

Una experiencia de medición de los costos relativos a la calidad en la producción de software

Amalia I. Alvarez

Universidad ORT Uruguay, Laboratorio de Ingeniería de Software,
Montevideo, Uruguay, 11100
Alvarez_a@athenea.ort.edu.uy

Ana C. Esteves

Universidad ORT Uruguay, Laboratorio de Ingeniería de Software,
Montevideo, Uruguay, 11100
estevesc@adinet.com.uy

and

Mariana L. Lasarte

Universidad ORT Uruguay, Laboratorio de Ingeniería de Software,
Montevideo, Uruguay, 11100
mlasarte@adinet.com.uy

Abstract

Software process improvement has been considered on the software quality and software engineering literature from different perspectives, many of them complementary. This paper presents an experience on adapting quality's economy to software production as a useful tool to measure and obtain the continuous improvement of software processes in a software project and also to an organization as a whole, within the framework of quality management. This paper proposes a model for the measurement of quality costs, and presents the results of applying this model to five projects completed at the Software Engineering Laboratory at University ORT of Uruguay.

Keywords: cost of quality, software process, continuous improvement.

Resumen

La mejora de los procesos de desarrollo de software ha sido abordada tanto en la literatura de ingeniería de software, como en la de calidad de software en diferentes aspectos, muchos de ellos complementarios. En este trabajo se presenta la experiencia de adaptar la Economía de la calidad a la producción de software, como una herramienta para medir y lograr la mejora continua del proceso de producción de software de un proyecto específico o una organización en su conjunto, en el marco de la gestión de la calidad. Para esto se desarrolla un modelo para la medición de los costos relativos a la calidad y se presentan los resultados de medir estos costos en cinco proyectos desarrollados en el marco del Laboratorio de Ingeniería de Software de la Universidad ORT Uruguay.

Palabras claves: Costos relativos a la calidad, proceso de desarrollo de software, mejora continua.

1 Introducción

Cada vez más se necesita mejorar los procesos de producción de software debido a las exigencias crecientes del mercado en el cumplimiento de plazos, reducción de costos y mejora de la calidad de los productos. Es por ello que se debe tener en cuenta estos aspectos al diseñar las actividades tendientes a gestionar la calidad, de forma de poder evaluar y mejorar el proceso de desarrollo de software utilizado.

El propósito de este artículo es mostrar cómo evaluar y permitir mejorar los procesos de desarrollo de software por medio de la medición de costos relativos a la calidad. A su vez se brinda los elementos mediante los cuales esta herramienta puede ser adaptada a cualquier organización, teniendo en cuenta un marco común que hace posible la comparación de datos provenientes de diferentes proyectos.

Como experiencia práctica, se muestra la aplicación de esta herramienta en diferentes proyectos de grado desarrollados en el Laboratorio de Ingeniería de Software de la Universidad ORT Uruguay.

El presente documento se organiza con una introducción a los conceptos de calidad y costos relativos a la calidad, a continuación se presenta el desarrollo de la experiencia, el cual incluye la elección de la organización, la realización de la medición y los resultados obtenidos. Por último se incluye una sección de conclusiones del trabajo.

2 ¿Qué entendemos por “calidad”?

El término calidad ha sido definido de diversas formas desde los filósofos griegos hasta la actualidad, comenzando con la asociación de la idea de excelencia a algo “de calidad” hasta nuestros días en que la norma ISO 9000 en su edición 2000 define a la calidad como “Grado en que un conjunto de características inherentes cumple con los requisitos” [6].

A los efectos de este trabajo consideraremos también la definición aportada por el Dr. Joseph Juran en el Manual de Control de Calidad, quien resume los dos conceptos, que a su juicio, son los aspectos más relevantes en la definición de la calidad en la actualidad: “(a) Calidad es el conjunto de características de un producto que satisfacen las necesidades de los clientes y, en consecuencia, hacen satisfactorio el producto; (b) Calidad consiste en no tener deficiencias en el producto o en el proceso” [7].

3 Costos relativos a la calidad

La definición de calidad del Dr. Juran como se pudo apreciar, se puede dividir en dos partes, la segunda ha abierto un camino hacia la cuantificación de los costos en los cuáles incurre una organización por tener deficiencias en su producto o proceso. A esta área se le llamó en el año 1951, Economía de la Calidad por el propio Dr. Juran. [7]

La Economía de la calidad tiene por objetivo cuantificar los esfuerzos de una organización para lograr un producto de calidad adecuada (cumplir con la parte (a) de la definición del Dr. Juran); así como también todos los costos en que una organización incurre por tener deficiencias en el proceso, es decir, no cumplir la parte (b) de la citada definición.

A partir de 1951 el término “costos de la calidad” se comienza a difundir, creándose sistemas o programas de costos de la calidad, creciendo de manera significativa el interés por el tema. No obstante la difusión de este nuevo concepto, el mismo crea confusión debido a que lo que se desea transmitir es que trabajar en calidad no representa un costo, sino un beneficio a largo plazo.

Por esta razón en una conferencia llevada a cabo en Estados Unidos en el año 1952 se llega a la conclusión de que el término “costos de la calidad” no debería de ser utilizado. Como consecuencia de esto, algunos autores como Harrington gustaron de llamarle “costos de la mala calidad” para marcar claramente la diferencia. Otro término que se difunde es el de “costos de la no-calidad”. [4] [2]

En el año 1963 surge el término “costos relativos a la calidad” que posteriormente se consolida en la norma ISO 8402 de Vocabulario, perteneciente a las normas ISO 9000 de Aseguramiento de la Calidad del año 1984. [5]

Los estudios realizados mencionan que los costos relativos a la calidad pueden representar hasta el 40 por ciento de la facturación anual de una empresa. Por esta razón se ha prestado especial atención a la medición y reducción de los costos relativos a la calidad. [7]

En el año 1945 se define por primera vez una forma de cuantificar y clasificar los costos relativos a la calidad. Esta clasificación los divide inicialmente en tres categorías: costos de fallas, costos de evaluación y costos de prevención. Esta clasificación evoluciona luego a cuatro categorías, manteniéndose los costos de evaluación y prevención; subdividiéndose los costos de fallas en dos subcategorías: costos por fallas internas y costos por fallas externas, siendo la suma de todos ellos los costos totales relativos a la calidad. [7] [2]

Una vez definido el esquema de costeo basado en estas cuatro categorías diversos autores crean modelos para medir estos costos de forma homogénea. En estos modelos se detallan las actividades o elementos de costeo correspondientes a cada categoría.

El modelo de medición utilizado es una adaptación a la industria del software, y en particular a la organización en estudio, el cual se basa en los modelos presentados por Juran [7], Crosby [3], Harrington [4] y Campanella [2].

3.1 Categorías de costeo

Como ya se mencionó, los costos relativos a la calidad se dividen en categorías según la naturaleza de los mismos. Los costos de actividades específicamente diseñadas para evitar problemas de calidad son llamados costos de prevención; los costos en que se incurre para evaluar el grado de calidad de un producto son denominados costos de evaluación; y todos los costos en los que se incurre por no haber realizado el producto correcto la primera vez son costos de fallas. [2] [3]

Las fallas pueden ser diferenciadas según si son detectadas por quien realiza el producto, en cuyo caso se denominan fallas internas; o si son detectadas por el cliente: fallas externas. En este estudio no se hace distinción entre fallas externas e internas por las características académicas de los proyectos analizados en los cuales el período en estudio es el que corresponde a la realización del producto y no a su implantación. [2]

Al costo resultante de sumar todas las categorías se le conoce como costos totales de la calidad o costos relativos a la calidad y representan la diferencia entre el costo real de un producto o servicio, y el menor costo que tendría si no hubiese fallos en los productos o defectos en su fabricación, o si no hubiese posibilidad de dar un servicio inferior[2]

3.2 Modelo de Medición

En el modelo de medición se establecen los ítems de costeo específicos en cada categoría, es decir todos los costos que serán considerados en la organización en estudio como costos relativos a la calidad, estableciendo a qué categoría corresponde cada uno. Este elemento es el que hace posible la comparación de datos provenientes de diferentes proyectos y a su vez, es lo que brinda la garantía de que la medición es consistente dentro de un mismo proyecto. [1]

Otro aspecto importante es la decisión de cómo realizar la medición en la organización, así como también es importante establecer cuándo se analizará dicha información para detectar oportunidades de mejora al proceso de desarrollo de software utilizado por el proyecto y por la organización.

4 Desarrollo de la experiencia

4.1 Elección de la organización para desarrollar la experiencia

El objetivo inicial para el desarrollo de la experiencia es el de probar el modelo de medición de los costos relativos a la calidad en la industria nacional de software, de manera de tomar medidas en el marco de proyectos reales. Luego de un análisis de un conjunto de empresas del medio, se evidenció una gran dificultad para contar con registros de los datos mínimos necesarios para efectuar la medición.

A partir de esto se observa que es necesario contar con registros mínimos de las actividades que se realizan para poder desarrollar la experiencia exitosamente. Estos registros deben contener información sobre las actividades que se realizan y el costo de las mismas.

Luego se decide realizar la medición en el Laboratorio de Ingeniería de Software de la Universidad ORT Uruguay, denominado ORT Software Factory, de aquí en adelante ORTsf. Ésta es una organización académica dedicada a la enseñanza de prácticas de la Ingeniería de Software y a la producción de software en forma industrial.

Los proyectos que se desarrollan en esta organización consisten en proyectos de fin de carrera de alumnos de las carreras de Ingeniería en Sistemas y Licenciatura en Análisis de Sistemas de la Universidad ORT Uruguay. La duración de estos proyectos es de 9 ó 6 meses respectivamente.

ORTsf provee a los alumnos a su ingreso un proceso de producción de software. “El fin de este proceso es especificar las actividades de Ingeniería necesarias para la producción de software, y las actividades necesarias para mantener y mejorar el propio proceso de producción.” El proceso de producción de software de ORTsf es el proceso rector genérico de todos los proyectos, el cual es adaptado a las necesidades de cada proyecto por parte de cada equipo. [9]

Los equipos de trabajo son auto-seleccionados y su tamaño oscila entre 3 y 7 integrantes. Cada equipo trabaja basándose en una adaptación del proceso de la organización. Este proceso incluye los procesos, actividades y tareas

necesarios para producir el software. Para cada proceso se define un responsable dentro del equipo de proyecto que está encargado de la planificación del área y de asegurar que se realicen las actividades relacionadas con la misma.

Al responsable de cada proceso se lo denomina “Rol”. Los roles principales que existen en la organización son: responsable del proceso de Ingeniería de Requerimientos; responsable del proceso de Diseño, responsable de construir el producto; responsable de la calidad en el proyecto; responsable por la gestión del proyecto; y responsable de la configuración del software. [9]

Para facilitar la inducción de los alumnos a la organización se brinda una capacitación inicial, en esta se presentan los elementos más relevantes a la aplicación de cada uno de los roles identificados,. De manera complementaria, en el desarrollo del proyecto se cuenta con apoyo específico para cada proyecto y para cada rol en particular.

4.2 Realización de la medición

Para realizar la medición en una primera instancia se define un modelo genérico para la industria del software, identificando cada ítem de costeo, así como la categoría a la que el mismo pertenece. Posteriormente es necesario adaptar este modelo a los costos relativos a la calidad propios de la organización ORTs^f.

Luego de identificados los costos relativos a la calidad en ORTs^f se diseña un esquema de medición adaptado a la forma de trabajo. Como ya se mencionó, los equipos de ORTs^f están organizados por roles responsables de cada proceso: Gerencia de proyectos, Aseguramiento de la Calidad, Ingeniería de Requerimientos, Arquitectura, Desarrollo y Gestión de la Configuración del Software. Todas las actividades realizadas corresponden a una de estas áreas. Esta es la razón por la cual, buscando la forma más adecuada de registrar los costos, se toma la decisión de agruparlos por rol, independientemente de la categoría a la que pertenezcan. [9]

Una vez diseñados los instrumentos de medición, se obtiene el modelo adaptado a la organización, estando recién aquí en condiciones de comenzar a registrar datos. El instrumento consiste en planillas para cada rol que distinguen las actividades que se pueden apreciar en el Cuadro 1. En él se identifican las actividades por rol que constituyen ítems de costeo, identificando a qué categoría pertenece (P- Prevención; E- Evaluación; F-Falla).

Gerente de Proyecto	Líder de Aseguramiento de la Calidad
P – Capacitación brindada por ORTs ^f	P - Capacitación brindada por ORTs ^f
P – Capacitación interna	P - Capacitación interna
P – Planificación del proyecto	P - Planificación de la función calidad
P - Análisis de riesgo	P - Elaboración plan de métricas
P - Actividades de seguimiento de riesgos	P - Preparación de inspecciones, revisiones y pruebas
P - Evaluación de herramientas para apoyar el análisis de riesgos	P - Realización de inspecciones
P - Diseño de acciones a tomar en caso de problemas	P - Personalización del proceso
P - Evaluación de herramientas y plataformas a utilizar	P - Definición de estándares
P – Adaptación del proceso genérico de ORTs ^f	P - Validación de requerimientos
E – Validación del proceso	P - Validación de arquitectura
P - Control de productos suministrados por el cliente	E - Análisis de métricas
E - Validación del producto con el cliente	E - Recolección de métricas
E - Verificación de productos	E - Verificación de productos
E - Análisis causal	E - Pruebas de integración
E - Evaluación de resultados de las pruebas	E – Pruebas de sistema
F - Retrabajo debido a cambios no previstos	E – Prueba de aceptación
F - Retrabajo debido a la elección incorrecta de tecnología	F – Prueba de regresión
F - Retrabajo debido a otras causas	F – Retrabajo

Cuadro 1 – Costos por rol

Analista de Requerimientos	Arquitecto
P - Capacitación brindada por ORTs	P - Capacitación brindada por ORTs
P - Capacitación interna	P - Capacitación interna
P - Armado de encuestas de relevamiento	P - Evaluación de herramientas y plataformas
P - Procesamiento de encuestas de relevamiento	P - Diseño de componentes reusables
P - Elaboración de prototipos	P - Validación del diseño
P - Validación de requerimientos	E - Verificación del diseño
E - Revisiones por pares de casos de uso	E - Pruebas unitarias
P - Estudio de mercado	E - Pruebas de integración
E - Armado de encuestas de satisfacción para clientes y usuarios	E - Pruebas de sistema
E - Procesamiento de encuestas de satisfacción de clientes	E - Pruebas de aceptación
F - Retrabajo debido a cambios en los requerimientos del sist., relacionados a interpretación equivocada de las necesidades de los clientes y/o usuarios	F - Retrabajo de diseño (debido a defectos)
F - Retrabajo relacionado con volver a relevar necesidades con un cliente o usuario y analizar la solución debido a errores encontrados	F - Retrabajo asociado a la elección incorrecta de tecnología
F - Retrabajo debido a otras causas	F - Retrabajo debido a otras causas
Líder de Gestión de la Configuración	Desarrollador
P - Capacitación brindada por ORTs	P – Capacitación
P - Capacitación interna	E - Pruebas unitaria
P - Diseño del repositorio	E - Pruebas de integración
P - Implantación del repositorio	E - Pruebas de sistema
P – Administración del repositorio	E - Pruebas de aceptación
P - Elaboración Plan de SCM	F - Pruebas de regresión
F – Retrabajo	F - Retrabajo de codificación

Cuadro 1 – Costos por rol (continuación)

Para complementar la información de cada proyecto se registra la duración, ciclo de vida utilizado, tipo de proyecto, costos de prevención, evaluación y fallas, además de los costos totales del proyecto. Debido a que la unidad de medida de esfuerzo utilizada en la organización es horas/persona, se basará todo el estudio el costo de actividades en función de su esfuerzo (horas/persona).

4.3 Descripción de proyectos

Para llevar a cabo esta experiencia, se consideran cinco proyectos trabajando en el marco descrito anteriormente.

Proyecto: Transporte

El objetivo final de este proyecto consiste en realizar un prototipo de sistema de gestión orientado a mejorar la eficiencia que brinda actualmente el servicio de transporte colectivo (Sistema AFC). El sistema se basa en la utilización de tarjetas inteligentes y en un Data Warehouse que permite realizar consultas orientadas al soporte de las decisiones. Este proyecto se desarrollo en conjunto con la empresa Schlumberger.

Proyecto: Ministerio del Interior (D.N.P.D – D.M.F) - MI

El propósito de este proyecto consiste en brindar una herramienta que permitiera realizar denuncias relacionadas con Violencia Doméstica en las Comisarías del país en forma automatizada. A su vez, el sistema provee, a partir de la información recolectada, información histórica acerca de las personas involucradas en incidentes y estadísticas

relacionadas a los distintos tipos de violencia doméstica.

Proyecto: FlyTop

Este proyecto consiste en la implementación de un sistema de sincronización de aplicaciones utilizando Internet. Los servicios del producto están orientados a permitir a usuarios que cuentan con distintas estaciones de trabajo mantener sincronizada la información y configuración de sus aplicaciones y documentos (Personal Information Management), y también brindar acceso a la misma a través del web.

Proyecto: Cuadro de Mando Integral (CMI)

Proyecto de desarrollo para una mutualista con el objetivo de obtener una óptima gestión estratégica mediante la definición e implementación de un Cuadro de Mando Integral.

Proyecto: SMC Saceem

Proyecto de desarrollo para una empresa constructora con el objetivo de desarrollar un sistema para el manejo de los documentos involucrados en el sistema de mejora continua de la calidad de la empresa. Las principales funciones del sistema cubren: apoyo al área de calidad, disminución de la documentación en los procesos de gestión de problemas y mejora continua, y distribución de información.

En el cuadro 2 se detalla la información de interés correspondiente a cada proyecto.

Proyecto	Duración	Tipo de proyecto	Ciclo de vida	Fecha de fin	Horas totales
Flytop	9 meses	Investigación – Nuevo	Evolutivo	Marzo 2001	2494
MI	9 meses	Producto a medida	Incremental e iterativo	Marzo 2001	2604
Transporte	9 meses	Producto a medida	Incremental e iterativo	Marzo 2001	1616
CMI	6 meses	Producto a medida	Incremental e iterativo	Marzo 2002	838
SMC Saceem	9 meses	Producto a medida	Evolutivo	Marzo 2002	1840

Cuadro 2 – Datos de proyectos

En cada proyecto se realiza la evaluación de los datos en diferentes instancias del avance del proyecto, siendo los costos relativos a la calidad uno de los elementos considerados para evaluar la calidad del proceso utilizado por el equipo, así como también para identificar oportunidades de mejora.

4.4 Resultados

Los resultados obtenidos se presentan en forma gráfica en las Figuras 1 a 5. Para cada proyecto se presenta la evolución en el tiempo de los costos totales de la calidad. Estos se representan como porcentaje del costo del proyecto en cada instancia de evaluación.

La forma convencional de representar los costos relativos a la calidad es como un porcentaje de la facturación, pero en el presente artículo lo representaremos como un porcentaje sobre los costos totales del proyecto, basándonos en el trabajo de H. Krasner quien desarrolla las razones por las cuáles en la industria del software, los costos de desarrollo son más representativos que la facturación.[8].

En las gráficas se puede observar varias instancias de evaluación en las que se realiza la comparación de los costos relativos a la calidad con los costos totales de la etapa¹. Los costos relativos a la calidad se analizan en tres instancias del proyecto como mínimo. Estos se representan sobre el eje horizontal de las gráficas. En cada evaluación, se miden los costos discriminados en las tres categorías – Prevención, Evaluación y Fallas – analizando la distribución que presentan y la relación con los costos totales del proyecto. Esta relación se mide en porcentaje y se representa sobre el eje vertical de las gráficas.

Un ejemplo de lectura es la distribución de los costos de calidad del proyecto Transporte (Figura 1). En el período 1 de medición, el 11,6 por ciento de los costos totales del proyecto corresponde a actividades de prevención, el 2 por ciento a actividades de evaluación y el 3 por ciento a fallas. La suma de estos costos corresponde al 17,6 por ciento del costo total del proyecto para el primer período.

En la Figura 1 también se puede observar que los costos totales aumentan a medida que avanza el proyecto. Los costos de Prevención permanecen constantes a lo largo del proyecto, aumentando de manera significativa los costos de evaluación correspondientes a pruebas finales del producto.

¹ Cabe destacar que con costos nos referimos a esfuerzo, debido a una restricción académica.

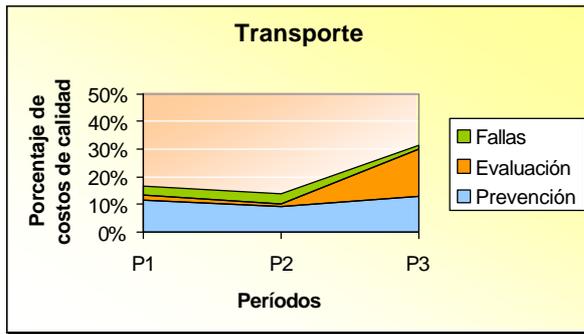


Figura 1. Gráfica proyecto Transporte

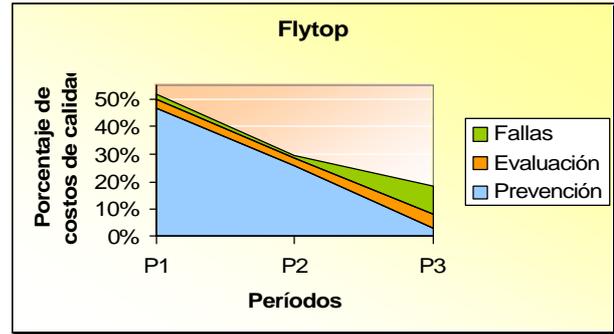


Figura 2. Gráfica proyecto Flytop

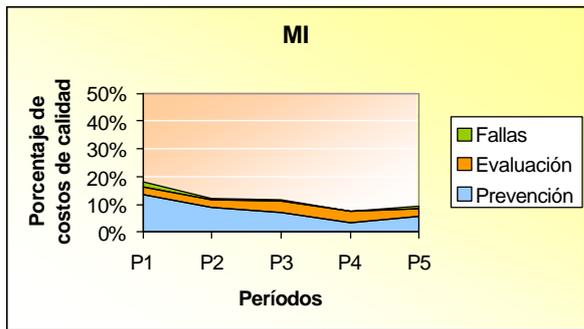


Figura 3. Gráfica proyecto MI

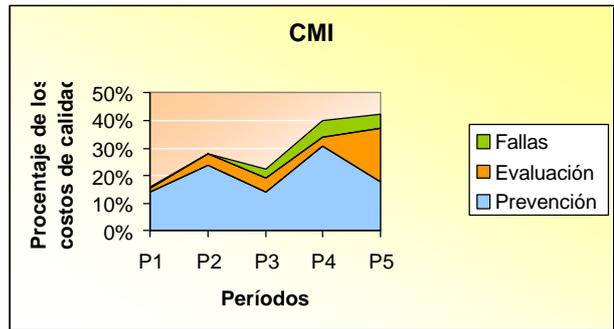


Figura 4. Gráfica proyecto CMI

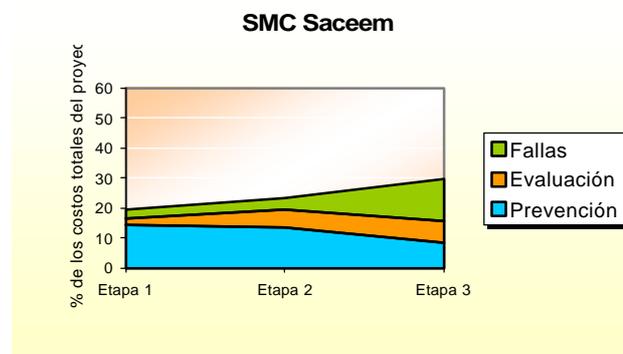


Figura 5. Gráfica proyecto SMC Saceem

Se puede observar en la gráfica correspondiente al grupo Flytop (Figura 2) un elevado costo de prevención. Este hecho se debe a que el proyecto consiste en la creación de un producto nuevo y por esta razón, en la fase inicial se realizó un esfuerzo muy importante en investigación de tecnologías, así como capacitación de acuerdo a los resultados de la investigación. Estos costos fueron incluidos como costos de Prevención porque se consideró que de no hacerse aumentaría la probabilidad de tener problemas debido a una mala elección de la tecnología, o un mal uso de la misma [1].

4.5 Análisis Comparativo

En la siguiente gráfica (Figura 6) se puede observar para cada proyecto los valores obtenidos para las tres categorías: Prevención, Evaluación y Fallas [1].

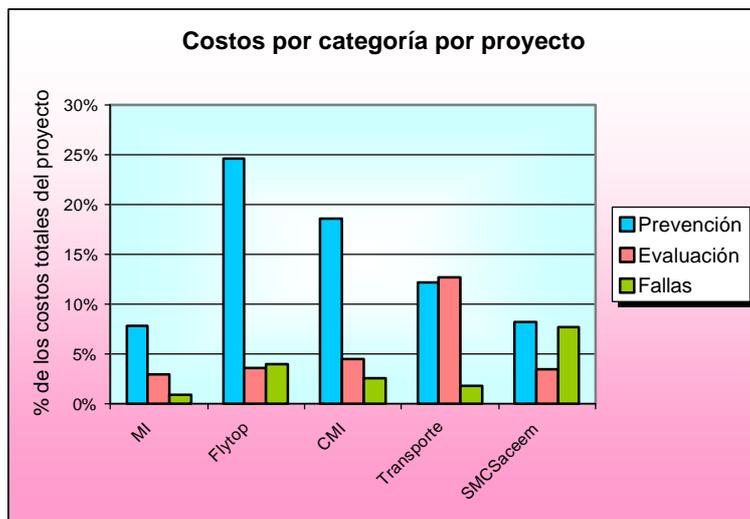


Figura 6. Costos por categoría por proyecto

Se puede observar que el costo total correspondiente a Prevención oscila entre el 8% y el 25% de los costos totales de cada proyecto. El costo total de Evaluación oscila entre 3% y 13% de los costos totales del proyecto. El costo asociado a Fallas oscila entre el 1% y el 8% de los costos del proyecto [1].

Es interesante observar que en ninguno de los casos los costos de Prevención son inferiores al 8% de los costos del proyecto, así como también que los costos de Evaluación en ningún caso son superiores al 13% de estos costos. A excepción del caso de SMC Saceem, los costos de Fallas no eran superiores al 5% de los costos del proyecto [1].

Esto presumiblemente se podría deber al importante esfuerzo en actividades de Prevención que se realiza a lo largo del proyecto. Otra posibilidad que no debería descartarse es que en la mayoría de los casos, estos productos en el período de medición no han sido ampliamente utilizados por sus clientes, lo cual puede traer como consecuencia que los costos por Fallas aumenten en etapas más avanzadas del proyecto [1].

Como complemento de estos datos se presenta la siguiente gráfica (Figura 7) en la cual se muestran los costos promedio por categoría y totales de calidad de todos los proyectos estudiados [1].

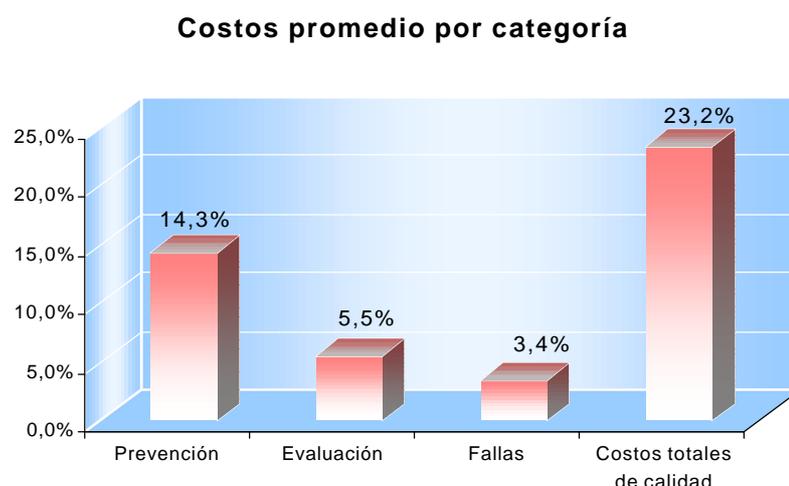


Figura 7. Costos promedio por categoría

En esta gráfica se puede observar que el costo por Fallas representa el valor más bajo, seguido por costos de Evaluación y siendo este último valor casi triplicado por los costos de Prevención.

Otro de los aspectos que es analizado es la comparación de los costos totales de la calidad con respecto a los costos totales de cada proyecto. En la siguiente gráfica (Figura 8) se puede observar el porcentaje de los costos totales de calidad con respecto a los costos totales de cada proyecto [1].

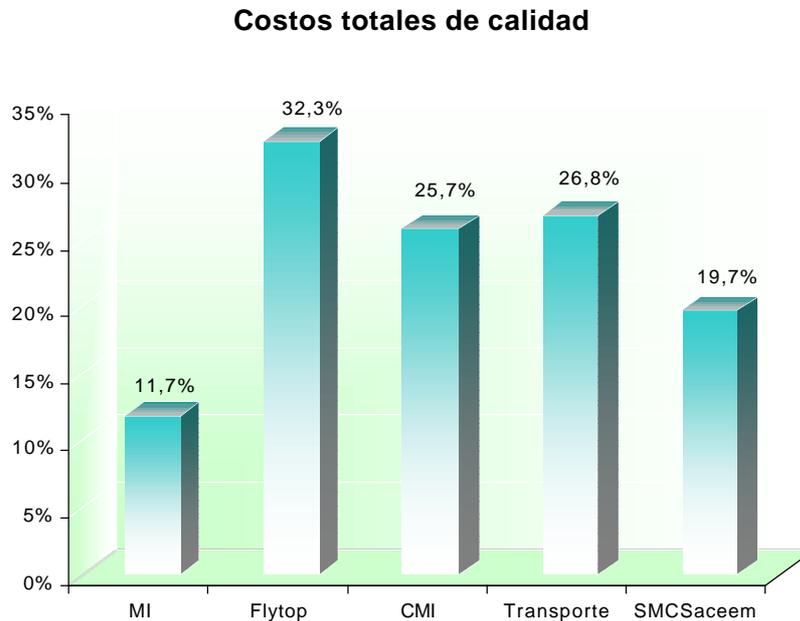


Figura 8. Costos totales de calidad

Un aspecto que se considera interesante observar de la Figura 8 es que el rango de los costos relativos a la calidad se encuentra entre 11,7% y 32,3%, siendo el valor medio 23.2% de los costos totales del proyecto [1].

Como resumen del desarrollo de la experiencia es importante destacar que un elemento fundamental para llevar adelante un programa de esta naturaleza, es contar con un registro correcto y completo de la información relacionada a los costos de la organización.

El mecanismo a utilizar para recoger los datos de costos relativos a la calidad debe ser simple para permitir que la información registrada sea completa. Esto es un elemento crítico para que se pueda llevar adelante la mejora continua basada en esta información. [1]

Por esta razón, un elemento importante para la organización es contar con un sistema de registro que le permita realizar estas mediciones con el menor impacto en las actividades diarias y el mayor compromiso posible de la alta dirección.

Otro elemento importante a tener en cuenta es que las mediciones deben estar asignadas a la categoría correspondiente correcta, por lo que es muy importante que el registro sea adecuado y que el proceso de adaptación del modelo sea extremadamente meticuloso [1].

5 Conclusiones

El análisis sistemático de los costos relativos a la calidad brinda elementos para implantar la mejora continua del proceso de desarrollo de software al permitir detectar las actividades más efectivas y aquellas que no agregan valor, como ser las actividades que integran la categoría Fallas. A partir de esta información es posible su análisis y el desarrollo de acciones que reduzcan los costos por fallas mediante la eliminación de la causa de las mismas.

Las decisiones tomadas que hayan surgido del análisis tendientes a mejorar, se traducen en acciones sobre el proceso y se incluyen en la nueva planificación del proyecto. Estas acciones deben ser evaluadas en un análisis posterior. Por esta razón es recomendable definir períodos de evaluación; este período debería ajustarse si los resultados obtenidos no son óptimos y se desea realizar un seguimiento más exhaustivo.

De esta forma se define un ciclo a seguir, que comienza por planificar los costos a medir o las nuevas actividades a

incluir en el proceso, sigue por efectuar la medición, evaluar los resultados obtenidos de la misma y tomar las decisiones que corresponda.

A lo largo de este trabajo se ha presentado el modelo para la medición de los costos relativos a la calidad en la producción de software y la implementación de algunos elementos del modelo en cinco proyectos de fin de carrera de la organización ORTsf. En estos proyectos se sugiere la utilización de los costos relativos a la calidad como herramienta para mejorar el proceso de producción de software del equipo.

Como resultado de la medición de los proyectos se puede resaltar que el costo total correspondiente a Prevención oscila entre el 8% y el 25% de los costos totales de cada proyecto. El costo total de Evaluación oscila entre 3% y 13% de los costos totales del proyecto. El costo asociado a Fallas oscila entre el 1% y el 8% de los costos del proyecto [1].

Los costos relativos a la calidad promedio de la organización se encuentran en el 23.2% de los costos totales de desarrollo, siendo en su mayoría costos de Prevención, los cuales representan el 14.3% del esfuerzo total del proyecto. Esto muestra un enfoque marcado hacia la gestión por calidad [1].

Finalmente, en la organización el análisis de la información proveniente de cada proyecto permite evaluar y mejorar el desempeño del proceso rector genérico de la organización, a partir del análisis de los costos relativos a la calidad y las fallas más frecuentes en los proyectos.

En el caso de ORTsf, del análisis de los datos presentados en los resultados se desprende la necesidad de incluir en el proceso de la organización una actividad específicamente diseñada para analizar sistemáticamente los costos relativos a la calidad con pautas claras para su reducción. Esto puede permitir realizar una gestión más adecuada de los mismos evitando las pérdidas ocasionadas por las fallas.

Referencias

- [1] Alvarez, A. Modelo para la medición de los costos relativos a la calidad en la producción de software. Universidad ORT Uruguay. 2001.
- [2] Campanella, J. Principles of Quality Costs. 3ra. Edición, Estados Unidos: ASQ (American Society for Quality).
- [3] Crosby, Philip. “La calidad no cuesta. El arte de cerciorarse de la calidad”. Compañía Editorial Continental SA. México. 1987.
- [4] Harrington, H. El coste de la mala calidad. España: Ediciones Días de Santos S.A. 1990.
- [5] ISO 8402. Gestión de la calidad y aseguramiento de la calidad – Vocabulario. Suiza: ISO. 1984.
- [6] ISO 9000. Sistemas de gestión de la calidad – Fundamentos y Vocabulario. Suiza: ISO. 2001.
- [7] Juran, J. M. y Godfrey, A. B. Juran’s Quality Handbook. 5ta. Edición, Estados Unidos: McGraw Hill. 1999.
- [8] Krasner, H. Using the Cost of Quality Approach for Software, disponible en Internet: <http://www.stsc.hill.af.mil/crosstalk/1998/nov/krasner.asp> Noviembre, 1998.
- [9] ORT Software Factory. Proceso de ORTsf. *Laboratorio de Ingeniería de software*. Universidad ORT Uruguay. 1999.