionales no valoradas y constantemente mejorar procesos y actividades.

Se han propuestos otros métodos para recopilar costes de la calidad y establecer un sistema eficiente de cálculo de los mismos (Schiffauerova y Thomson, 2006). Recientemente, Weheba y Elshennawy (2004), de nuevo abordaron la discrepancia entre el modelo clásico y moderno del enfoque PEF. Propusieron un nuevo modelo para el coste de la calidad, que considera el valor de la mejora de proceso continua en la realización de la operación económica. El modelo se desarrolla para incorporar dos funciones de coste. El primer considera

los costes incurridos relacionados a la calidad, mientras se mantiene un nivel estable de la operación, mientras que el segundo considera el coste de la mejora del proceso. De igual manera, existen publicaciones más recientes sobre aplicaciones de modelos genéricos de costes de la calidad, tales como Barber et al. (2000), Ronden y Dale (2000), Ronden y Dale (2001), y Love y Sohal (2003); en los cuales se resalta la importancia de su aplicación y beneficios para la industria de la construcción, cuya naturaleza de procesos no lineal, hacen de la medición de costes de la calidad, un tema a desarrollar.

En base a la revisión anterior, podemos observar que el modelo tradicional PEF ha sido el más empleado por las empresas. Del mismo existen diferentes enfoques, los que a su vez varían de empresa a empresa, por lo que el presente trabajo pretende proporcionar elementos que contribuyan a un entendimiento general y práctico de la gestión de los costes de la calidad. A través del modelo PEF y la importancia de centrar los costes de la calidad en un sistema contable general de la empresa constructora, con la creación de cuentas específicas y de esta manera poder gestionarlos de una manera más práctica. Otro aspecto importante en suponer es que al registrarse en forma contable, nos puede dar una medida del éxito con que se desarrolla el aseguramiento de la calidad, ya que mientras más disminuyan nuestros costes de incumplimientos y los de cumplimientos de requisitos se mantengan a un nivel adecuado, nos dará la seguridad que dicha empresa esta funcionando de manera óptima con relación a sus procesos y productos.

## 4. Modelo PEF en empresas constructoras

Hasta ahora se han descrito de manera general los diferentes métodos y enfoques que permiten calcular los costes de la calidad. Como se ha comentado anteriormente, el modelo clásico PEF, ha sido el más implementado en la práctica; por lo que se describirá de manera más detallada y puntual.

El coste de la calidad se define como el coste incurrido para ayudar al empleado a que haga bien el trabajo todas las veces y los costes para determinar si la producción es aceptable, más cualquier costo en que incurre la empresa y el cliente porque la producción no cumplió las especificaciones o las expectativas del cliente. A continuación se presenta una clasificación de los costes

de la calidad (Harrington, 1990) o llamados también de mala calidad:

I.- Costes directos de la calidad: Estos costes, llamados costes directos de calidad, son los que mejor se comprenden y se utilizan tradicionalmente por la gerencia para dirigir el negocio.

- Costes de control de la calidad: Costes de prevención y Costes de evaluación
- Costes resultantes de la no calidad: Costes de fallas internas y Costes de fallas externas

II.- Costes indirectos de la calidad: Harrington (1990), los define como aquellos costes que no se miden directamente en la contabilidad convencional de la empresa, pero forman parte de los costes de calidad del ciclo de vida del producto. Constan de tres categorías importantes: costes en que incurre el cliente, costes de la insatisfacción del cliente, costes de la pérdida de reputación.

### 4.1 Costes directos de la calidad

El presente artículo se enfoca a los costes directos de la calidad, los cuales se pueden registrar en la contabilidad de la empresa y se pueden verificar por los contadores de la misma. Los cuales ahora en adelante se llamarán por simplicidad Costes de la Calidad. Los cuales abarcan dos tipos principales de desembolsos: Costes de control de la calidad y Costes resultantes de la no calidad.

#### 4.1.1 Costes de control de la calidad

Feigenbaum (1994), los definió como aquellos sobre los que la dirección tiene control directo para asegurarse de que sólo los productos y servicios aceptables se remitan al mismo. Estos su vez se dividen en costes de prevención y costes de evaluación.

Costes de prevención: Son el coste de todas las actividades llevadas a cabo para evitar defectos en el diseño y desarrollo; en las compras de insumos, equipos, instalaciones y materiales; en la mano de obra, y en otros aspectos del inicio y creación de un producto o servicio. Tales como: planeación de la calidad, control de procesos, diseño y construcción del equipo de información de calidad, entre otros.

Costes de evaluación: Los costes de evaluación se refieren al resultado de la evaluación de la producción ya acabada y la auditoría del proceso para medir la conformidad con los criterios, especificaciones y procedimientos establecidos; es decir, los costes de evaluación son todos los gastos para determinar si una actividad se realizó bien todas las veces: inspección y pruebas de materiales comprados, pruebas de aceptación en laboratorio, inspección, pruebas, comprobación de uso de mano de obra, entre otros.

#### 4.1.2 Costes resultantes de la no calidad

Incluyen todos los costes en que incurre una empresa que son consecuencias de los errores, es decir, todo el dinero que gasta la empresa porque las cosas no se hicieron bien a la primera vez, (Feigenbaum, 1994). Se clasifican:

Costes de fallas internas: Los costes de fallas internas se refieren a los costes en que incurren las empresas como consecuencia de los errores detectados antes de que la producción sea aceptada por los clientes. Algunos ejemplos: desperdicios, repetición del trabajo, costes por suministro de materiales, cien por cien de la inspección de clasificación, pérdidas evitables en el proceso, reducción de precios, entre otros.

Costes de fallas externas: Los costes de fallas externas se deben a que el producto o servicio entregado al cliente, es inaceptable. Costes típicos de fallas externas se enuncian a continuación: quejas dentro de la garantía, quejas fuera de garantía, servicio al producto, responsabilidad legal del producto, retiro del producto, rebajas, entre otros.

En la Figura 2, se plantea la relación existente entre los costes mencionados. Podemos observar que en el lado izquierdo de la curva, el costo controlable de calidad es muy bajo. Esto hace que el costo de calidad resultante sea muy alto, ya que se gasta poco dinero en la prevención de errores o en su detección antes de llegar al cliente. Si aumentan los costes de calidad controlables, disminuye el costo resultante porque se cometen menos errores y se detectan más, antes de que la producción se expida al cliente. En la parte derecha de la curva el costo controlable de calidad está significativamente aumentado, hay una disminución despreciable del costo resultante porque el incremento del costo de calidad controlable se hace cada vez menos eficaz.

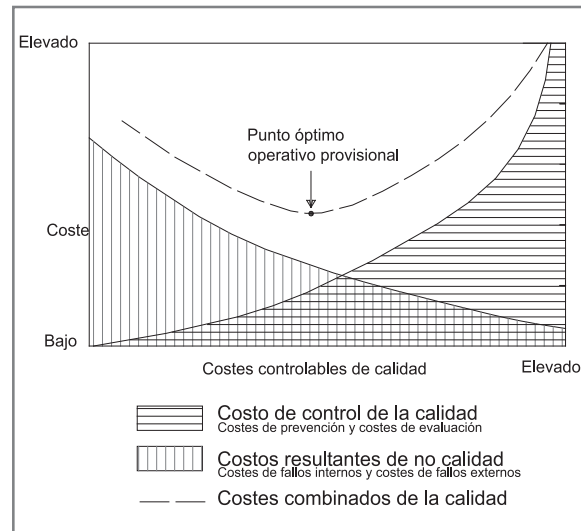


Figura 2. Variación de los costes controlables de la calidad. (Harrington, 1990)

Al sumar las curvas de los costes controlables y resultantes, nos da como resultado una nueva curva; dicha curva muestra los costes que resultan de la interacción entre el costo controlable y el resultante. De esta manera, un sistema eficaz de calidad debería operar en el punto de la curva llamado punto óptimo operativo provisional. Este punto representa el costo total de calidad mínimo y el rendimiento de la inversión es máximo en este punto para un momento determinado.

El término punto óptimo operativo provisional, se refiere a que es el punto óptimo para un conjunto de condiciones solamente y debería cambiar conforme el proceso de mejora disminuye el nivel de errores; inclusive cambiaría considerando los costes indirectos de calidad antes mencionados. El costo de calidad durante un periodo de tiempo cualquiera se puede ilustrar con un gráfico de barras sencillo (Figura 3), de esta manera el gráfico representa el costo total de la calidad.

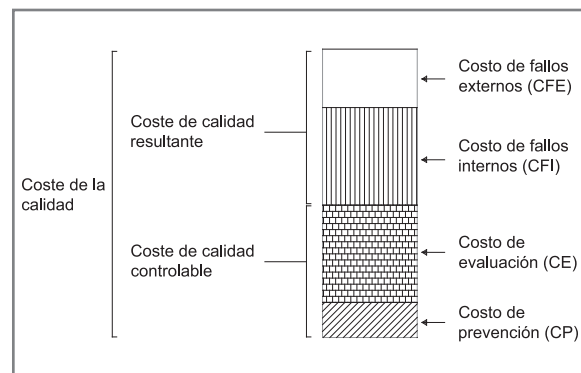


Figura 3. Coste directo total de la calidad en un periodo de tiempo cualquiera

El cambio de los costes de calidad en el tiempo, se puede entender con una serie de gráficos de barras, que reflejan diferentes periodos de tiempo, tal como se puede observar en la Figura 4. Esto proporciona un medio de modificar los factores controlables y de medir su impacto sobre el sistema de los costes totales de calidad.

La diferencia que existe entre los periodos de tiempo A y B es que en B hay más desembolsos por prevención y menos costes de evaluación. Debido a esto, el costo directo total de calidad disminuyó durante el segundo periodo de tiempo; durante el periodo C, el costo de evaluación se incrementó con respecto al periodo B, lo que dio como resultado una reducción del costo de los errores externos mayor que el incremento del costo de los errores internos, haciendo que el costo de calidad

total disminuyera.

En un periodo D posterior, si los costes de evaluación y prevención se siguen incrementando, hasta obtener errores inherentes a los procesos, el costo directo total de calidad disminuiría aun más. En cambio si en el periodo D, el costo de evaluación se redujo a un nivel más bajo y disminuyó los errores internos, pero incrementó grandemente el costo de los errores externos, trayendo como consecuencia un incremento del costo total de calidad, Figura 5.

Generalmente, el costo de calidad resultante disminuirá al ir aumentando los costes de calidad controlables y la disminución puede ser superior o inferior al cambio del costo de calidad controlable, dependiendo del nivel de sofisticación del sistema previo de calidad.

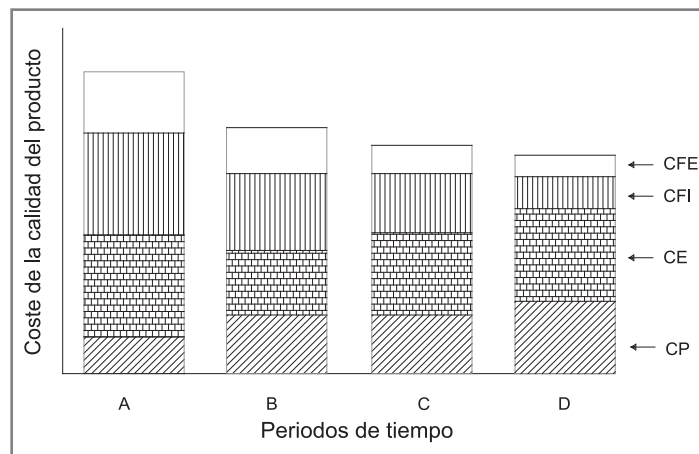


Figura 4. Efecto de la modificación de los costes controlables de calidad en un mismo producto

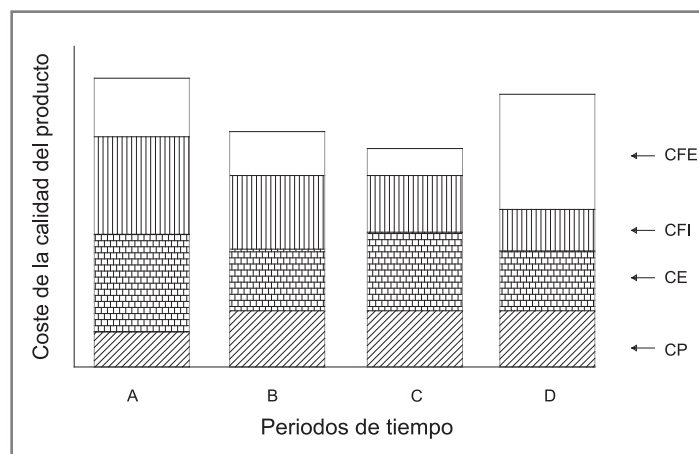


Figura 5. Efecto de la modificación de los costes controlables de calidad en un mismo producto con una falta de consistencia en el proceso



## 5. Cálculo tradicional de los costes en empresas constructoras

Toda empresa tiene un sistema de contabilidad, es decir, un medio para resumir, analizar y presentar, en signos monetarios, toda la información relativa al negocio y que en contabilidad se usan para resumir toda esta información, las cuentas donde se registran todos los aumentos y disminuciones que afectan directa o indirectamente el capital de la empresa.

La contabilidad de costes se enfoca a la vigilancia y al control del efectivo que fluye hacia y a través de las cuentas de costes de los proyectos, que son las que han de administrarse. La presupuestación y el control de costes están estrechamente relacionados y uno se construye sobre el otro. Ambos se afinan a la medida en que van integrándose los datos de campo y la experiencia de campo.

Generalmente las empresas almacenan la información obtenida en los proyectos, para usarla en el estimado de costes de nuevos proyectos. Típicamente se almacenan los datos en la computadora de manera que se puedan localizar y utilizarse para presupuestos de proyectos futuros. El sistema de contabilidad de costes realiza así la doble función de permitir el control de las obras en proceso mediante el análisis de variaciones y la de proporcionar datos de manera ordenada para futuros proyectos. Esto que se hace actualmente, no nos proporciona los elementos suficientes para realizar el registro y seguimiento de los costes de la calidad. Por lo tanto se necesita adaptar el catálogo de cuentas del estado de resultados que las empresas usan tradicionalmente, para obtener la información que se necesita para la gestión de los costes de la calidad.

No existe duda de que la incorporación en la gestión de la empresa constructora de modelos tales como TQM, ISO 9000 u otros que apunten a la satisfacción del cliente, cumplimiento de especificaciones y mejora de la eficiencia en la gestión a través de la calidad, generan un conjunto de beneficios largamente publicitados. Algunas empresas incluso han llegado a valorizar y cuantificar estos beneficios tomando variados caminos, lo que ha representado un verdadero desafío, ya que desde la definición de calidad cuesta encontrar conceptos claros. En este marco se enfrentan dos disciplinas que han evolucionado por caminos al menos paralelos: el Control de Calidad y la Contabilidad.

Por su parte la contabilidad preocupada anteriormente por el registro histórico de transacciones no aportaba las herramientas, hasta que empezaron a surgir otras técnicas como la Contabilidad de Gestión y

la Contabilidad de Costes con el Activity Based Costing (ABC). Los Costes ABC se han desarrollado en el campo de la gestión como una acertada forma de asignar y distribuir los costes de estructura, directos e indirectos a los productos elaborados.

Son las actividades justamente el punto de encuentro de estas dos disciplinas. Los Sistemas de Gestión de Calidad (SGC) permiten que las actividades, que en su conjunto representan los procesos, sean controladas y mejoradas con el objetivo de satisfacer al cliente, e indican que estas actividades si no son controladas producen productos no conformes y obligan la aplicación de acciones correctivas y preventivas, tal como lo establecen los requisitos del punto 8 de la norma ISO 9001:2000 (ISO 9001:2000, 2001). Los SGC cuantifican esas actividades no conformes y el Sistema Contable empleado los valora, para finalmente ser presentado como estado de resultados de costes de la calidad.

## 6. Necesidades y requisitos de diseño de un sistema de costes de la calidad (SCC)

En la implementación de un SGC, la evaluación de costes de la calidad justifica la necesidad de incorporar en la empresa un Sistema de Costes de la Calidad (SCC). El desarrollo del SCC, puede exigir un conocimiento general en Principios de Contabilidad Generalmente Aceptados, en Sistemas de Contabilidad de Costes, en Gestión de Procesos y Gestión de Calidad para la persona que va a realizar el desarrollo. A esto hay que agregar el pre-armado de herramientas tipo, como formularios, listas de chequeo, diagramas e instructivos para el levantamiento de información, (Harrington, 1990).

De acuerdo a Harrington (1990), el desarrollo genérico del SCC sigue las siguientes etapas:

- a. Identificación general del sistema de gestión contable y de calidad de la empresa
- b. Definición alcance del SCC
- c. Identificación de procesos y productos
- d. Identificación de costes, centros de costes y recursos que se consumen
- e. Caracterización de actividades-no conformes tipo
- f. Implementación de un sistema de medición y seguimiento de los Costes de la Calidad (CC).
- g. Cuantificación de CC

- h. Valorización de CC
- i. Análisis de SCC
- j. Presentación de Informe de SCC
- k. Presentación de Planes para reducir CC.

Analizar los costes de la calidad es fundamental para verificar la marcha del sistema implementado. Deben ser posibles de identificar dentro del catálogo de cuentas de la empresa (aunque no es exigible en la norma ISO 9001). Toda organización que piense lograr utilidades en el negocio de la construcción deberían identificar cuales serán sus Costes Directos de la Calidad en el desarrollo del ciclo de vida del proyecto, Figura 6.

Ciclo de vida del proyecto			
Ingeniería del proyecto	Ejecución de obra	Periodo de prueba y entrega	Vida útil, producto de la construcción
CP CE	CP, CE CFE, CFI	CP, CE CFE, CFI	CP CE
Costes de Prevención (CP), Costes de Evaluación (CE) Costes de Fallos Internos (CFI), Costes de Fallos Externos (CFE)			

Figura 6. Identificación de los costes directos de la calidad

Parecería lógico que un estudio sobre los costes de la calidad debería ser hecho por un contador, pero en la práctica se presenta otra situación. Un gerente de calidad estudia el concepto de los costes de la calidad y habla con el contador acerca de cómo realizar el estudio. El contador da cifras sobre rechazos, reprocesos

y otros costes, pero no se le puede convencer de que tome la iniciativa para preparar y definir una lista completa de costes, recopilando los datos. Ante esto, para decidir quien debería realizar el estudio de los costes de la calidad, el enfoque apropiado es aquel en el que se obtenga resultados útiles para la administración de la empresa.

### 6.1 Recopilación de los costes de la calidad

Establecido el equipo y procedimiento a seguir en el estudio de los costes, viene el problema de cómo obtener las cifras. Existen algunas técnicas para calcular de los costes, (Juran et al., 1996). Entre las más importantes están: Partidas contables, Precio por persona, Mano de obra asignada, Precio por defecto, entre otros. Gran parte de la información para el estudio de los costes de calidad se encuentran en los registros actuales de la empresa; todo lo que se necesita es saber donde buscar.

Juran y Gryna (1996), recomiendan que en las primeras etapas, una estimación inicial sería adecuada, ya que requeriría menos trabajo y proporciona respuestas en mucho menos tiempo. Una aproximación hipotética, como se muestra en la tabla 3, podría ser realizada por el contador de la empresa o por el departamento de calidad de la misma, sin tener experiencia propia con los costes de la calidad.

El objeto de esta valoración inicial debería consistir en acumular la cifra total de los costes de mala calidad, no en dar una imagen detallada de cómo se distribuye entre las categorías del mismo.

Tabla 3. Estimación inicial de los costes de la calidad. (Basado en Juran et al., 1996)

	Coste(\$)	Porcentaje
<b>1. Costes de fallas-pérdidas</b>		
a. Existencias defectuosas	3760	0.37
b. Reparación de defectos	73229	8.31
c. Recogida de rechazos	2288	0.26
d. Desperdicios	187428	21.26
e. Multas por atrasos	408200	46.31
f. Rebajas de precios	22838	2.59
g. Errores de facturación	<i>No se conocen</i>	
h. Política de indemnización a los clientes	<i>No se conocen</i>	
Total	\$697259	79.10%
<b>2. Costes de evaluación</b>		
a. Verificación de entrada	32655	2.68
b. Verificación 1	32582	3.7
c. Verificación 2	25200	2.86
d. Inspección puntual	65910	7.37
Total	\$147347	16.61%
<b>3. Costes de prevención</b>		
a. Ingeniería de control de la calidad de la planta local	7848	0.80
b. Ingeniería de control de la calidad de la empresa	30000	3.40
Total	\$37848	4.29%
Gran total	\$882454	100.0%



## 7. Modelo general de distribución de los costes de la calidad en el contexto de los costes de la empresa constructora

En términos generales, los costes totales de los productos o servicios que vende una empresa constructora, se agrupan tal como se muestra en la Figura 7.

De esta manera se propone el siguiente modelo, tomando en cuenta los conceptos planteados relativos a la Gestión de los Costes de la Calidad y la forma en que generalmente gestionan las empresas constructoras sus costes. Se propone agrupar los costes totales, para una identificación eficaz de los costes de la calidad y lleva a cabo una correcta gestión de los mismos. Los costes se pueden agrupar en dos grandes rubros, en función de la no calidad y de los responsables de ella:

Costes normales sin anomalías. Son los que cumplen los requisitos de consumo y servicios contratados por el cliente en su pedido, y que están dentro de los parámetros estándares establecidos por la empresa como aceptables (costes de materiales, costes de mano de obra, costes de maquinaria y equipo, subcontratos). Es conveniente incluir en estos estándares un cierto margen de maniobra para la no calidad aceptable, convenientemente controlado, ya que no existe el proceso perfecto. Cada empresa determina su propio margen óptimo posible de competitividad técnica y humana, en función de su calidad y de su grado.

Costes resultantes de la no calidad. Como se menciona con anterioridad, incluyen los costes en que incurre una empresa constructora, en este caso, como consecuencias de los errores, es decir, todo el dinero que gasta la empresa porque las cosas no se hicieron bien a la primera vez. Se les llama resultantes porque están directamente relacionados con las decisiones que toman los directivos dentro de la categoría de costes controlables.

Si se aplica en la empresa algún sistema de gestión de la calidad o si se requiere certificar la empresa según las normas ISO 9000, es necesario crear un sistema de control de costes de la calidad en el que se identifiquen, claramente, las causas y sus responsables. En particular, cuando se aplican las medidas correctoras, esta información es de una importancia definitiva. Se distinguen dos consecuencias inmediatas:

- 1) Permite conocer el verdadero alcance de los problemas y medir el resultado de las soluciones con gran precisión.
- 2) Evita las discusiones apoyadas en criterios subjetivos, lo cual permite concentrar la atención en la búsqueda de las medidas preventivas y estimula la creatividad del grupo en la mejora continua de la organización.

Por lo anterior, la identificación de los Costes de la Calidad resulta clara y eficaz dentro del contexto general de gestión de costes de la empresa constructora, tal como se muestra en la Figura 8.

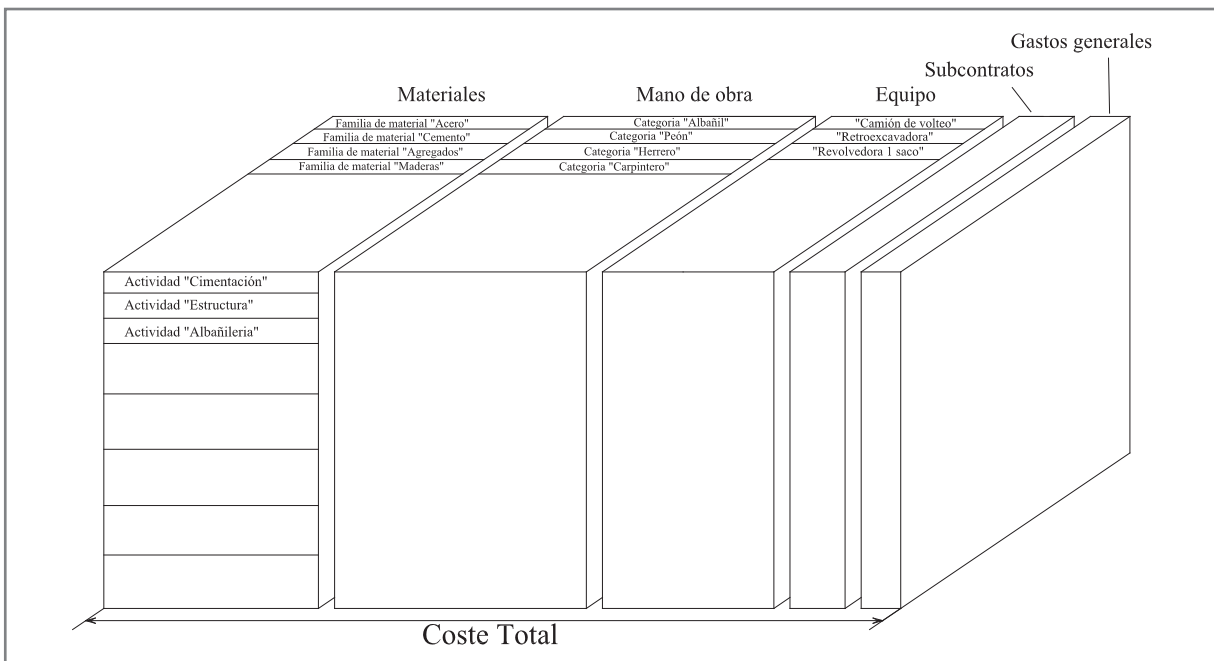


Figura 7. Contexto general de costes en una empresa constructora

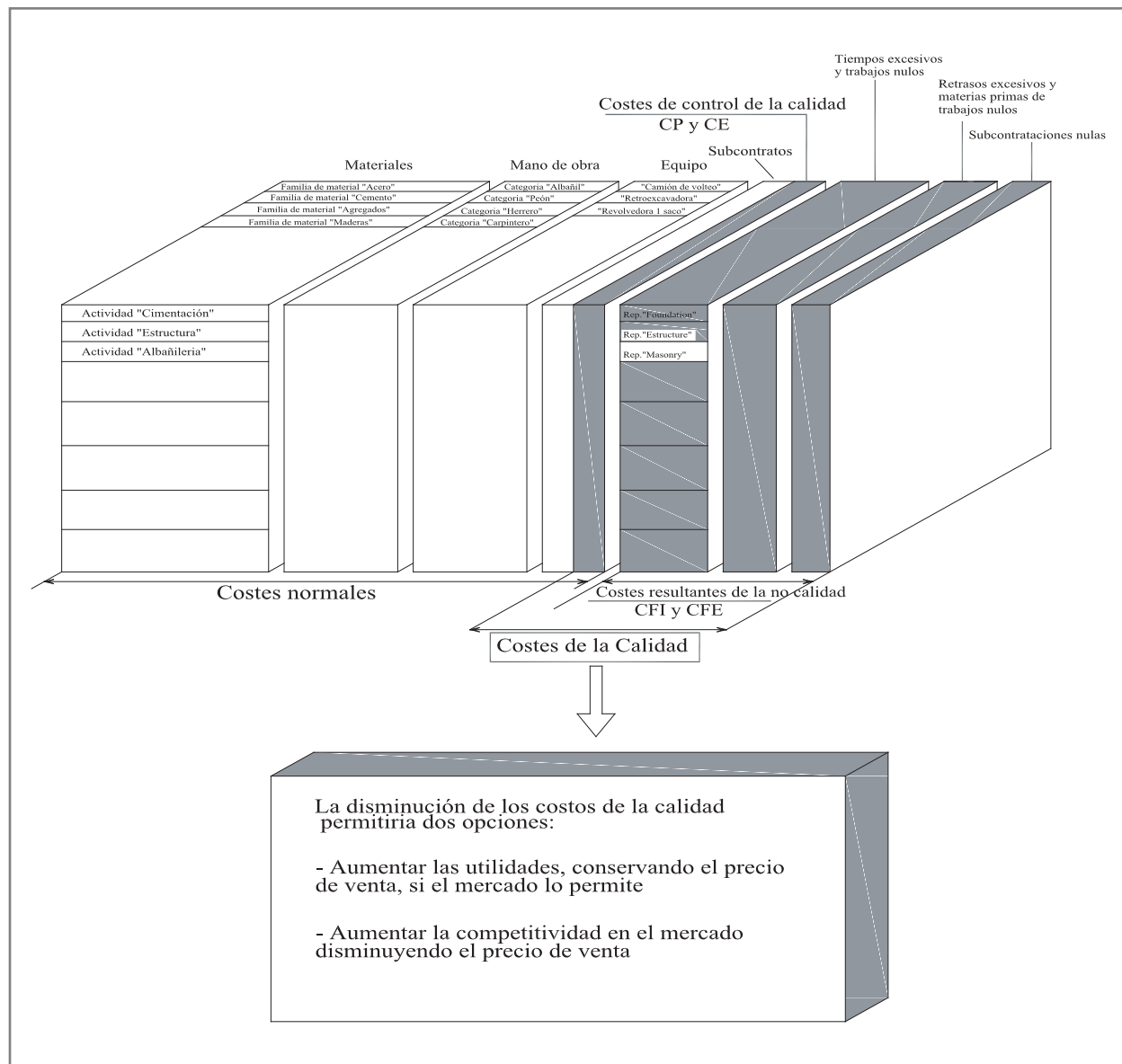


Figura 8. Distribución de los costes normales y de los costes de la calidad

## 8. Informe de los costes de la calidad

Los resultados pueden producir un sorprendente impacto en la dirección de la empresa, si la presentación muestra el monto total de los costes e identifica las áreas a mejorar. Schiffauerova y Thomson (2006) sugieren que las cifras de los costes de la calidad deben ser detalladas y globales. Sin embargo, la cifra más importante en un estudio de costes de la calidad sería la del monto total. Se propone que las relaciones que producirían mayor impacto en la gerencia de las empresas, serían las siguientes:

1. Los costes de la calidad con respecto a los porcentajes de las ventas.

2. Comparación de los costes de la calidad con las utilidades.

Al presentar los resultados de los estudios de costes han de estar preparados para emprender las acciones y reducir los costes de la no calidad. En la mayoría de las empresas se sigue el esquema de que a medida que crecen los defectos se reacciona aumentando la inspección. Este enfoque falla porque generalmente no elimina las causas de los defectos, es decir, detecta pero no previene. Para conseguir una significativa y duradera reducción de costes se requiere de un proceso estructurado de ataque a las principales fuentes de pérdidas. Independientemente del tipo de informe que se elija para los costes de la calidad, existen elementos

necesarios a considerar en su elaboración: formato, frecuencia, distribución y responsabilidad de la publicación.

Para la elaboración de los informes de los costes de la calidad sería necesaria la identificación de las cuentas relacionadas a la calidad; dichas cuentas deberán tener su origen desde las cuentas consideradas en el costo directo e indirecto de las obras. Por lo que un aspecto importante, es la adecuada planeación de su consideración desde la residencia de la obra. A continuación se presentan algunas de las cuentas consideradas dentro de los costes directos de proyectos y obras:

- Grupos: Costo directo de estudios y proyectos, Costo directo de obras a precio alzado, Costo directo de obras y trabajos especiales, Costo directo de obras propias, Dirección de obras, etc.

Las cuentas anteriores están formadas por subgrupos de cuentas, entre los que se encuentran:

- Subgrupos: Materiales, Mano de obra, Liquidaciones de contratistas, Sueldos y honorarios administrativos directos, Fletes pagados, Depreciación de maquinaria y equipo, Consumo y reposición de herramientas, Impuestos, derechos, licencias, Cargos generales, etc.

De esta manera, se propone que la ubicación de las cuentas relacionadas a la calidad estaría en un nivel que permitiría su identificación y utilización, de forma organizada y ordenada; para que de esta forma se dispusiera de ellas los departamentos de contabilidad y calidad. La Figura 9 representa en forma gráfica los conceptos anteriormente mencionados.

- Sub-subgrupos:
  - a) Costes relacionados con la calidad (costes de la calidad: fallas internas y externas)
  - b) Costes no relacionados con la calidad.

Algunos costes de la calidad se podrían incluir dentro de gastos de operación general; dichos gastos se refieren a los de prevención y control de la calidad, ya que estarían incluidos dentro de sueldos y prestaciones. Se propone tener una categoría de costes relacionados con la calidad, dentro de las cuentas consideradas en los catálogos de las empresas constructoras. Dichas cuentas se considerarían subgrupos de cuentas ya constituidas, con el fin de tener como base el sistema contable ya establecido. Es decir, tener cuentas relacionadas ya con la calidad, facilitando de esta forma, su clasificación y su posterior utilización como herramienta gerencial.

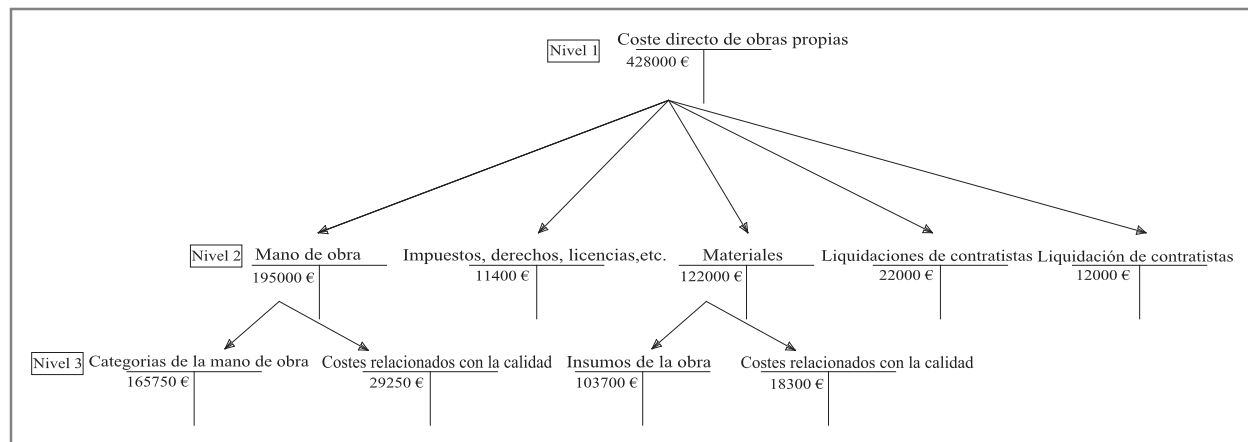


Figura 9. Localización de cuentas relacionadas a los costes de la calidad dentro de las cuentas normales de la empresa

## 9. Conclusiones

El control de los costes de calidad proporciona una herramienta eficaz para cambiar la manera en que la dirección y los empleados piensan sobre los errores. A continuación se enuncian algunos puntos que el control y manejo adecuado de los costes de calidad, puede proporcionar a la empresa constructora. En base a todos los aspectos planteados en el desarrollo del artículo se llegó a las siguientes conclusiones:

- La teoría sobre costes de la calidad está bien documentada y un sistema de costes de la calidad debería usarse como herramienta para ayudar a la dirección a orientar las actividades actuales y planificar el futuro. Proporciona una herramienta que ayuda a cuantificar la eficiencia y eficacia de las actividades pasadas, proporcionando datos que se pueden analizar para poner de relieve las áreas con problemas importantes.
- Es mucho mejor invertir en el establecimiento de un

sistema de costes de calidad e instalar un proceso de mejora que invertir en una nueva instalación, equipo o mano de obra para incrementar la producción.

- La reducción de los costes de calidad tiene la ventaja de lograr calidad, lo que incrementará la demanda de los bienes o servicios de la empresa, logrando mayor participación en el mercado. Lo bueno de la reducción de los costes de calidad es que ganan ambos, los clientes y la empresa.
- Si se aplica un sistema de gestión de la calidad en la empresa, con o sin certificación, o si se requiere certificar la empresa según las normas ISO 9000, es indispensable crear un sistema de costes de la calidad, para poder observar los beneficios del sistema de gestión de la calidad.
- Los costes de calidad pueden calcularse y ser expresados en forma contable, incluso dentro del Balance General y Estados de Resultados de la empresa; de esta manera, al registrarse en forma contable, pueden dar una medida del éxito con que se desarrolla el aseguramiento de la calidad, ya que mientras más disminuyan nuestros costes de incumplimientos y los de cumplimientos de requisitos se mantengan constantes, nos dará la seguridad que la empresa constructora esta funcionando de manera óptima con relación a sus procesos y productos.
- La investigación y enseñanza adicional sobre el nivel práctico de los costes de la calidad es necesaria, sobre todo en sectores industriales importantes de la economía, tal es el caso de la industria de la construcción.

Un aspecto importante de mencionar es que un sistema de costes de la calidad no puede resolver por sí mismo los problemas de calidad u optimizar el sistema de gestión de calidad. Como se mencionó es tan solo una herramienta que ayuda que la dirección comprenda la magnitud del problema de la calidad, determina con precisión oportunidades para mejorar y mide los progresos que se están realizando con las actividades de mejora. De esta manera, un sistema de control de costes de calidad debería ir acompañado de un proceso de mejora eficaz que reduzca los errores que se están cometiendo tanto en las áreas administrativas como en las de producción.

Finalmente se destaca el considerar que existen otros factores, tales como el tamaño de la empresa, el contexto en el que se desarrolla, sus propias actividades que condicionan la aplicación de uno u otro modelo de costes de calidad. Se ha presentado el modelo con mayor aplicación, pero a opinión de los autores de este trabajo, se considera que este tema representa una línea por desarrollar e investigar, con el objetivo de proveer herramientas y técnicas de gestión para la industria de la construcción.

## 10. Referencias

- Ahmed S. M., Aoieong R. T., Tang S. L. y Zheng D. X.M. (2005), A comparison of quality management systems in the construction industries of Hong Kong and the USA. *International Journal of Quality and Reliability Management*, 22(2), 149-161.
- Aoieong R. T., Tang S. L. y Syed M. A. (2002), A process approach in measuring quality costs of construction projects: model development. *Construction Management and Economics*, 20(2), 179-192.
- Barber P., Graves A., Hall M., Sheath D. y Tomkins C. (2000), Quality failure costs in civil engineering projects. *International Journal of Quality & Reliability Management*, 17(4-5), 479-492.
- Crosby P. B. (1991), *La calidad no cuesta (el arte de cerciorarse de la calidad)*, 7ª. Ed., México, Cecsa.
- Feigenbaum A. V. (1994), *Control total de la calidad*, 3ª. Ed., México, Cecsa.
- Harrington H. J. (1990), *El coste de la calidad*, 1ª. Ed. Díaz Santos. 2-15, 46-48, 97-113. España.
- Horcasitas M. E. (2001), *La competitividad de la industria de la construcción*. Cuadernos FICA, núm. 37, México.
- Juran J. M. y Gryna F.M. (1996), *Manual de control de calidad*. Vol. 1, 4ª Ed., México, McGraw-Hill.
- Love P. E. D. y Sohal A. S. (2003), Capturing rework costs in projects. *Managerial Auditing Journal*, 18(4), 329-339.
- Love P. E. D. y Irani Z. (2003), A project management quality cost information system for the construction industry. *Information & Management*, 40, 649-661.
- Low S. P. y Yeo H. K. C. (1998), A construction quality costs quantifying system for the building industry. *International Journal of Quality and Reliability Management*, 15(3), 329-349.
- Norma ISO 9001:2000 (2001), *NMX-CC-9001-IMNC-2000: Sistemas de gestión de la calidad. Requisitos*, México, Instituto Mexicano de Normalización y Certificación.
- Plunkett J.J. y Dale B.G. (1988), Quality costs: a critique of some economic cost of quality models. *International Journal of Production Research*, 26(11), 1713-1726.
- Roden S. y Dale B. G. (2000), Understanding the language of quality costing. *The TQM Magazine*, 12(3), 179-185.
- Roden S. y Dale B. G. (2001), Quality costing in a small engineering company: issues and difficulties. *The TQM Magazine*, 13(6), 388-399.
- Schiffauerova A. y Thomson V. (2006), A review of research on cost of quality models and best practices. *International Journal of Quality & Reliability Management*, 23(6), 647-669.
- Shah K.K.R. y FitzRoy P.T. (1998), A review of quality cost surveys. *Total Quality Management*, 9(6), 479-486.
- Tsai W.H. (1998), Quality cost measurement under activity-based costing. *International Journal of Quality & Reliability Management*, 15(7), 719-752.
- Weheba G. S. y Elshennawy A.K. (2004), A revised model for the cost of quality. *J. of Quality & Reliability Management*, 21 (3), 291-308.
- Williams A.R.T., Van der Wiele A. y Dale B.G. (1999), Quality costing: a management review. *International Journal of Management Reviews*, Vol. 1 No. 4, p. 441-460.

