

Campus Guadalajara

Escuela de Graduados en Ingeniería y Arquitectura – EGIA

Tesis

Técnicas de detección de defectos: Bug Manager

Para la obtención del grado de la

Maestría en Ciencias de la Computación

Autor:

Eduardo Campos Peiro

Director: Dr. Oscar Adrián Mondragón Campos

Sinodales: Dr. Rodolfo J. Castelló Zetina

Dr. Marcos R. De Alba

27 de Abril de 2012

Agradecimientos

Quiero comenzar por agradecer al Instituto Tecnológico y de Estudios Superiores de Monterrey Campus Guadalajara, por la facilidad y oportunidad de realizar la Maestría en Ciencias de la Computación. Quiero agradecer también a mis compañeros de dicho posgrado. Gracias por los buenos momentos vividos durante estos dos años y medio que estuvimos compartiendo conocimientos, experiencias, pero sobre todo amistad, compañerismo y valores. Me llevo grandes experiencias, anécdotas y maneras de ver la vida de cada uno de ustedes. De verdad me considero afortunado por haber conocido y compartido con este gran grupo de personas cada una de las materias cursdas durante el posgrado.

Un agradecimiento de manera especial a mis compañeros de tesis: Marco Antonio Rangel Bocardo y Humberto García Robles. Sinceramente creo que se formó un excelente grupo de trabajo. Pudimos colaborar verdaderamente como equipo, haciendo que las reuniones, discusiones y reparticiones de actividades fueran eficientes y eficaces. También agradecer a Humberto y su familia el haber facilitado su domicilio para realizar las reuniones semanales. Sé que no es fácil recibir personas constantemente y por eso les estoy agradecido sinceramente.

También un agradecimiento especial a mí asesor de tesis, el Dr. Oscar Adrián Mondragón Campos, ya que simple y sencillamente fungió como tal de principio a fin. Gran asesor que con su experiencia y conocimiento contribuyó de manera significativa en todo el proceso de desarrollo de este trabajo de investigación. Cada vez que algún obstáculo o dificultad surgía, él me apoyaba y guiaba para encontrar la mejor solución posible. Por supuesto, una mención especial merece el Instituto Jalisciense de la Juventud (IJJ), que al haberme otorgado un apoyo financiero hizo posible la realización del posgrado y de este trabajo de tesis. Sin ellos simplemente no hubiera sido posible.

Finalmente, el agradecimiento más especial a mis padres Carlos Eduardo Campos y Libertad Peiro y a mi compañera de vida María Fernanda García, que día con día me apoyaron de manera incondicional y de corazón, dándome ánimos para alcanzar esta meta. Gracias a ustedes tres por el amor, el apoyo, los principios y la educación que me dieron y que hicieron posible que el día de hoy me encuentre escribiendo estas palabras.

Resumen

La administración de la calidad en el desarrollo de sistemas de software ha sido un tema de debate y discusión desde hace ya varios años. Esto ha provocado que se definan un gran número de estándares y modelos, así como que se desarrollen decenas de herramientas de software para mejorar la calidad de los productos finales. La adopción de modelos, procesos, herramientas y estándares no ha sido fácil ni muy aceptada por un gran número de empresas dedicadas a este rubro. Las razones principales son:

* La creencia que las actividades de calidad solamente provocan un retraso en la entrega de los proyectos, al ser actividades que consumen un tiempo considerable.
* Que los modelos y procesos son complicados y muy elaborados para implementarse, especialmente por empresas que no cuentan con grandes recursos humanos ni económicos.
* Que las herramientas de software solamente cuentan con una funcionalidad parcial, y por lo tanto solo atacan una parte del problema.

El trabajo de investigación aborda estos problemas mediante el Bug-Manager (BM). El BM permite la creación de un plan de calidad, el registro de técnicas de detección de defectos mediante plantillas estándares y personalizadas, el registro, caracterización y seguimiento de defectos, y la generación de gráficas y estadísticas con información importante acerca del proceso de desarrollo.

La investigación se centra en la descripción de las diferentes técnicas de detección de defectos, sus ventajas y desventajas, los motivadores y desmotivadores que favorecen o condicionan su adopción e implementación, e inclusive las condiciones y características que generan una implementación exitosa de estas técnicas. Finalmente, se explica cómo es que estas técnicas contribuyen a mejorar la calidad y porqué son importantes para el aseguramiento de la misma.

El desarrollo del BM no pretende ser la panacea ni sustituir todas las herramientas existentes, sino ser una herramienta que facilite la implementación de actividades de calidad, especialmente en empresas sin grandes recursos, proveyendo funcionalidades para la administración eficiente de los elementos más importantes de la calidad de software.

Contenido

Agradecimientos i

Resumen iii

Lista de Tablas .vii

Lista de Figuras VIII

Lista de Abreviaturas IX

Introducción 1

1.1 Planteamiento del problema 1

1.2 Objetivos y alcances 2

1.3 Contribuciones de la investigación 4

1.4 Organización del documento 4

Calidad de Software 6

2.1 ¿Qué es calidad? 6

2.2 Calidad aceptable 8

2.3 La importancia de la calidad 10

2.3.1 Costos de la calidad de software 10

2.3.2 Revisiones 12

Implementación de la Calidad 15

3.1 Modelos de calidad 16

3.1.1 ISO 9126 16

3.1.2 CMMI-DEV 17

3.1.3 Modelos de calidad para los sistemas de software 19

3.1.4 PSP/TSP 21

3.1.5 Modelo en el BM 23

3.2 Herramientas de software para la calidad 24

3.2.1 Bugzilla 27

3.2.2 GanttProject 28

3.2.3 Rational Clear Quest 28

Conociendo la Calidad 30

4.1 Métricas de producto 30

4.2 Métricas de proceso 32

4.2.1 Rendimiento del filtro de remoción de defectos 33

4.2.2 Costo de la calidad 34

4.2.3 Razón de revisión 35

4.2.4 Razón de fase 36

4.2.5 Índice de calidad de proceso 37

Técnicas de Detección de Defectos 39

5.1 Tipos de técnicas 42

5.1.1 Revisión Personal 42

5.1.2 Revisión entre colegas 43

5.1.3 Caminata 44

5.1.4 Inspección 45

5.2 Implementación de técnicas de detección de defectos 46

5.3 Resultados de las técnicas de detección de defectos 50

Bug-Manager 57

6.1 Metodología 58

6.2 Arquitectura 60

6.3 Características Técnicas 61

6.4 Módulos 61

6.5 Funcionalidades y objetivos 62

6.6 Reportes 64

6.7 Supuestos y restricciones 67

6.8 Pantallas 67

6.9 Ventajas del Bug Manager 72

Resultados 74

7.1 Escenario presentado 74

7.2 Escenario recomendado 76

7.3 Peor escenario 77

Conclusiones 78

8.1 Trabajo a futuro 79

Referencias 82

Apéndice A 85

Vitae 86

Lista de Tablas

[Tabla 2.1 Comparación de costos de calidad. 13](#_Toc324951416)

[Tabla 4.1. Densidad de defectos por nivel de CMMI. 32](#_Toc324951417)

[Tabla 5.1. Motivadores de las técnicas de detección de defectos. 47](#_Toc324951418)

[Tabla 5.2. Desmotivadores de las técnicas de detección de defectos. 48](#_Toc324951419)

[Tabla 5.3. Número de revisores contra efectividad. 52](#_Toc324951420)

[Tabla 5.4. Concentrado resultados de revisiones. 53](#_Toc324951421)

[Tabla 5.5. Comparación entre revisiones y pruebas. 54](#_Toc324951422)

[Tabla 5.6 Defectos por hora y eficiencia relativa 55](#_Toc324951423)

[Tabla 6.1. Características técnicas del sistema BM. 61](#_Toc324951424)

[Tabla 6.2. Funcionalidades del sistema BM. 63](#_Toc324951425)

[Tabla 6.3 Reportes del sistema BM 65](#_Toc324951426)

[Tabla 7.1 Tiempo por fase y razón de fase. 74](#_Toc324951427)

[Tabla 7.2 Cantidad de defectos inyectados por tipo. 75](#_Toc324951428)

[Tabla 7.3 Panorama general de defectos. 75](#_Toc324951429)

[Tabla 7.4 Panorama general del escenario recomendado. 76](#_Toc324951430)

[Tabla 7.5 Panorama general del peor escenario. 77](#_Toc324951431)

Lista de Figuras

[Figura 2.1. Costos de la calidad. 11](#_Toc324951432)

[Figura 2.2. Modelo de calidad de software. 12](#_Toc324951433)

[Figura 2.3. Relación costo-calendario. 14](#_Toc324951434)

[Figura 3.1 Árbol de características de calidad. 21](#_Toc324951435)

[Figura 4.1. Rendimiento de proceso 34](#_Toc324951436)

[Figura 4.2. Relación A/FR y defectos por KLOC en prueba unitaria. 35](#_Toc324951437)

[Figura 4.3. Índice de proceso de calidad. 38](#_Toc324951438)

[Figura 5.1. Probabilidad de detección contra el número de revisores. 42](#_Toc324951439)

[Figura 5.2. Tipos de revisión entre colegas. 44](#_Toc324951440)

[Figura 5.3. Efectividad de las revisiones. 52](#_Toc324951441)

[Figura 5.4. Efectividad promedio de revisiones y pruebas. 54](#_Toc324951442)

[Figura 5.5. Eficiencia promedio de revisiones y pruebas. 54](#_Toc324951443)

[Figura 5.6 Rendimiento versus razón de revisión 55](#_Toc324951444)

[Figura 6.1 Base de datos BM 59](#_Toc324951445)

[Figura 6.2. Arquitectura modelo-vista-controlador. 60](#_Toc324951446)

[Figura 6.3. Módulos del sistema BM. 62](#_Toc324951447)

[Figura 6.4 Ingreso al sistema BM. 68](#_Toc324951448)

[Figura 6.5 Lista de proyectos. 68](#_Toc324951449)

[Figura 6.6 Lista de usuarios del sistema. 69](#_Toc324951450)

[Figura 6.7 Lista de tareas del proyecto. 69](#_Toc324951451)

[Figura 6.8 Modificar tarea. 70](#_Toc324951452)

[Figura 6.9 Lista de defectos de un proyecto. 70](#_Toc324951453)

[Figura 6.10 Modificar defecto. 71](#_Toc324951454)

[Figura 6.11 Reporte de tiempo por fase de un proyecto. 71](#_Toc324951455)

[Figura 6.12 Reporte de resumen general de un proyecto. 72](#_Toc324951456)

Lista de Abreviaturas

|  |  |
| --- | --- |
| **BM** | Bug Manager |
| **CMM** | Capability Maturity Model |
| **NAH** | No Aplica Aquí |
| **IBM** | International Business Machines |
| **HP** | Hewlett Packard |
| **GPL** | Licencia Pública General |
| **IEEE** | Institute of Electrical and Electronics Engineers |
| **ISO** | International Organization for Standardization |
| **SEI** | Software Engineering Institute |
| **PSP** | Personal Software Process |
| **TSP** | Team Software Process |
| **CSV** | Valores Separados por Comas |
| **LOC** | Líneas de Código |
| **FP** | Puntos de Función |
| **POM** | Modelo de Objeto de Proyecto |

CAPÍTULO 1

1. Introducción
   1. Planteamiento del problema

La administración de la calidad en el desarrollo de sistemas de software es un rubro dentro de la industria que no ha logrado una gran aceptación, y que por lo tanto no se implementa como debería o se esperaría de él, en comparación con otras ramas de la ingeniería con procesos y modelos de calidad bastante desarrollados y eficientes. El hecho de que el software esté presente en prácticamente todas las actividades que realizamos hoy en día, hace que el tema de la calidad en el mismo tome gran relevancia.

De 700 evaluaciones sobre el Capability Maturity Model (CMM) realizadas alrededor del mundo entre 1992 y 1997 que fueron reportadas al Software Engineering Institute (SEI), solamente 20 empresas resultaron con un nivel de madurez 4 o 5, es decir, menos del 3% [[1](#PJa00)]. Además, solamente el 20% de las empresas realiza con regularidad alguna técnica de revisión [[2](#PJo98)]. Esto lleva a preguntar los motivos por los cuales la gran mayoría de empresas dedicadas al desarrollo de software, no establecen algún tipo de proceso, modelo o simplemente actividades que contribuyan a incrementar la calidad global de sus productos.

Dentro de los motivos principales se encuentran la falta de tiempo, el costo, la falta de recursos humanos, la complejidad en su implementación, la falta de entrenamiento adecuado al personal y el síndrome conocido como “No aplica aquí” (NAH) [[3](#Har05)]. Este síndrome representa un fenómeno que llama la atención, y que básicamente consiste en que la mayoría de las empresas creen que la administración de la calidad es algo hecho para empresas como International Business Machines (IBM) o Hewlett Packard (HP), pero que no aplica en el contexto de negocio de éstas. Es decir, este gran número de empresas cree en las estadísticas y la literatura publicada, sin embargo no creen que la implementación de actividades de calidad tenga los mismos resultados que tuvo en otras empresas [[4](#PJa98)].

Todo este tipo de factores y desmotivadores llevan a la falsa creencia que las prácticas de calidad hacen más lento y complicado el proceso de desarrollo, provocando un retraso en la entrega del producto, además de incrementar su costo. Sin embargo, la implementación de estas prácticas tiene un efecto contrario a estas falsas creencias. Realizar alguna técnica de detección de defectos, como la inspección, si es bien aplicada, puede llegar a ser de 2 a 4 veces más efectiva que la etapa de pruebas; y en algunos casos encontrar hasta el 90% de los errores antes de correr la primera prueba [[5](#GCh99)].

Evidentemente esto tiene como consecuencia la reducción del tiempo invertido en la etapa de pruebas. Por otro lado, el costo de corregir un defecto en las etapas de diseño o codificación, en promedio, es de 1 a 2 órdenes de magnitud menor que si se corrigiera en la etapa final de pruebas o una vez que el software salió a producción [[2](#PJo98)]. Lo que muchas empresas no tienen en cuenta es que la calidad en el desarrollo debería ser la prioridad. Implementar calidad significa que los productos se vuelvan predecibles en tamaño, esfuerzo y costo de desarrollo, que sean más fáciles de dar seguimiento y que tengan un costo menor de mantenimiento, al contar con menos defectos que salen a producción.

A su vez, el tiempo de desarrollo se reduce al llegar a la etapa de pruebas con menos defectos, lo que aumenta la probabilidad de entregar el producto en tiempo y forma. Pero sobre todo, y lo más importante, es que de esta manera se está más cerca de conseguir la satisfacción del cliente, lo que en última instancia provoca el desarrollo de más y mejores proyectos.

* 1. Objetivos y alcances

En la actualidad existe un gran número de sistemas que apoyan en la implementación y seguimiento de actividades de calidad. Algunos sistemas se enfocan principalmente en el registro y seguimiento de defectos del sistema en desarrollo, en otros su principal funcionalidad radica en la versatilidad al momento de configurar cómo se registrarán los defectos. Algunos más cuentan con la capacidad de integrarse con planes de pruebas para llevar un mejor control de lo que ocurre en estas etapas [[6](#Wik11)]. Dentro de estos sistemas, se encuentran los que son propietarios y requieren forzosamente de alguna licencia y también los que se rigen bajo la “Licencia Pública General” (GPL).

El común denominador de estos sistemas es que son muy eficientes en determinados procesos y etapas del ciclo de vida, pero dejan de serlo para otras fases igual de importantes en el desarrollo. Esto, aunado a los desmotivadores previamente mencionados y a la creencia general sobre la dificultad existente para implementar modelos y planes de calidad, inhibe a las empresas para adoptar actividades que mejoren la calidad final de sus productos de software.

El trabajo de investigación se centra en el desarrollo de un sistema de software que facilite la adopción e implementación de actividades de calidad en las empresas, especialmente pequeñas y medianas, que no cuenten con estas actividades mediante:

* La posibilidad de registrar las actividades de desarrollo y de calidad asociadas a las primeras, para establecer el esfuerzo requerido en la realización del proyecto.
* Registrar, caracterizar y dar seguimiento a los defectos surgidos durante el proyecto.
* La posibilidad de llevar a cabo diferentes técnicas de detección de defectos asociadas a actividades de calidad, para conocer el esfuerzo invertido en estas actividades y la eficiencia de la implementación de las técnicas.
* Llevar a cabo las técnicas de detección de defectos mediante listas de supervisión personalizadas, con el objetivo de incrementar la eficiencia de las mismas de manera paulatina.
* Generar estadísticas y métricas que permitan conocer al equipo de desarrollo, líder de proyecto y gerente cómo se desarrolló a final de cuentas el proyecto. Todo esto a partir de los datos introducidos en el registro de las actividades de desarrollo y de calidad, del registro de defectos y de las técnicas de detección de defectos.

También se pretende con la investigación exponer un panorama detallado del estado del arte en cuanto a técnicas de detección de defectos se refiere. Específicamente, describir cada una de las diferentes técnicas, exponer sus ventajas y desventajas, mencionar los motivadores y desmotivadores que ocasionan que se lleven a cabo o no, qué tan eficientes pueden llegar a ser, y finalmente, establecer cómo es que estas técnicas colaboran para que los sistemas de software sean de mayor calidad.

* 1. Contribuciones de la investigación

La primera contribución es la explicación detallada y la concientización sobre la importancia y el papel de las técnicas de detección de defectos en el aseguramiento de la calidad en productos de software. Cómo es que estas técnicas correctamente implementadas contribuyen a disminuir el número total de defectos y la densidad de los mismos. Además cómo estas técnicas reducen el tiempo total invertido en las fases de pruebas y mantenimiento, lo que se traduce en la reducción del costo total de elaboración del producto.

La segunda contribución consiste en la exposición sobre cómo el sistema BM podría colaborar y facilitar la adopción y realización de actividades de calidad en empresas dedicadas al desarrollo de software, mediante el uso del sistema, y entendiéndolo como un apoyo y no una solución única y total a los problemas específicos de cada empresa. Es decir, cómo el sistema podría atacar y reducir los desmotivadores y argumentos principales por los que las empresas no cuentan con algún plan de aseguramiento de la calidad, para así facilitar la adopción del plan.

* 1. Organización del documento

El resto del documento se organiza de la siguiente manera. En el capítulo 2 se provee el significado de la calidad en el software, qué significa calidad aceptable y porqué es importante abordar la calidad en todo el proceso de desarrollo. En el capítulo 3 se expone cómo es que se puede implementar la calidad durante este proceso, mientras el cuarto expone cómo se puede mejorar paulatinamente. El capítulo 5 se centra en la exposición de las diferentes técnicas de detección de defectos, sus ventajas y desventajas y su contribución al mejoramiento de la calidad. Este capítulo corresponde al tema de especialización de la tesis.

En el capítulo 6 se explica qué es el BM, haciendo un énfasis en las técnicas de detección de defectos, y cómo se desarrolló. El capítulo 7 muestra los resultados obtenidos de la investigación teórica y del desarrollo del sistema. El capítulo 8 expone las conclusiones surgidas del desarrollo de la investigación y del sistema, así como sugerencias sobre trabajo futuro que podría agregar más valor a lo ya hecho. El capítulo 9 lista las referencias bibliográficas utilizadas durante la investigación y el capítulo 10 contiene los apéndices que complementan este documento de tesis.

CAPÍTULO 2

1. Calidad de Software
   1. ¿Qué es calidad?

La ingeniería de software es una actividad considerada (hasta el momento) como una de las más complicadas para la elaboración de productos finales con calidad. Sin duda alguna, realizar productos con calidad es cada vez más importante, debido a la trascendencia que adquiere día con día el software en las actividades y procesos diarios de empresas. Es por eso que no sólo es importante conocer el concepto de calidad en términos generales, sino conocer las particularidades de la ingeniería de software, para adaptar la teoría sobre calidad a esta rama de la ingeniería.

Establecer o definir el concepto de calidad como tal no es sencillo, ya que se puede abordar desde diferentes puntos de vista. Comenzando por definirla desde un punto de vista muy general, se puede decir que la calidad es gratis, no se da por sí sola, pero es gratis y significa el grado de conformidad con los requerimientos [[7](#PBC79)]. Esto quiere decir que la calidad significa hacer mejor lo que de cualquier manera se tiene que hacer.

Para esto no se requiere ser demasiado habilidoso ni experto en el tema, sino simplemente poder definirla en términos que no dejen lugar a la interpretación ni a la ambigüedad. Al especificarla de esta manera se vuelve una entidad alcanzable y medible (y por lo tanto mejorable), una vez que se adquiere el compromiso y el entendimiento para realizarla.

Siendo más específicos, la calidad se puede componer de varios significados, pero dos son los más críticos: 1) El desempeño del producto, que termina por relacionarse con el grado de satisfacción del cliente y 2) Que esté libre de defectos, que termina por relacionarse con el grado de insatisfacción del cliente [[8](#JMJ88)]. En cuanto al desempeño, se refiere a la comparación de productos similares dentro del mercado, siendo el objetivo principal el que el producto sea de mayor o igual desempeño que los de la competencia. Además, los defectos se relacionan con quejas, reclamos, devoluciones y re-trabajo, todas éstas como formas de insatisfacción.

También resulta importante señalar que los defectos pueden impactar a clientes externos o internos. Cuando es el caso de los externos, los defectos representan una amenaza en las ventas futuras. Cuando es el caso de los internos, generalmente constituyen una fuente de aumento en los costos. El objetivo a largo plazo es alcanzar la perfección, es decir, cero defectos. Cabe resaltar que la satisfacción y la insatisfacción no son opuestas, la primera es la razón por la cual se compra un producto, la segunda es la razón por la cual el cliente se queja del producto. Por lo tanto, es posible que un producto esté libre de defectos, pero no sea posible su venta debido a que el desempeño del mismo esté por debajo de la competencia.

Hablando más específicamente de lo que es la calidad en software, el “Institute of Electrical and Electronics Engineers” (IEEE) la define ofreciendo dos alternativas. La primera es:

“*El grado en el que un sistema, componente o proceso cumple con los requerimientos especificados*”.

La segunda es:

“*El grado en el que un sistema, componente o proceso cumple con las necesidades o expectativas del cliente o usuario*”.

La primera alternativa es bastante similar a la primera definición “general” de calidad, y desde el punto de vista del desarrollo de software, esta definición deja de lado los errores que se incluyen al momento de especificar los requerimientos y que por lo tanto no reducen la calidad del software, lo que constituye una deficiencia en el enfoque [[9](#DGa04)]. De igual manera si consideramos la segunda alternativa, y nuevamente desde el punto de vista de desarrollo, esto implica que el cliente esté libre de cualquier responsabilidad en la especificación de los requerimientos, lo que puede traer como consecuencia dificultades en el momento del desarrollo, ya que probablemente los requerimientos no satisfagan las necesidades del cliente [[9](#DGa04)].

Estas definiciones dejan una sensación que la calidad en el software es algo por lo que nos debemos de preocupar una vez que ya esté escrito el código, para comparar el resultado final con lo que se especificó al principio. Sin embargo, si se hace de esta manera se encontrarán problemas que orillarán a emplear una gran cantidad de esfuerzo y dinero en el re-trabajo del producto.

Una definición más completa de lo que significa la calidad en el software es [[10](#RSP92)]:

“*El grado de conformidad con los requerimientos explícitamente establecidos, tanto funcionales y de desempeño, con los estándares de desarrollo explícitamente documentados y con las características implícitas esperadas para todo software desarrollado profesionalmente.*”

Esta definición supone ya una manera de realizar el desarrollo, lo que implica que las actividades de calidad estén presentes en otras fases del proceso igualmente importantes a la codificación y a las pruebas. Es decir, el aseguramiento de la calidad debe abarcar todas y cada una de las fases, desde el análisis y diseño hasta el mantenimiento una vez que el producto salió a producción.

Una vez conociendo esto, se puede afirmar que el aseguramiento de la calidad para un producto específico de software, debe surgir al mismo tiempo que se concibe la idea de desarrollar un nuevo producto, y debe terminar al mismo tiempo que se deja de utilizar el sistema. Sin embargo, todas estas definiciones e ideas expresadas llevan a pensar que el sistema de software tiene que ser, simplemente, perfecto. Por supuesto que el objetivo final, ideal y deseable debe ser éste, siempre y bajo cualquier circunstancia.

Pero así como se han desarrollado estándares de calidad, como el ISO 9001, que establecen los criterios sobre los cuales se puede clasificar un producto o proceso como de calidad o no, así también se pueden establecer criterios que definan cuándo un producto de software es de calidad aceptable, es decir, lo suficientemente bueno. Entendiendo por eso que cumple con todos los criterios establecidos para clasificarlo como tal.

* 1. Calidad aceptable

Es indudable que el software perfecto para un sistema complejo no puede ser garantizado en la práctica [[11](#Col94)]. Esto puede dirigir hacia otra manera de pensar en la que se aborde el problema desde una perspectiva distinta que lleve a definir la construcción de un sistema que sea lo suficientemente bueno, tomando en cuenta situaciones y restricciones presentes en todo proyecto de software, como [[12](#JBa97)]:

* El recurso humano es por mucho el componente más vital y variable en los proyectos.
* Se tiene la obligación de lidiar con incertidumbre, complejidad, limitaciones, equivocaciones e imperfección en general.
* Todo tiene un costo, y lo que se desea siempre excede lo que se puede construir.
* En última instancia, la calidad es subjetiva.
* La excelencia no es algo que se alcance mecánicamente, hay que resolver dificultades, valores contradictorios y definir prioridades.
* Teniendo esto en cuenta, es que se puede decir que los métodos para desarrollar software son útiles.

Tomando como premisa estos conceptos, se puede establecer un marco de referencia sobre el cuál evaluar si el producto será lo suficientemente bueno o no. La clave es que este marco de referencia ayude a pensar qué es lo importante al momento de evaluar la calidad del producto. En base a esto, el marco de referencia puede contener los siguientes elementos [[12](#JBa97)]:

* El sistema cuenta con los beneficios suficientes, es decir, las partes interesadas se darán cuenta de ellos y contiene todos los beneficios indispensables. Además, el impacto de estos beneficios es el pretendido.
* El sistema no tiene problemas críticos, qué probabilidad existe que estos problemas se presenten y cuál es su impacto en caso de que lo hagan.
* Los beneficios superan de manera considerable a los problemas.
* Dadas las condiciones actuales, la implementación de mejoras al sistema sería más dañina que benéfica.

Todos y cada uno de estos puntos son fundamentales, por lo que al no cumplir con alguno el sistema podría ser bueno, pero no lo suficientemente bueno. Es importante recalcar que al adoptar este enfoque como tal, no se pretende caer en la mediocridad ni mucho menos en una actitud de “construir el sistema con lo mínimo absolutamente indispensable”. En lugar de esto, lo que se pretende es retroceder un poco y tomar una actitud de pensar y evaluar lo que realmente conviene para el sistema, y no solo realizar las “mejores prácticas” siguiendo al pie de la letra formalidades y requerimientos.

Finalmente, el propósito primordial de este enfoque es crear un nuevo paradigma sobre la idea de calidad en el software, mediante una evaluación crítica de lo que debe contener el sistema para que éste sea exitoso.

* 1. La importancia de la calidad

El costo al momento de realizar cualquier proyecto de software es una de las limitaciones más importantes, sino es que la principal. Esto aplica de manera indistinta para cualquier empresa de desarrollo sin importar su tamaño, experiencia y madurez. El objetivo primordial de realizar actividades de calidad es aumentar la probabilidad de que un sistema, al salir a producción, se considere como exitoso. Sin embargo, es importante tener en mente que siempre que sean bien implementadas, las actividades de calidad permitirán reducir el costo total de desarrollo de un producto en específico al mismo tiempo que se reducen el número de defectos que salen a producción.

* + 1. Costos de la calidad de software

Tomando en cuenta lo descrito anteriormente es importante conocer cuáles son los costos de implementar actividades de calidad y cómo es que se pueden mejorar. Los costos de la calidad se pueden dividir en dos grandes categorías [[9](#DGa04)]:

* Costos de control. Son aquellos que surgen debido a la prevención y detección de errores.
* Costos de fallas de control. Son aquellos que surgen precisamente de la falla en el control.

A su vez, los costos de control se dividen en costos de prevención y en costos de evaluación o revisión. Los costos de prevención incluyen todas aquellas actividades que la empresa realiza de manera general para aumentar la calidad, es decir, actividades como adquisición de infraestructura tecnológica, capacitación a personal y certificaciones. Los costos de evaluación o revisión son aquellos que la empresa realiza para un proyecto en específico. Estos costos incluyen actividades como revisiones técnicas de diseño, revisiones de código y pruebas de software.

Los costos de falla de control se dividen a su vez en costos internos y externos. Los internos son todos aquellos que se derivan de corregir errores detectados por las actividades de evaluación y revisión. Los externos son aquellos que se derivan de corregir los errores detectados una vez que el producto fue liberado al cliente [[13](#LLa09)]. La figura 2.1 resume todos estos costos.

Por supuesto que lo deseable es que todos estos costos se optimicen cada vez que se realiza un nuevo proyecto, inclusive aumentando la calidad, al mismo tiempo, del producto final. Ahora bien, ¿cómo se puede lograr esto? Sin duda no es tarea fácil, pero definitivamente es algo realizable.

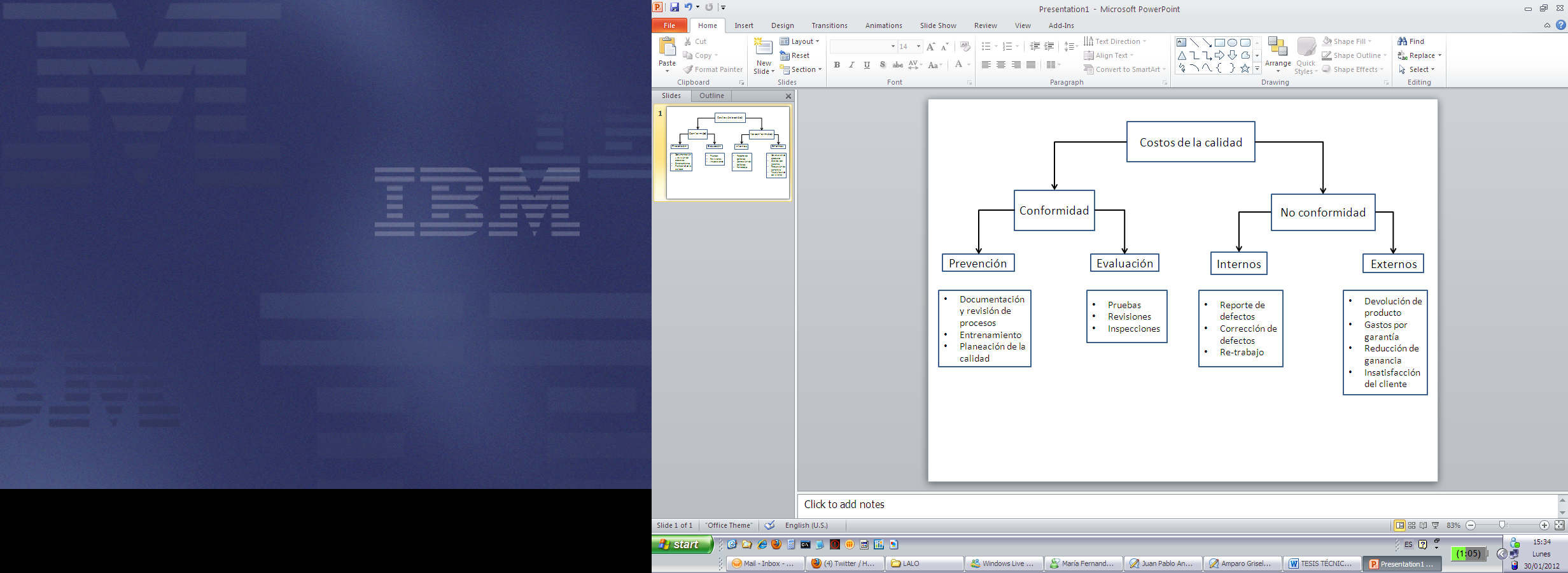


Figura 2.1. Costos de la calidad.

Anteriormente se mencionó que el costo de corregir defectos es mucho menor cuando son detectados en las fases tempranas del proyecto. Es decir, si realizamos actividades de calidad desde el principio, el costo de las fallas internas y externas se reducirá de manera considerable, ya que a final de cuentas se reduce el número de defectos que llegan a producción (los más costosos de corregir). Sin embargo, si realizamos demasiadas tareas de prevención y evaluación puede que sea contraproducente en un punto extremo, ya que los costos de control se pueden elevar de igual manera.

Lo explicado previamente significa que debemos encontrar un equilibrio a medida que se van implementando y haciendo más eficientes las actividades de calidad, pero siempre recordando que es menos costoso implementar calidad en fases tempranas que en tardías. La figura 2.2 [[13](#LLa09)] es una clara muestra de lo que se debe buscar como ideal.

* + 1. Revisiones

Las actividades de calidad en etapas tempranas del desarrollo generalmente consisten en algún tipo de revisión. Ya sea revisión de la especificación de requerimientos, del diseño o del código fuente. En el capítulo 5 se encontrará una explicación detallada de las mismas. Todos estos tipos de revisiones o técnicas de detección tienen el objetivo de encontrar el mayor número de defectos posibles, para evitar que éstos lleguen a fases tardías, como pruebas o producción. Para dar una idea del impacto que tienen estas revisiones, basta repasar el costo de corregir los errores.

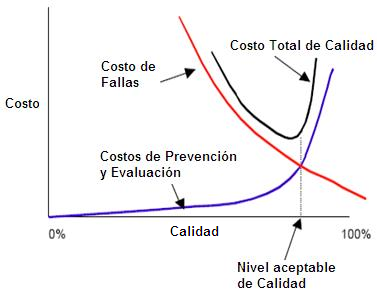


Figura 2.2. Modelo de calidad de software.

Suponiendo que el costo de corregir un error en la fase de diseño es de 1 unidad. El mismo error, pero descubierto antes de que comience la fase de pruebas costará 6.5 unidades; durante la fase de pruebas costará 15, y después de que el producto sea liberado costará entre 60 y 100 unidades [[10](#RSP92)]. Y no solo eso, sino que existe un “efecto multiplicador” que se traduce en un mayor número de errores.

Por ejemplo, suponiendo que existan 10 errores en diseño, que no se realizan revisiones en el proceso, pero que cada etapa posterior corrija el 50% de los defectos al llegar a esa etapa y no introduzca nuevos, esos 10 defectos originales se convertirán en 94 al comenzar la fase de pruebas [[10](#RSP92)].

De acuerdo a una recopilación de datos sobre diferentes proyectos de software mostrada en la tabla 2.1 [[10](#RSP92)], se puede apreciar que el costo total de corrección sin haber realizado revisiones es prácticamente 3 veces mayor al costo habiendo hecho revisiones. Además, el costo de corrección después de haber sido liberado el producto es 4 veces mayor, lo que evidentemente impacta en la calidad final del mismo y en la percepción del cliente, siendo éste uno de los puntos más importantes en las definiciones expuestas de calidad de software.

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| **Errores encontrados** | **Número** | **Costo Unitario** | **Total** |
| Con revisiones | | | |
| Diseño | 22 | 1.5 | 33 |
| Antes de pruebas | 36 | 6.5 | 234 |
| Pruebas | 15 | 15 | 315 |
| Producción | 3 | 67 | 201 |
|  |  |  | **783** |
| Sin revisiones | | | |
| Antes de pruebas | 22 | 6.5 | 143 |
| Pruebas | 82 | 15 | 1230 |
| Producción | 12 | 67 | 804 |
|  |  |  | **2177** |

Tabla 2.1 Comparación de costos de calidad.

Finalmente, se puede afirmar que se obtiene un beneficio doble al implementar revisiones a través del ciclo de desarrollo, ya que el costo y el tiempo están íntimamente relacionados. Es decir, menos costo significa menos tiempo de desarrollo y viceversa. En la figura 2.3 se puede observar cómo una reducción de costos a la mitad también se traduce en una reducción del 20% en tiempo, lo que puede traer consecuencias favorables en el mercado y hacia los clientes. El eje X de la figura representa el retorno de inversión, mientras que el eje Y representa la reducción en tiempo de desarrollo.

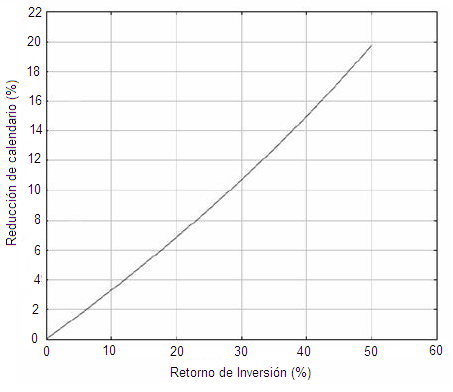


Figura 2.3. Relación costo-calendario.

Con estos datos se puede apreciar de manera contundente la importancia de implementar actividades de calidad durante todo el ciclo de desarrollo del producto, observando que se obtienen beneficios claros y tangibles al reducir el costo total del desarrollo y el tiempo total invertido en el mismo.

Lo más importante es que se afectan directa y positivamente dos de las limitaciones más grandes y comunes de cualquier proyecto de software, además de entregar un producto con mayor calidad, lo que sin lugar a dudas el cliente apreciará.

CAPÍTULO 3

1. Implementación de la Calidad

Una vez que se conoce lo que significa la calidad en el software, cuándo un producto puede ser considerado como de calidad aceptable y porqué es importante realizar actividades de calidad, el siguiente paso natural es preguntarse cómo es que se puede implementarla en una empresa para alcanzar los resultados deseados.

Los cambios en las empresas siempre causan dolores de cabeza para la empresa misma y sus colaboradores, y definitivamente la implementación de calidad representa un cambio significativo. Por lo tanto, éste debe ser un cambio o proceso que se adopte de manera paulatina e incremental, para evitar la desmotivación por no alcanzar resultados y poder volverse expertos en las tareas realizadas.

Se pueden comenzar a implementar actividades de calidad con el apoyo de un modelo a seguir, así como con el uso de una herramienta diseñada y desarrollada para estos propósitos:

* Modelos de calidad. Son guías que proporcionan información sobre cómo se puede alcanzar la calidad en productos de software. Facilitan la adopción de procesos que mejoran la calidad y establecen criterios para determinarla.
* Herramientas de software. Las actividades de calidad representan un esfuerzo considerable, por lo que realizarlas “a mano” consumiría demasiado tiempo. Una herramienta sirve como apoyo para automatizar actividades y dar seguimiento más fácilmente.

En este capítulo se describen algunos modelos y se menciona el modelo en el cual se basó el desarrollo del BM. También se exponen algunas herramientas de software que tienen alguna similitud con el BM.

* 1. Modelos de calidad

La existencia de modelos que ayuden a definir lo que significa la calidad en productos de software es casi tan antigua como el software mismo. A lo largo de los últimos 30 años se han definido decenas de modelos que pretenden asegurar la calidad de una u otra manera, por lo que es imposible describirlos todos. A continuación se describen algunos modelos representativos de los mismos.

* + 1. ISO 9126

Este modelo fue desarrollado por la International Organization for Standardization (ISO) por primera vez en 1991 (www.iso.ch), teniendo una revisión y separación en 4 partes a partir del 2001. Prácticamente es mencionado en cualquier texto, revista o publicación acerca de los modelos para calidad de software.

La primera parte del ISO contiene la definición del modelo de calidad. A su vez, este modelo de calidad se divide en dos partes: el modelo de calidad interna y externa y el modelo de calidad en uso. El modelo de calidad interna y externa consiste de 6 características que a su vez se subdividen en 27 sub-características. Las 6 características son: funcionalidad, confiabilidad, usabilidad, eficiencia, portabilidad y capacidad de mantenimiento.

El modelo de calidad interna se centra en las propiedades estáticas de las partes individuales del sistema, como lo son la complejidad y la estructura de los elementos de diseño y codificación. Generalmente estas propiedades se pueden medir durante fases tempranas del ciclo de desarrollo. Estas medidas tienen significado por sí solas.

El modelo de calidad externa compete al momento de ejecutar el software en el hardware, es decir, las propiedades dinámicas del mismo. Una medida típica de esto es el tiempo promedio entre fallas, que se relaciona con la confiabilidad dentro del modelo de calidad. Sin embargo, a diferencia de las métricas internas, las externas no tienen significado por si solas, sino que dependen de los elementos externos como el hardware y los datos [[14](#JBo08)].

El modelo de calidad en uso, establece 4 características que precisamente abordan el uso del sistema [[15](#REA09)]. Estas características son la efectividad, la productividad, la satisfacción y la seguridad, es decir, tienen que ver con las actividades específicas que realizan los usuarios en un ambiente real.

La segunda, tercera y cuarta parte del estándar proveen información acerca de las métricas externas, internas y de calidad en uso respectivamente. Particularmente se explica el uso y la aplicación de las métricas, proveyendo ejemplos sobre su utilización dentro del ciclo de desarrollo del producto.

Una de las desventajas del modelo es su tamaño. Ya que tratar de definir y medir todas las características y sub-características sería una tarea demasiado grande y compleja, probablemente al grado de superar las tareas propias del desarrollo del sistema. Esto implica que en la gran mayoría de los casos es necesario hacer un análisis de las características más importantes del sistema a desarrollar para enfocar los esfuerzos en la definición y medición de esas características. Probablemente la evaluación para determinar las características más importantes tampoco sea una tarea fácil de realizar, especialmente al inicio del proyecto.

* + 1. CMMI-DEV

De acuerdo al “Software Engineering Institute” (SEI), el Capability Maturity Model Integration (CMMI) es un:

*“proceso enfocado a la mejora que provee a las organizaciones de los elementos esenciales de los procesos efectivos que mejorarán su desempeño”.*

Esto involucra identificar fortalezas y debilidades para convertir éstas últimas en las primeras. CMMI consiste de una colección de mejores prácticas que se traducen en un modelo. El modelo a su vez consiste de áreas de proceso. Algunas áreas son comunes para todas las representaciones del modelo y otras son específicas de cada representación.

Las 3 constelaciones del CMMI son: Adquisiciones (CMMI-ACQ), desarrollo (CMMI-DEV), y servicios (CMMI-SVC). La constelación más significativa para el tema es el CMMI-DEV, ya que es la que se enfoca al desarrollo de productos.

Ahora, ¿por qué una empresa en específico decidiría implementar CMMI? Nuevamente de acuerdo al SEI, estas son las ventajas más tangibles que ofrece:

* Se obtienen beneficios con un retorno de inversión significativo.
* Es compatible con estándares y metodologías de desarrollo.
* Es un proceso que está en continua evolución. Este punto es clave, ya que así evita ser un modelo que probablemente se vuelva obsoleto.

Lo interesante acerca de este modelo es que funciona como un marco de referencia en el cuál se definen ciertas características que deben tener los procesos, para considerarlos como de cierta madurez [[1](#PJa00)]. El modelo sólo establece las áreas que se deben cubrir para alcanzar los distintos niveles de madurez, pero no menciona los procesos específicos que se deben seguir. Dicho de otra manera, el modelo especifica el resultado (o el qué) y las áreas de aplicación (o el dónde), pero deja a consideración de cada organización la forma de llegar a ese resultado (o el cómo).

La representación por etapas del modelo incluye 5 niveles: inicial, administrado, definido, cuantitativamente administrado y optimizado. El nivel 1 es el más bajo, en el que el proceso es prácticamente impredecible; y el nivel 5 el más alto, en el que se busca la optimización de los procesos continuamente.

Cada nivel de madurez incluye un número predeterminado de áreas de proceso. Los niveles inferiores son la base de los niveles superiores. Es necesario implementar los niveles inferiores para desarrollar habilidades que permitan implementar y ejecutar eficientemente los procesos de los niveles superiores.

Una de las razones principales por las que este modelo es escogido para asegurar la calidad de los productos es el beneficio en el retorno de inversión que representa. Este retorno de inversión se refleja en la reducción de costos al momento de implementar procesos de calidad.

En promedio una empresa de nivel 1 invierte el 60% del costo total de desarrollo sólo en actividades relacionadas a la corrección de fallas (costo de la no calidad). Para cuando llega al nivel 3 este costo se reduce al 50%. Una empresa de nivel 5 puede llegar a tener costos menores al 25% del costo total. Cabe señalar también cómo los costos externos de fallas se reducen más o menos en la misma proporción que los costos totales y cómo aumentan los costos de prevención [[13](#LLa09)].

A final de cuentas, CMMI-DEV es una constelación que proporciona lo que se necesita hacer para asegurar la calidad de productos, específicamente de sistemas de software. Siempre será importante analizar los elementos que se considere puedan agregar valor a la empresa y adaptarlos al contexto actual de la misma.

* + 1. Modelos de calidad para los sistemas de software

B.W. Boehm encabezó junto con un grupo de personas los primeros estudios que concluyeron en la definición de modelos de calidad para los sistemas de software. Curiosamente, existieron estudios previos que se pueden considerar como un esbozo de los primeros modelos de calidad. Específicamente nombra a los autores R. J. Rubey y R. D. Hartwick como los primeros en desarrollar métodos para evaluar la calidad del software mediante la definición de atributos y métricas en el año de 1968 [[16](#BWB76)].

La razón principal de sus estudios fue precisamente abordar varios atributos de calidad difíciles de definir y evaluar en aquella época (algunos se mantienen hasta el día de hoy), con el fin de crear una estructura que permitiera evaluar cuantitativamente la calidad de un producto. Particularmente buscaba que [[16](#BWB76)]:

* Dado un programa específico, comprobar que lo desarrollado iba acorde con lo especificado mediante una o más métricas.
* La calidad global del software fuera el resultado de aplicar una función al valor de las métricas.

Todo esto lo hizo pensando específicamente en la evaluación de programas desarrollados en Fortran. De los estudios realizados obtuvieron como conclusiones principales que cualquier métrica, por más simple que fuera, siempre contenía un lado opuesto que comprometía su credibilidad. También concluyeron que el software evoluciona tan rápido, que establecer métricas podría resultar contraproducente en casos específicos.

Además determinaron que calcular una métrica para evaluar la calidad global traería más problemas que beneficios, debido a que las características individuales de la calidad algunas veces entran en conflicto. Al analizar estas situaciones, determinaron que lo mejor era:

* Desarrollar una serie de características que fueran importantes para el sistema, que no se traslaparan y estuvieran completas.
* Definir métricas que sirvieran como guías para características individuales.
* Determinar la correlación de las métricas y características con la calidad, así como su impacto.
* Darle la importancia a cada métrica respecto al punto anterior.
* Finalmente, mejorar las métricas y características para conformar un grupo lo más mutuamente exclusivo posible y completo para evaluar la calidad.

En base a esto, desarrollaron una serie de características que consideraron como iniciales. Después, al revisar las particularidades del lenguaje Fortran y desarrollar mediciones para éste, se percataron que las mediciones aplicaban para más de alguna característica, por lo que identificaron que las características se relacionaban en una especie de árbol.

Así fue como desarrollaron un segundo nivel de características. Al profundizar en su estudio, encontraron que todas se podían representar en el árbol, quedando las iniciales como las características más específicas (en el último nivel del árbol) y a partir de éstas establecieron unas más generales. Este fue el proceso para desarrollar el primer modelo de calidad completo y similar a los desarrollados hoy en día. La figura 3.1 [[16](#BWB76)] muestra el árbol final de características.

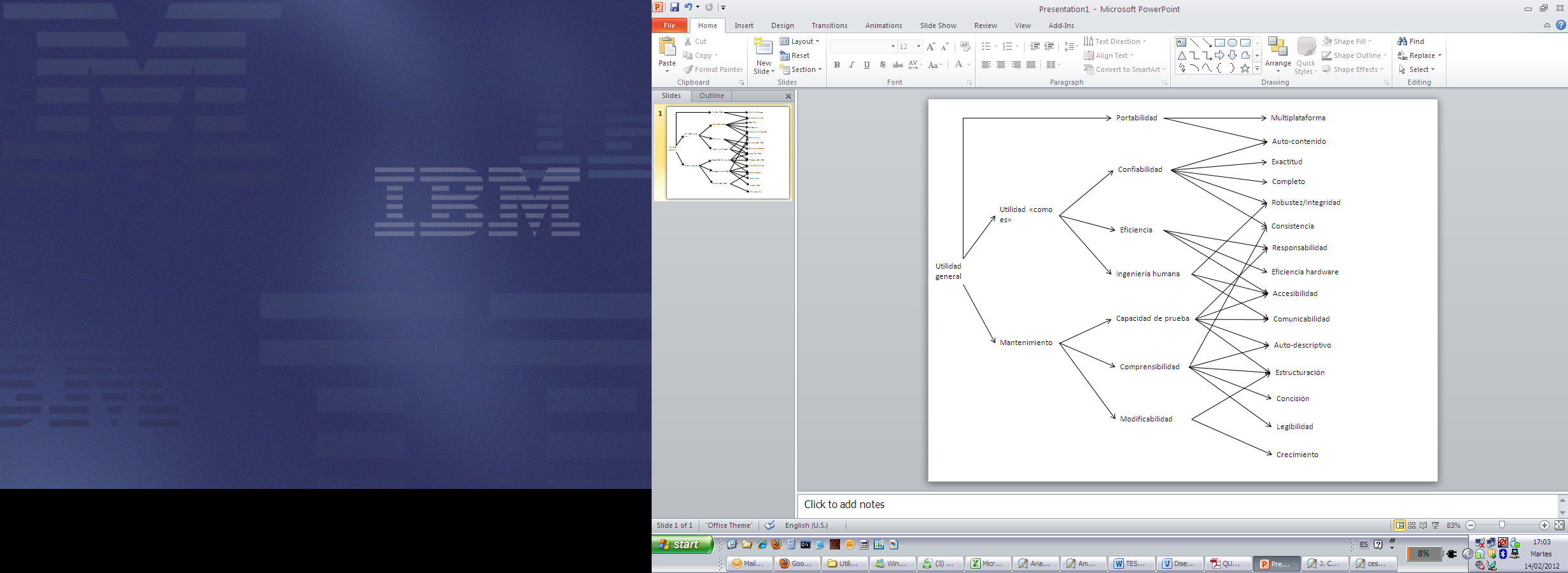


Figura 3.1 Árbol de características de calidad.

* + 1. PSP/TSP

El “Personal Software Process” (PSP) se enfoca en las prácticas y procesos para el programador de manera individual. Es un proceso centrado en la retroalimentación de las actividades realizadas por el programador, con el objetivo de mejorar el proceso de manera paulatina. Esta retroalimentación se logra a través de la medición de las actividades y el registro de defectos.

Esto significa registrar lo que se está haciendo a medida que se hace. Principalmente se registran el tiempo invertido en las actividades, el tamaño de las actividades que se están realizando y el número de defectos encontrados en las actividades de revisión, clasificándolos por su tipo.

PSP sugiere realizar revisiones personales tanto al diseño como al código dentro del proceso global de desarrollo. Estas dos actividades son identificadas como fases, al igual que las distintas fases de pruebas, como por ejemplo, las pruebas unitarias. Todo esto se registra mediante listas de supervisión personalizadas que van evolucionando con el tiempo.

Con los resultados de esta retroalimentación se identifican las áreas en las que se obtienen buenos resultados, así como las áreas de oportunidad. Lo que lleva a modificar poco a poco el proceso para mejorar en estas áreas.

Sin embargo, al momento de involucrar a un programador en un proyecto real con un equipo y con restricciones de recursos, se debe conocer cómo aplicar estas prácticas para que realmente sean eficientes y efectivas. Es por esto que el SEI desarrolló el “Team Software Process” (TSP) con el objetivo de abordar los retos de los diferentes proyectos, basados en las prácticas de PSP.

TSP identifica cuatro retos principales, sin importar el tipo o requerimientos especiales del proyecto. Estos retos tienen que ver con el compromiso, el control, la calidad y el trabajo en equipo:

* Mientras más grande sea el proyecto, menos injerencia tiene el equipo de desarrollo en los compromisos acordados para el mismo.
* A medida que el proyecto crece, es más difícil mantener el control y conocer el estatus del mismo.
* Mientras más partes por separado se desarrollan en un proyecto, debido a su tamaño, la calidad de éstas adquiere mucha mayor importancia.
* Mientras más grande sea el equipo, es más difícil mantenerlo motivado y unido.

Para abordar los retos de manera adecuada y que éstos se conviertan en algo positivo, TSP propone lo siguiente:

* El aspecto más importante para el éxito del proyecto es la motivación y unión de equipo. Para lograr esto, TSP propone el rol de entrenador (o coach, en inglés). Esta persona se encarga de motivar al resto del equipo, insistir en una dedicación que lleve a la excelencia, así como servir de soporte y guía en el desarrollo grupal e individual.
* El equipo debe ser auto-dirigido, es decir, que defina sus propias estrategias, procesos y planes. Todo esto fundamentado en que el equipo es el que mejor puede determinar la manera de desarrollar un proyecto.
* Siempre es necesario desarrollar un plan al que el equipo se pueda comprometer antes de hacerlo con la gerencia. Demostrar que ese es el mejor plan basado en los requerimientos recibidos y que cualquier cambio implica la revisión del mismo para determinar el impacto en costo y tiempo.
* Además es necesario mantener siempre el plan actualizado. Mantenerlo actualizado permitirá mantener control sobre el proyecto. Esto también implica informar el progreso a la gerencia de manera periódica, lo que creará una relación de confianza entre la gerencia y el equipo.

TSP junto con PSP han probado dar buenos resultados en distintos proyectos de software. En 20 proyectos de TSP, el esfuerzo planeado oscila entre el 20% de adelanto hasta un retraso del 27%. El retraso promedio es del 6%, contra un 100% de proyectos que no utilizan TSP. En promedio, los equipos de TSP inyectaron 60 defectos por cada millón de líneas de código [[17](#WSH09)].

* + 1. Modelo en el BM

La decisión de adoptar un modelo o modelos de calidad para el desarrollo de sistemas de software dentro de una empresa no debe ser algo que se tome a la ligera. Por eso es importante conocer cuáles modelos pueden servir más en las condiciones en las que se encuentra la empresa.

Además de tener siempre en mente que no es obligatorio seguir al pie de la letra estos modelos, ya que finalmente sirven como guías. En su lugar, evaluar a conciencia las actividades de los modelos que ayudarían a la empresa y las actividades que no lo harían tanto, maximizarán el efecto positivo de incorporar nuevas actividades al desarrollo de sistemas.

Las ideas y actividades propuestas por PSP y TSP abordan cómo resolver el problema de la calidad, mientras que los otros modelos especifican qué aspectos y características se deben atacar para considerar a un sistema como de calidad. Sin embargo, estos modelos no recomiendan actividades concretas sobre cómo abordar y atacar estas características.

Es por esto que el Bug Manager (BM) tiene una gran influencia de PSP y está basado principalmente en este modelo, ya que al recomendar acciones concretas es más factible implementarlas dentro de un sistema de software.

Dentro de las funcionalidades del sistema, que se explican a detalle en el capítulo 6, se encuentra la de registrar todas las actividades de desarrollo y de calidad que se realizan durante el ciclo de vida. Dentro del registro se especifica el tiempo estimado, el tiempo invertido y el tamaño de la actividad.

También se registran los defectos encontrados por las actividades de calidad. El registro incluye las fases de inyección, detección y remoción, así como el tamaño del defecto y el tiempo invertido en la remoción del mismo.

* 1. Herramientas de software para la calidad

Además de contar con guías sobre cómo incrementar y asegurar la calidad de los sistemas de software, también es importante contar con herramientas que faciliten alcanzar estos objetivos. Es aquí donde los sistemas de seguimiento encajan dentro del ciclo de desarrollo.

A continuación se presenta una descripción de los principales sistemas, así como una evaluación de la situación actual de los mismos, exponiendo sus funcionalidades. Esto con el objetivo de conocer el panorama general de estas herramientas y tener una idea clara del contexto sobre el cual trabajan, para determinar dónde puede encajar el BM, que es a final de cuentas el sistema a desarrollar y uno de los dos objetivos principales de este trabajo de investigación.

Es importante señalar que existen diferentes tipos de herramientas o sistemas, con diferentes tamaños y alcances y con distintos tiempos de implementación. Existen desde las herramientas que solamente se especializan en el registro y seguimientos de defectos hasta las que involucran la administración de versiones junto con la gestión del proyecto. Con base en esto, podemos entonces clasificar las herramientas en 3 tipos:

* Sistemas de rastreo de defectos.
* Sistemas de gestión de proyectos.
* Sistemas que combinan 2 o más de estas funcionalidades.

Los sistemas de rastreo de defectos probablemente sean los más conocidos y adoptados dentro de la industria. Ganaron popularidad al crecer el número de integrantes dentro de los proyectos, además de estar establecidos en localidades remotas. Esto provocó que en la actualidad existan más de 70 herramientas (<http://www.aptest.com/bugtrack.html>) que faciliten el registro, clasificación, búsqueda y seguimiento de defectos en diferentes proyectos de software.

Algunas de estas herramientas son de uso libre, mientras que otras cuentan con diferentes esquemas de licenciamiento. Dentro de las herramientas más conocidas se encuentran:

* BugAware.com
* BUGtrack.
* Bug Tracker Software.
* Bugzero
* Bugzilla
* JIRA
* Defect Manager
* SWBTracker
* ZeroDefect

Algunas de estas herramientas son independientes de la plataforma, con posibilidad de utilizar varias bases de datos para almacenamiento de información. La mayoría tienen un ambiente web. Algunas cuentan con la capacidad de registrar defectos desde el correo electrónico.

Es importante tomar en cuenta ciertos aspectos al momento de comenzar a utilizar una herramienta. Estos sistemas por sí solos no resolverán los problemas de registro y seguimiento de defectos que pueda tener la empresa. El uso que se le dé a la herramienta será vital para alcanzar los objetivos deseados al momento de utilizarla. Algunas recomendaciones importantes son [[18](#NSe05)]:

* El registro correcto de los defectos es lo más importante, incluso por encima de la herramienta misma.
* El diseño de la aplicación es básico, ya que permitirá identificar los defectos de manera rápida.
* Decidir el alcance de uso para la herramienta es importante. Es diferente utilizarla como registro de tareas a rastreo de defectos.
* Definir un pequeño entrenamiento comunicando la manera en que se registrarán los defectos, esto llevará a un mejor entendimiento los registros.
* No utilizar la herramienta como seguimiento puntual al trabajo de los miembros del equipo. Si se sienten vigilados, introducirán datos falsos, lo que volverá inútil la herramienta.

Los sistemas de gestión de proyectos son los más completos por sí solos, ya que su propósito se extiende a lo largo de todo el ciclo de desarrollo. Los sistemas más exhaustivos incluyen la planeación y la estimación del esfuerzo del proyecto, la posibilidad de establecer un calendario de desarrollo, la administración de los costos y presupuestos, la asignación de recursos y el manejo de la documentación generada.

Al igual que con los sistemas anteriores, existen una gran cantidad de sistemas disponibles con diferentes funcionalidades, pero con el mismo propósito de administrar y gestionar correctamente los proyectos de software. Entre los más conocidos podríamos mencionar los de Microsoft, como Microsoft Project, Microsoft SharePoint y Microsoft Team Foundation Server. También la herramienta de HP (Project & Portfolio Software), la de Oracle (Project Portfolio Management) y algunas otras más.

Entre los 2 tipos de herramientas, probablemente existen más de 200 herramientas disponibles para diferentes empresas con una gran variedad de necesidades específicas. Inclusive algunas de estas herramientas pueden caer en el tercer tipo mencionado anteriormente, ya que la combinación de sus funcionalidades permite atacar varios propósitos. A continuación se presentan un poco más a detalle las funcionalidades de 3 herramientas conocidas.

* + 1. Bugzilla

Probablemente esta sea la herramienta más famosa actualmente, lo que no necesariamente la hace la mejor. Precisamente surgió a partir de la necesidad de contar con una herramienta de rastreo de defectos para el desarrollo del navegador “Mozilla” [[18](#NSe05)]. Está desarrollado en el lenguaje de programación PERL y funciona con la base de datos MySQL. A su vez, el servidor web sobre el que está montado es Apache. Dentro de las principales características del sistema se encuentran ([www.bugzilla.org/features](http://www.bugzilla.org/features)):

* Notificaciones vía correo electrónico configuradas a través de las preferencias de usuario.
* Diferentes vistas con información distinta de los defectos.
* Reportes que pueden ser enviados vía correo electrónico de manera automática.
* Gráficas y reportes sobre el estado de los defectos dentro de un proyecto.
* Algoritmos de reconocimiento de defectos similares, para evitar defectos duplicados.
* Sistema avanzado de búsqueda de defectos.

Esta última podría ser la característica más marcada del sistema, debido a que el motor utilizado permite realizar búsquedas bastante complejas y flexibles. Sin embargo, y especialmente para nuevos usuarios, puede ser complicada de utilizar, ya que existen criterios como “severidad” o “prioridad” que no quedan totalmente claros [[19](#NJo03)].

Resultaría interesante contar con una versión más sencilla del motor para realizar algunas búsquedas. Contrario a esto, la pantalla que muestra los resultados de la búsqueda resulta bastante sencilla y mucho más fácil de interpretar. Además, la información mostrada en esta pantalla representa una buena síntesis. A partir de aquí se puede seleccionar cada defecto para ver la información completa al respecto.

* + 1. GanttProject

Es un sistema de administración y calendarización de proyectos, similar a Microsoft Project, inclusive en su interfaz de usuario. Al estar desarrollado en Java, puede ser utilizado en diversos sistemas operativos como Windows, Linux o Mac OS. Opera bajo la licencia pública general (GPL). Las principales funcionalidades con las que cuenta son [[20](#Gan)]:

* Creación de gráficas de Gantt con información de las tareas y sus dependencias, así como sus hitos.
* Todas las tareas se organizan en una estructura de árbol, por lo que se puede definir una estructura lógica de división del trabajo.
* Es posible asignar los recursos definidos a cada una de las tareas del proyecto.
* Permite exportar las gráficas en formatos PDF, HTML y PNG.
* Además es posible interactuar con Microsoft Project a través de la importación de proyectos en ese formato y la exportación de los creados en GanttProject a ese formato. También es posible generar archivos separados por coma (CSV).
* Por último, es posible compartir proyectos a través de WebDAV, que básicamente es un servidor web en el que se pueden administrar y editar archivos.
  + 1. Rational Clear Quest

Es una herramienta de apoyo para la gestión de cambios y de rastreo de defectos. La herramienta es desarrollada y mantenida por International Business Machines (IBM). Puede ser utilizada con la configuración de instalación o modificarse a las necesidades de la empresa y del proyecto.

La herramienta ayuda a la gestión de proyectos mediante el manejo del flujo de trabajo de los miembros del equipo. Además, se pueden visualizar los elementos afectados por las solicitudes de cambio, ya sean mejoras o correcciones. Las principales funcionalidades y características de la herramienta son [[21](#IBM)]:

* La configuración y automatización del flujo de trabajo, permitiendo crear procesos repetibles y predecibles.
* Control de acceso con un proceso de identificación electrónico que permite asegurar que las solicitudes de cambio y los cambios fueron realizados por las personas adecuadas.
* Cálculo de métricas y realización de reportes en tiempo real.
* Administración de los cambios en el proyecto a través de las actividades realizadas, lo que permite mayor claridad al momento de comparar cambios.
* Plantillas para la gestión del ciclo de vida de la aplicación.
* Soporta desde equipos pequeños de desarrollo hasta equipos distribuidos remotamente.

Una vez que se conoce la cantidad de herramientas existentes y las principales funcionalidades con las que cuentan, es evidente que al realizar un nuevo sistema no se descubre el hilo negro. Por lo tanto el objetivo se vuelve aportar una nueva funcionalidad al momento de desarrollar un nuevo sistema o facilitar aún más la manera en que se realizan ciertas actividades correspondientes al ciclo de desarrollo.

También una determinada combinación de funcionalidades específicas puede provocar que el propósito final del sistema sea de valor. Esto último es lo que se busca alcanzar con el desarrollo del BM, ya que se pretende que las empresas que no tienen implementadas actividades de calidad, especialmente pequeñas y medianas, comiencen a realizarlas sin que esto represente un cambio demasiado brusco en la manera de desarrollar sus proyectos.

Al combinar el registro de las actividades de un proyecto de software con el registro de los defectos inyectados a lo largo del ciclo, se puede considerar al BM como un sistema combinado de rastreo de defectos con gestión de proyectos. Es decir, se toma la funcionalidad principal de cada tipo de sistema y se implementa en uno solo, incorporando al mismo tiempo los datos requeridos por PSP para la generación de estadísticas.

CAPÍTULO 4

1. Conociendo la Calidad

Si bien medir lo que se hace referente a la calidad es parte de su implementación, junto con la adopción de modelos de calidad y el uso de herramientas de software, su principal beneficio radica en que permite conocer si lo realizado hasta el momento ha traído beneficios significativos o si es necesario un reajuste a las actividades. Al mismo tiempo, permite conocer si la calidad del producto es aceptable o no.

Dicho de otra manera, existen métricas que permitirán evaluar la calidad final del producto en su versión inicial y posterior mantenimiento; junto con métricas que permitirán determinar si el proceso para desarrollar el producto es de calidad o no. Por ende, se pueden dividir las métricas de calidad en métricas de proceso y métricas de producto [[22](#SHK95)].

Una métrica en el contexto de calidad de software significa una función en la cual sus entradas son mediciones básicas de software y su salida un valor que representa el grado en el que el software posee determinado atributo [[23](#NFS97)].

* 1. Métricas de producto

Las métricas de producto son aquellas que permitirán evaluar la calidad final del mismo, siendo las dos principales el tiempo promedio entre fallas y la densidad de defectos. El tiempo promedio entre fallas se utiliza principalmente en sistemas de software críticos, como el sistema para controlar un avión o el tráfico aéreo. La densidad de defectos es una métrica mucho más conocida y utilizada, ya que está presente en varios sistemas comerciales.

La densidad de defectos significa esencialmente el número de defectos que contendrá el sistema por unidad de tamaño. De primera instancia, su definición parece bastante simple y no implica mayor esfuerzo. Sin embargo, hay varios detalles que se deben considerar al momento de su cálculo para obtener valores de utilidad. Primero que nada se debe de definir la unidad de tamaño a utilizar, las dos más comunes son las líneas de código (LOC) y puntos de función (FP). Se puede pensar que al escoger como unidad las líneas de código no debería haber mayor problema para calcular la densidad. ¿Y qué significa contar las líneas de código? En realidad es algo importante al momento del cálculo, ya que hay varios puntos que se deben tomar en cuenta para determinar el número total de LOC:

* Contar el número físico de líneas.
* Contar el número de líneas ejecutables.
* Contar el número de instrucciones.
* Contar el número de líneas ejecutables más las declaraciones.
* Contar el número de líneas ejecutables más los comentarios y las declaraciones.
* Lenguaje de programación. Varía el número de líneas físicas para formar una instrucción.

Así puede haber muchas combinaciones más, y cada una de ellas traerá diferentes resultados. Lo importante es definir un estándar y ser consistente con ello. A su vez, los FP surgieron como idea para tratar de mitigar las desventajas que representaba no contar con un estándar definido para contar las LOC. Esencialmente, los FP son un conjunto de instrucciones que realizan una tarea en específico, junto con las declaraciones y la manipulación de las variables locales por esas instrucciones [[22](#SHK95)].

Conociendo esto, se podría pensar que se eliminan las dificultades de determinar las LOC, debido a las diferencias en cuanto a la manera de contarlas y a los diferentes lenguajes de programación. Estas dificultades se resuelven, pero se agregan unas diferentes. Por un lado se tienen que determinar factores de acuerdo a la complejidad de las funciones. Por otro lado, se tiene que hacer una evaluación (en una escala del 0 al 5) del impacto de algunas características generales del sistema. Finalmente se calcula un valor de ajuste para determinar el número final de FP [[17](#WSH09)].

Es decir, cualquiera de las dos unidades conlleva elementos que se pueden considerar como subjetivos, o que por lo menos conducen a resultados distintos, por lo que es tarea de los miembros del equipo y de la empresa determinar la mejor manera de calcular la densidad final de defectos. No solamente es importante calcularla para la versión inicial del sistema, sino que se debe calcular con cada versión posterior del mismo. Esto agrega dificultad al evaluar la calidad del sistema, ya que involucra el cálculo de la densidad de defectos introducido en los cambios de la versión previa a la actual. Además, si se considera que el objetivo con nuevas versiones es aumentar la calidad, entonces se debe tomar en cuenta que se necesita reducir cada vez la densidad de defectos.

Debido a que la densidad está directamente relacionada con el tamaño del sistema, si una versión es mucho mayor que sus anteriores, esto quiere decir que la densidad tendrá que ser considerablemente menor para reducir el número total de defectos en relación a la versión previa [[22](#SHK95)]. El cálculo de la densidad de defectos deja de ser trivial al momento de considerar todas estas situaciones, por lo que es importante prestarle atención para obtener los resultados más exactos posibles.

* 1. Métricas de proceso

Las métricas de producto son una manera cuantificable de determinar la calidad final de los sistemas de software. ¿Pero qué significa que un producto sea de calidad? ¿Cuál debe ser su densidad final para determinar que el producto sea de calidad? La tabla 4.1 [[17](#WSH09)] muestra la densidad de defectos por nivel de madurez en el modelo CMM.

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| **Nivel CMM** | **Defectos/KLOC** | **Defectos/MLOC** |
| 1 | 7.5 | 7500 |
| 2 | 6.24 | 6240 |
| 3 | 4.73 | 4730 |
| 4 | 2.28 | 2280 |
| 5 | 1.05 | 1050 |

Tabla 4.1. Densidad de defectos por nivel de CMMI.

De acuerdo a las densidades, esto significa que un producto con un millón de líneas tendría más de 1000 defectos. Y de acuerdo a los sistemas que se realizan hoy en día no sería descabellado pensar que una gran parte de ellos fuera de este tamaño. ¿Sería este un programa en el que se pueda confiar? Si se piensa en los sistemas operativos, ahora cualquier sistema contiene fácilmente más de 10 millones de líneas. Si todos se desarrollaran con un nivel 5 de madurez, esto significa que en promedio tendrían más de 10,000 defectos.

Por eso es importante reflexionar acerca de la calidad con la que deben salir al mercado los sistemas de software. Si no se realizan actividades de calidad y todo se deja a las fases de pruebas, ¿Cuál sería el costo y el impacto que tendría en el producto? Todo el proceso que se requiere para corregir un defecto que se haya escapado y que haya sido detectado por un usuario final. Debido a todas estas actividades para corregir un sólo defecto, es que el costo de hacerlo en esta etapa es considerablemente mayor que en etapas tempranas del proyecto. Para mejorar la calidad del producto, es indispensable mejorar la calidad del proceso [[17](#WSH09)], y para saber si el proceso es de calidad, se necesita medir lo que se hace y producir métricas de valor.

Ahora, ¿cuáles métricas permiten conocer lo que se está haciendo? Se deben definir métricas que evalúen el trabajo y no solo los productos de trabajo. Por eso se necesitan métricas sobre el rendimiento de detección de defectos, el costo de la calidad, las tasas de revisión, las tasas de fases y el índice de la calidad de proceso [[17](#WSH09)].

* + 1. Rendimiento del filtro de remoción de defectos

El rendimiento es una métrica que nos indica la eficiencia de una etapa para detectar o remover defectos. Se ha hablado acerca de implementar actividades de calidad a lo largo de todo el ciclo de desarrollo, por lo que cada actividad se puede considerar como un filtro con el propósito de remover tantos defectos como sea posible. Al momento de realizar el cálculo, también es necesario tomar en cuenta los defectos que se hayan inyectado y removido en esa etapa. Por lo que el rendimiento del filtro se puede definir como

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
|  |  | (4.1) |

Es posible medir el rendimiento para cada etapa del proyecto, es decir, se puede tener un rendimiento de requerimientos, de diseño, de codificación y de cualquier otra etapa. También es común calcular el rendimiento del proceso, que significa el rendimiento en defectos removidos hasta antes de la etapa de compilación, en caso de que se tenga una, o hasta antes de las pruebas unitarias. La figura 4.1 [[17](#WSH09)] muestra el avance en rendimiento de 12 desarrolladores a lo largo de 10 implementaciones utilizando la metodología PSP. En promedio, al no implementar actividades de calidad se tiene un rendimiento casi del 10%. Al implementar las actividades sugeridas por la metodología PSP se llega a tener un rendimiento prácticamente del 70%.

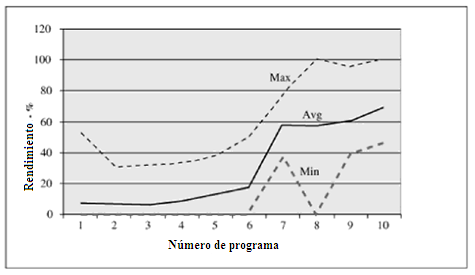


Figura 4.1. Rendimiento de proceso

* + 1. Costo de la calidad

Anteriormente se mencionaron los costos de implementar calidad en el ciclo de desarrollo. Por simplicidad, estos costos se resumen en costos de fallas y costos de evaluación. Por lo que el . Los costos de fallas se consideran como los costos de realizar pruebas y compilación. Los costos de evaluación se consideran todos aquellos realizados antes de la etapa de compilación o pruebas, es decir, todas las actividades de revisión hasta ese momento.

Por lo tanto, el costo de las fallas es

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
|  |  |  |
|  |  | (4.2) |

A su vez, el costo de evaluación es

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
|  |  | (4.3) |

De estas mediciones se pueden derivar dos métricas importantes. La primera es el porcentaje que nos significa realizar actividades de evaluación sobre el costo total y la segunda y más relevante, la relación costo evaluación-costo fallas (A/FR). Por lo que el porcentaje de costo de evaluación y la relación costo evaluación-costo fallas son, respectivamente:

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
|  |  | (4.4) |

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
|  |  | (4.5) |

Una relación de A/FR igual a 1 significa que se está invirtiendo el mismo tiempo en revisar que en corregir defectos en pruebas. Entre mayor sea esta relación menor será el número de defectos [[17](#WSH09)]. Un A/FR mayor o igual a 2 es adecuado. Sin embargo, una relación demasiado grande significa que se invierte mucho tiempo en revisar, lo que probablemente tampoco sea deseable. La figura 4.2 [[17](#WSH09)] muestra la relación A/FR de los mismos 12 desarrolladores de la figura 4.1 en relación al número de defectos por cada mil líneas de código encontrados en pruebas unitarias.

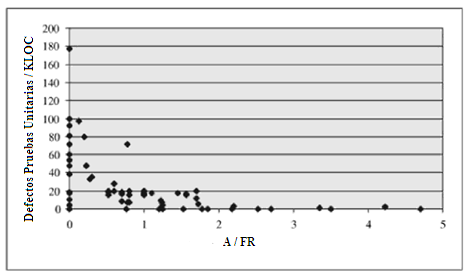


Figura 4.2. Relación A/FR y defectos por KLOC en prueba unitaria.

* + 1. Razón de revisión

Las métricas anteriores dicen lo que se hizo, en cambio la razón de revisión muestra lo que se está haciendo. Se define como

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
|  |  | (4.6) |

El tamaño del producto puede ser las líneas de código de un módulo del sistema o el número de páginas del documento de diseño detallado. La razón se normaliza por hora, es decir, si se invirtieron 30 minutos y se revisaron 10 páginas, la razón de revisión es 20 páginas por hora.

Normalmente razones de revisión altas se relacionan con rendimientos bajos y viceversa. Lo importante es mejorar el proceso de manera que se pueda alcanzar la razón de revisión más alta posible manteniendo rendimientos de filtros iguales o mayores a 70% [[17](#WSH09)].

* + 1. Razón de fase

La razón de fase indica qué tanto tiempo se está invirtiendo en las revisiones respecto al tiempo de desarrollo para esas mismas fases. En la metodología PSP existen 3 razones de fase: la primera es la razón de fase para diseño, la segunda la razón de fase para código y la tercera la razón de fase entre diseño y código. La última razón significa el tiempo que se invierte en el diseño del sistema respecto al tiempo que toma su codificación. En el caso de las tres revisiones, mientras mayor sea la razón mayor serán los rendimientos, es decir, mayor número de defectos encontrados.

Al igual que la razón de revisión, en estas métricas se espera que se encuentre una razón apropiada después de varias iteraciones a lo largo de diferentes proyectos. De acuerdo a los datos obtenidos por la metodología PSP [[17](#WSH09)], una razón de fase igual o mayor a 0.5 obtendrá buenos resultados para el caso de las primeras dos. Para el caso de la tercera, una razón mayor o igual a 1 provocará resultados aceptables en el proceso.

Esto significa invertir, como mínimo, el mismo tiempo en diseñar el sistema que en codificarlo. Si no se invierte este tiempo el desarrollador estará diseñando al mismo tiempo que codifica, y siendo la codificación una actividad suficientemente retadora, la probabilidad de introducir defectos aumentará si se realiza de esta manera.

* + 1. Índice de calidad de proceso

El simple hecho de seguir las recomendaciones e invertir el tiempo señalado en las actividades de desarrollo y calidad no asegura que el producto final será de alta calidad. Es importante seguir buenas prácticas de diseño y de codificación, así como explotar las ventajas de las revisiones (que se explicarán a detalle en el siguiente capítulo).

El índice de la calidad de proceso es un indicador sobre las actividades realizadas a lo largo del proyecto. Para el cálculo de este índice se necesitan dos mediciones claves: la primera es el número de defectos de compilación por cada mil líneas de código y la segunda el número de defectos de pruebas unitarias por cada mil líneas de código. Este índice se compone de la multiplicación de 5 factores [[17](#WSH09)]:

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
|  |  | (4.7) |

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
|  |  | (4.8) |

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
|  |  | (4.9) |

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
|  |  | (4.10) |

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
|  |  | (4.11) |

Tomando como recomendación los tiempos y el número de defectos de PSP, cada factor tendría un máximo de 1, por lo que la meta sería que el valor final del índice también fuera de 1. La figura 4.3 [[17](#WSH09)] muestra el número de defectos por KLOC posteriores al desarrollo en relación con el valor del índice. Se puede observar que a medida que el índice aumenta el número de defectos que permanecen después del proceso disminuye.

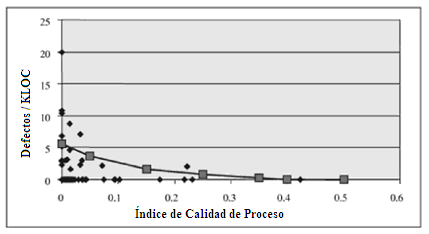


Figura 4.3. Índice de proceso de calidad.

Las métricas respecto a la calidad en el proceso de desarrollo sirven para determinar si lo que se está haciendo es adecuado o no. Sin embargo, todas surgen del tiempo que se invierte en las actividades y del número de defectos que se encuentran. Esto sugiere una actitud meramente reactiva. Lo ideal sería no inyectar los defectos en primer lugar, es decir, prevenirlos. En la vida real, el uso de estas actividades y métricas aunadas a actividades que ayuden a prevenir la inyección de defectos lograrán aumentar la calidad del producto final en gran medida.

Para introducir actividades que prevengan la inyección de defectos es necesario conocer los tipos de defectos que se están inyectando. Para conocer los tipos de defectos que están inyectando es necesario realizar actividades que nos permitan detectarlos y posteriormente clasificarlos. Las técnicas de detección de defectos nos permitirán conocer cuáles defectos se introducen con más frecuencia y cuáles son los que requieren más esfuerzo para su corrección.

CAPÍTULO 5

1. Técnicas de Detección de Defectos

La gran mayoría de las personas que alguna vez han estado involucradas en el proceso de desarrollo de software, se han visto en la situación de estar bajo presión por el calendario de entrega del proyecto. El primer pensamiento y la primera reacción es acelerar el proceso de codificación para terminar más rápido y dejar más tiempo para la fase de pruebas. Sin embargo, esta decisión (también la gran mayoría de las veces) tiene como consecuencia que el producto final no sea de la calidad necesaria y en última instancia provoque la desconfianza del cliente en el sistema.

Este no es un escenario deseado para cualquier compañía dedicada al desarrollo de software, ya que puede traer repercusiones para futuros proyectos (como su cancelación). Es por este escenario el que la mayoría de la gente involucrada en desarrollo de software, tanto a nivel operativo como gerencial, se pregunta si es posible realizar el desarrollo igual o más rápido y con una mayor calidad.

Las técnicas, formales y no formales, de detección de defectos que se encuentran en la literatura son herramientas valiosas que lograrán aumentar de manera significativa la calidad total del producto final. La primera técnica de detección concebida como tal de la que se tenga conocimiento surgió en 1976 gracias a Michael Fagan, por lo que llevan prácticamente 35 años en el mundo del software. Ahora bien, lo importante es saber qué son, cómo se implementan, quién las implementa, cuándo se implementan y lo más importante, porqué es bueno implementarlas.

Las técnicas de detección de defectos se pueden definir como la evaluación y revisión de un producto de trabajo por parte de uno o más compañeros calificados para tal actividad [[24](#KOw97)]. Esta definición da una idea de quiénes realizan las revisiones. Es importante escoger adecuadamente el número de personas involucradas para tal actividad y el perfil de las mismas. Pueden ser desde una hasta la cantidad que los recursos y el tiempo permitan, aunque más adelante se verá que solamente el agregar más y más personas tampoco es lo mejor necesariamente. También es importante señalar que aunque la gerencia no participa directamente en las revisiones, es muy importante su apoyo activo para la realización de estas actividades.

Una de las grandes ventajas de implementar técnicas de detección de defectos es que no solamente se limitan a la revisión de código, sino que se pueden aplicar para revisiones de documentos de especificación de requerimientos y de diseño, entre otros. Por lo que se pueden aplicar prácticamente en todo el ciclo de vida de desarrollo. Sabemos que cada compañía de desarrollo (de cualquier tamaño) tiene sus particularidades en cuanto a la adopción de diferentes procesos, y las técnicas de detección de defectos no son la excepción. Aunque estas técnicas están bien definidas en la literatura, siempre es importante preguntarse si la implementación al pie de la letra es lo más adecuado o si es mejor adaptarlas a las características de la empresa. La mayoría de las veces la respuesta más acertada es lo segundo.

En este punto se puede preguntar porque el implementar este tipo de técnicas o procesos traerá ventajas al proceso mismo de desarrollo y aumentará la calidad de los productos. Las ventajas importantes son las siguientes:

* Son efectivas en cuanto a costos se refiere. Entre más tarde en el ciclo se encuentre un defecto, más costará su corrección. Por lo que al aplicar estas técnicas en etapas tempranas (requerimientos, diseño, codificación) el costo disminuye considerablemente, inclusive hasta 100 veces menos [[25](#BWB81)]. Además, el no detectar defectos en etapas tempranas puede causar que en etapas posteriores se originen más defectos derivados de uno solo. Por ejemplo, un defecto que se escapa en diseño, puede provocar 5 o más defectos en codificación y pruebas.
* Se pueden aplicar en etapas tempranas del ciclo. Como se ha comentado anteriormente, no solo se puede revisar código, sino cualquier producto de trabajo generado del proceso mismo de desarrollo.
* Bien implementadas, pueden llegar a ser mucho más eficientes que las pruebas mismas. Es decir, las técnicas pueden detectar más defectos por unidad de esfuerzo que las diferentes etapas de pruebas.
* Son medibles. El esfuerzo requerido para generar métricas e información valiosa de la implementación de las técnicas puede llegar a ser despreciable. Estas mediciones son de gran importancia, ya que permiten conocer qué tan eficientes son las técnicas, cuándo es importante realizar cambios en las mismas y cuáles son más eficientes para determinadas situaciones.

Es importante considerar algunos factores para la implementación de técnicas de detección que pueden maximizar la efectividad de las mismas. Estos factores son [[26](#Lai99)]:

* Mientras mayor sea el esfuerzo de revisión, mayor será el número de defectos detectados. Es una aseveración que a simple vista tiene sentido y que se puede lograr de dos maneras. La primera es aumentando el número de revisores y la segunda es aumentando el esfuerzo individual de cada revisor. La probabilidad de encontrar un defecto se define como [[26](#Lai99)]:

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
|  |  | (5.1) |

* Donde k es el número de revisores y *p* la probabilidad de encontrar un defecto que, para este caso, se asume que es la misma probabilidad para todos los revisores. Es importante considerar que existe un efecto techo en el que agregar más revisores no aumentará el número de defectos detectados. La figura 5.1 [[26](#Lai99)] muestra la gráfica de la probabilidad de encontrar un defecto suponiendo que .
* Mientras más grande sea el producto de trabajo revisado, mayor será el número de defectos detectados. Se espera que los productos más grandes sean más complejos y tengan más defectos, pero se observa el mismo efecto que en el punto 1. Esto también debido al tiempo de revisión, ya que la efectividad del ser humano se ve afectada negativamente después de un tiempo de realizar una misma actividad que requiera concentración.
* Entre mayor sea el producto de trabajo realizado, mayor será el esfuerzo de revisión. El comportamiento de este punto es idéntico al observado en el punto 2. Ya que la principal restricción es la efectividad de revisión a medida que el tiempo pasa.

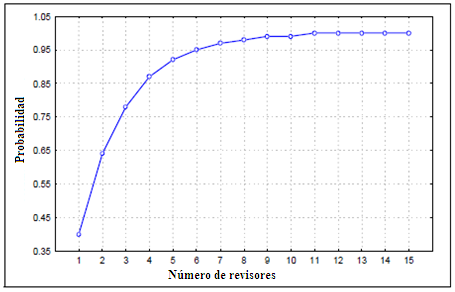


Figura 5.1. Probabilidad de detección contra el número de revisores.

* 1. Tipos de técnicas

Existen diferentes tipos de técnicas de detección de defectos, unas más formales y rígidas que otras. La diferencia radica en la forma de conducir la revisión del producto de trabajo. También existen diferentes clasificaciones acerca de las técnicas; una clasificación coherente consiste en separar las técnicas que involucran a una sola persona y las técnicas en las que participan dos o más miembros del equipo.

* + 1. Revisión Personal

La técnica más importante de detección de defectos es la revisión personal [[17](#WSH09)]. PSP hace énfasis en la evaluación, seguimiento y mejora de la calidad personal como elemento vital de la calidad total del producto de software. La revisión personal consiste en examinar el producto de trabajo antes de entregarlo a cualquier otro miembro del equipo, ya sea para su lectura, compilación, revisión, implementación o prueba.

PSP realza la necesidad de realizar las revisiones personales de cualquier producto con una metodología definida y bajo ciertas condiciones, por lo que se pueden considerar como principios de la revisión personal los siguientes:

* Revisar personalmente todo el trabajo propio antes de pasar a la siguiente fase de desarrollo.
* Intentar lo mejor posible corregir todos los defectos antes de dar el producto de trabajo a otra persona en el equipo de desarrollo.
* Utilizar una lista de supervisión personal y seguir un proceso estructurado de revisión.
* Seguir las buenas prácticas de la revisión: revisar en incrementos pequeños, hacer las revisiones en papel y hacerlas cuando estás descansado.
* Medir el tiempo de la revisión, el tamaño de los productos revisados y el número y tipo de defectos encontrados y perdidos.
* Usar los datos de las mediciones para mejorar el proceso personal de revisión.
* Diseñar e implementar los productos para que sean fáciles de revisar.
* Revisar los datos para identificar las formas de prevenir defectos.
  + 1. Revisión entre colegas

Existen varias técnicas de detección de defectos que se realizan entre colegas y/o miembros de un equipo de desarrollo. Estas técnicas se pueden clasificar de acuerdo a su formalidad en: revisión ad hoc, revisión general, revisión de parejas, caminata, revisión de equipo e inspección [[3](#Har05)]. La figura 5.2 [[3](#Har05)] muestra los tipos de revisión entre colegas de acuerdo a su formalidad.

La revisión ad hoc es completamente improvisada, es decir, no existe planeación alguna sobre cuándo y cómo llevarla a cabo. Depende totalmente del producto a revisar. La revisión general consiste en que el autor de un determinado producto envía éste a los miembros del equipo, por ejemplo, vía correo electrónico. Los miembros lo revisan por separado y envían su retroalimentación al autor. No existe un método definido de revisión, depende de cada miembro. El autor decide si incluir la retroalimentación en el producto o no.

La revisión de parejas se refiere precisamente a la sección de revisión de la técnica de programación en parejas, principalmente utilizada en las metodologías ágiles de desarrollo. La revisión de equipo es similar a la inspección. Las diferencias consisten en que para la revisión de equipo la reunión de revisión no sigue un proceso tan estricto como la inspección, además de que el equipo está formado por personas con diferentes perspectivas. Es decir, no solo existen expertos, sino que también se reúnen usuarios, personas del área de calidad y del área de mercadotecnia.

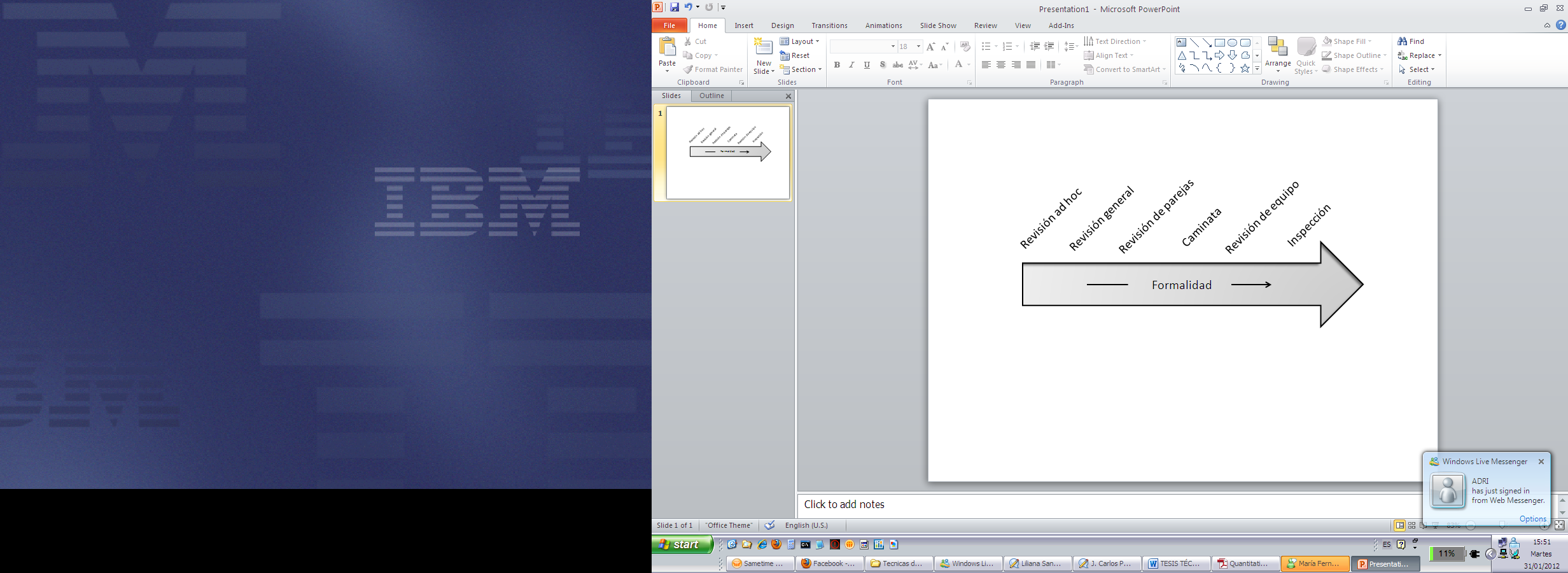


Figura 5.2. Tipos de revisión entre colegas.

La caminata y la inspección son dos de las técnicas más comunes, por lo que se detallarán a continuación.

* + 1. Caminata

La caminata es un tipo de revisión en el que una persona (preparada especialmente para ello) revisa el producto, exponiéndolo a una audiencia. Mediante esta técnica se pueden obviar muchos detalles, con lo cual se reduce el tiempo de revisión [[27](#GMW84)]. Sin embargo, esto puede ser contraproducente si el objetivo es precisamente detectar defectos que residen en los detalles. Al mismo tiempo, el proceso de revisión está definido por el producto de trabajo siendo revisado, a diferencia de la inspección, en el que el proceso se determina por los puntos a revisar.

Una de las ventajas de la implementación de una caminata es que el presentador se prepare explícitamente para realizar la revisión, lo que acelera el proceso. También, al tiempo que no requiere de una preparación para nada exhaustiva de los participantes por adelantado, la audiencia de la presentación se puede familiarizar rápidamente con el producto. Si la audiencia es lo suficientemente diversa, se puede afirmar con alto grado de certeza que la revisión será altamente efectiva [[27](#GMW84)].

Al mismo tiempo que se presentan estas ventajas, precisamente ciertas desventajas emanan de ellas. Siendo la principal desventaja el que al no requerirse preparación previa, el grado de entendimiento adquirido por cada participante al momento de la presentación no sea el mismo, causando la falta de profundidad deseada en la revisión.

* + 1. Inspección

Es probablemente la técnica más formal de detección de defectos de software [[3](#Har05)]. Consiste de los siguientes pasos [[24](#KOw97)]:

* Planeación: Seleccionar dónde, cuándo y quiénes participarán.
* Resumen: Revisión general para que los revisores se familiaricen con el producto de trabajo. Es opcional si los inspectores conocen el producto a revisar.
* Preparación: Cada revisor lee el producto de trabajo e identifica posibles defectos. Todo esto generalmente mediante listas de supervisión. La persona que realiza el papel de líder, se prepara para la junta de revisión.
* Junta: El líder modera la junta y realiza la revisión del producto. Los revisores lo interrumpen para discutir los defectos encontrados. Lo más importante es que NO se permite discutir posibles soluciones para ningún defecto. También se determina la calidad del producto y se determina el tipo de seguimiento.
* Re-trabajo: El autor del producto realiza las correcciones pertinentes.
* Seguimiento: El autor del producto notifica al líder de las correcciones y éstas son revisadas.

La inspección no es una técnica que se pueda limitar solamente a la revisión de código o a una etapa dentro del ciclo de desarrollo, sino que es perfectamente aplicable a los productos de trabajo generados desde el principio y hasta el final del ciclo. Existen los siguientes 5 tipos de inspecciones [[5](#GCh99)]:

* Inspección de requerimientos: Revisa documentos de especificación de requerimientos.
* Inspección de diseño: Revisa los documentos de diseño. Es la que más reduce el costo de detección de defectos (44%), inclusive por encima de la inspección de código (con un 39%) [[28](#alW02)].
* Inspección de código: Revisión de código que aún no ha sido ejecutado.
* Inspección de casos de prueba: Revisión de los casos de prueba diseñados.
* Inspección de implementación de casos de prueba: Revisión de los casos de prueba ya implementados o ejecutados.

La implementación de esta técnica de revisión no es algo que se deba tomar a la ligera. Primero que nada es importante decidir de manera adecuada los revisores que estarán involucrados. Si los revisores no son los mejores posibles, puede ser que la efectividad de la técnica se vea reducida considerablemente.

De igual manera, al saber que esta técnica es la más formal y rigurosa, es muy probable que sea también la que más tiempo consuma. Esto nos obliga a decidir sobre cuáles productos de trabajo se realizará una inspección. Es prácticamente imposible realizar inspecciones a todos los productos de trabajo, y es necesario escoger los más críticos para el proyecto.

* 1. Implementación de técnicas de detección de defectos

La implementación de estas técnicas no representa la panacea sobre el aseguramiento de la calidad en productos de software. Como cualquier otra actividad y/o proceso, estas técnicas llevan consigo ventajas y desventajas en su aplicación. Lo importante es implementarlas de cierta manera que sus beneficios superen en gran medida a sus desventajas. Es por esta razón que su implementación no consiste simplemente de seguir al pie de la letra los pasos para llevarlas a cabo, sino que se requiere evaluar de manera adecuada la forma en que se pretenden implementar. Los principales beneficios reconocidos en la literatura al implementar estas técnicas son [[3](#Har05)]:

* Educación e intercambio de conocimiento.
* Mayor conciencia y seguimiento al proyecto
* Mejora en el proceso de desarrollo
* Aumento en la detección de defectos
* Detección de defectos de manera más temprana y rápida.
* Reducción en el costo del proyecto.

De igual manera, los principales obstáculos por los que muchas empresas no implementan revisiones o técnicas de detección de defectos son:

* Falta de tiempo.
* Falta de recursos humanos.
* Costo.
* Complejidad y falta de capacitación.
* Resistencia al cambio.
* Ineficiencia.

En un estudio realizado en el que se consideraron 10 empresas de distintos tamaños (desde 5 empleados hasta varios miles), y 12 equipos de desarrollo, se realizaron entrevistas estructuradas acerca de las técnicas de detección que implementaban y cuáles identificaban como los principales motivadores y desmotivadores para llevarlas a cabo.

La entrevista consistía en conocer las técnicas con las que estaban familiarizados, los productos de trabajo que se revisaban, quiénes participaban en las revisiones y el tipo de información que se recababa como resultado de la revisión. La tabla 5.1 [[3](#Har05)] muestra la distribución sobre la importancia que le dan los 12 equipos de desarrollo entrevistados a cada motivador. Los números representan la cantidad de equipos de desarrollo, por lo que cada fila suma en total 12.

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **Motivador** | **Muy importante** | **Importante** | **Relativa importancia** | **Poco importante** | **No importa** |
| Intercambio de conocimiento | 1 | 7 | 1 | 2 | 1 |
| Intercambio de información | 2 | 4 | 5 | 1 | 0 |
| Educación | 4 | 3 | 2 | 2 | 1 |
| Gestión y seguimiento de proyecto | 0 | 4 | 5 | 2 | 1 |
| Mejora de proceso | 3 | 2 | 3 | 4 | 0 |
| Encontrar más defectos | **8** | 3 | 0 | 1 | 0 |
| Encontrar defectos previo a las siguientes fases de desarrollo | **9** | 2 | 0 | 1 | 0 |
| Encontrar defectos tempranamente | **7** | 3 | 0 | 1 | 1 |

Tabla 5.1. Motivadores de las técnicas de detección de defectos.

Se observa una marcada tendencia sobre el hecho de detectar más defectos y hacerlo de manera temprana, lo que coincide con una reducción en los costos totales y una mayor calidad del producto de software. En cambio, la tabla 5.2 [[3](#Har05)] muestra los principales desmotivadores para incorporar diferentes técnicas como parte de su proceso de desarrollo.

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **Obstáculo** | **Muy importante** | **Importante** | **Relativa importancia** | **Poco importante** | **No importa** |
| Falta de tiempo | **8** | 4 | 0 | 0 | 0 |
| Falta de recursos | **4** | 5 | 1 | 1 | 1 |
| No requerido por la gerencia | 0 | 2 | 2 | 1 | 7 |
| Solo el autor entiende el producto | 0 | 2 | 1 | 1 | 8 |
| Costo | 0 | 0 | 1 | 3 | 8 |
| Falta de conocimiento de las revisiones | 0 | 1 | 3 | 0 | 8 |
| Laboriosidad | 0 | 3 | 2 | 3 | 4 |
| Equipos distribuidos geográficamente | 1 | 0 | 0 | 1 | 10 |
| No aplican en la organización | 0 | 0 | 0 | 0 | 12 |
| No hay necesidad de hacer revisiones | 0 | 0 | 1 | 1 | 10 |

Tabla 5.2. Desmotivadores de las técnicas de detección de defectos.

La falta de tiempo y recursos se identifican como los mayores obstáculos para realizar este tipo de actividades. Esto indica una falta de entendimiento sobre el beneficio y el valor que agregan las revisiones al proceso de desarrollo, al mismo tiempo que se desconoce el impacto y el costo de no realizar estas actividades. Como se ha mencionado anteriormente, mientras más tarde en el proceso se detecte algún defecto, más costará su corrección.

Estos dos obstáculos representan el mayor reto para las empresas, algo que no es nada fácil de resolver. Además, sólo un equipo consideró como un gran obstáculo el hecho de estar distribuidos geográficamente, mientras que 3 equipos consideraron que las revisiones son muy laboriosas.

Para el caso de la revisión personal, la principal situación o desventaja que desfavorece su ejecución es el desconocimiento de su poder, ya que al percibirlas como no objetivas se cree que no agregan valor al proceso. Sin embargo, es necesario considerar que al ser el autor del producto a revisar, nadie más posee un mayor conocimiento sobre ese producto en específico.

A su vez, existen otro tipo de situaciones que no favorecen la ejecución de revisiones entre colegas. Estas situaciones abarcan la aceptación emocional, problemas de ejecución, tipo de proyecto, calendario, recursos humanos, pequeñas empresas y la organización actual de las mismas [[5](#GCh99)].

Sin embargo, no deben ser situaciones que impidan de manera tajante la adopción de estas técnicas. Siempre es importante reflexionar sobre la manera en la que se realicen las revisiones para incrementar gradualmente su efectividad, y lo más importante, evitar desperdiciar el tiempo de los miembros del equipo. Para el caso de las revisiones de código, las siguientes prácticas pueden ayudar a evitar una caída en la productividad y a evitar que los miembros se sientan atacados o cuestionados sobre su trabajo, al mismo tiempo que se incrementa la calidad del código [[29](#Sma)]:

* Revisar entre 200 y 400 líneas de código en una sola vez. Revisar más líneas puede provocar que la habilidad para encontrar defectos disminuya.
* La razón de revisión debe oscilar alrededor de las 300 líneas por hora. Es importante prestarle atención a lo que se revisa, y no solo tratar de cumplir con el proceso. Inclusive PSP recomienda que la revisión sea de 200 líneas por hora [[17](#WSH09)]**.**
* Que el tiempo de revisión sea de 60 a 90 minutos. Después de este tiempo la capacidad de concentración disminuye considerablemente en el ser humano.
* Toda revisión entre colegas debe estar precedida por una revisión personal. Es importante para evitar que la revisión se centre en detalles no tan importantes.
* Determinar objetivos para la revisión y capturar métricas para mejorar el proceso de revisión.
* Utilizar una lista de supervisión al momento de revisar. Las listas permiten seguir un orden, por lo que colaboran en la efectividad.
* Verificar que los defectos sean corregidos. No dar por terminado el ciclo al detectar los defectos, sino darle seguimiento hasta que sean corregidos.
* Provocar un ambiente en el que encontrar defectos sea visto de manera positiva. Es una tarea principalmente de los gerentes, ya que si se ve de manera contraria puede afectar la efectividad. El propósito es eliminar defectos, sin importar quién los haya inyectado.
* Evitar que los miembros del equipo, en especial los desarrolladores, se sientan vigilados por las métricas resultantes de las revisiones.
* Siempre tratar de revisar lo que se codifica, por más pequeña que sea la revisión (no el código).

Con estas prácticas se pueden adaptar las revisiones a las características particulares de cada empresa, aumentando la probabilidad de éxito en su implementación.

Las técnicas de detección de defectos especifican el cómo, en relación a reducir el número de defectos, y las métricas de proceso (especificadas en el capítulo anterior) determinan qué tan bien está el cómo.

* 1. Resultados de las técnicas de detección de defectos

Hasta el momento se han revisado los motivadores y desmotivadores, las ventajas y desventajas y un conjunto de buenas prácticas que ayudan a mejorar la implementación de revisiones, junto con la descripción de algunas de ellas. Pero ¿Cuál puede ser el resultado de incorporarlas al proceso de desarrollo? ¿Qué tan efectivas son? ¿Cuántos defectos encuentran? Estas son preguntas que cualquiera se puede hacer al momento de evaluar la incorporación de las técnicas a su proceso.

Lo más importante es tener en cuenta que los estudios que se han realizado al respecto, han sido sobre diferentes proyectos, diferentes empresas, diferentes técnicas y con diferentes metodologías, por lo que los resultados varían de un estudio a otro. El punto clave es evaluar las circunstancias en las que se realizó el estudio para comprender los resultados.

Por ejemplo, un estudio sobre la efectividad de las revisiones se basó en la recolección de 21 conjuntos de datos sobre revisiones a requerimientos más 10 conjuntos de datos sobre revisiones a código [[28](#alW02)]. Todos los datos se recabaron de la literatura, de diferentes empresas y algunas universidades. El propósito fue establecer si hay diferencias en la efectividad entre las revisiones a requerimientos y a código y si hay diferencia en efectividad entre diferentes técnicas de detección. Pero el más interesante fue determinar el número de revisores necesarios para obtener una determinada efectividad en la revisión con cierta probabilidad de ocurrencia. Los resultados fueron los siguientes:

* No hay diferencia práctica en efectividad entre revisiones de requerimiento y de código. Por lo que no se puede afirmar que es mejor enfocar el esfuerzo a una de las dos. La gráfica izquierda de la figura 5.3 muestra los resultados [[28](#alW02)], siendo los cuartiles de la izquierda los referentes a documentos de requerimientos. Sin embargo la fase de código inyecta más defectos.
* Entre las técnicas de revisión ad hoc, la caminata y la de revisión de equipo con listas de supervisión hay una diferencia marcada, siendo la caminata la más efectiva. La gráfica derecha de la figura 5.3 muestra los resultados. Las técnicas de izquierda a derecha son: revisión ad hoc, caminata y revisión de equipo. Hay que notar que no hay diferencia con distinto número de revisores, la caminata es la más efectiva en todos los casos.
* La tabla 5.3 [[28](#alW02)] muestra las probabilidades de obtener una determinada efectividad de acuerdo al número de revisores. Las columnas representan los revisores, las filas la efectividad y los datos de la tabla la probabilidad. Las probabilidades son para revisiones en general y no especifican ningún tipo de revisión. La tabla debe ser usada solamente como guía para determinar el número de revisores.

Un segundo estudio consiste en la recopilación de 340 revisiones (de las cuales 145 fueron a requerimientos, 94 a diseño y 101 a código) de una empresa alemana. Estos datos fueron extraídos de un sistema en el que se alimentaba de manera manual la información. Los datos pasaron por un proceso de validación para eliminar datos inconsistentes [[26](#Lai99)]. Se obtuvieron gráficas con el número de defectos de las revisiones por etapa, el esfuerzo requerido y el tamaño.

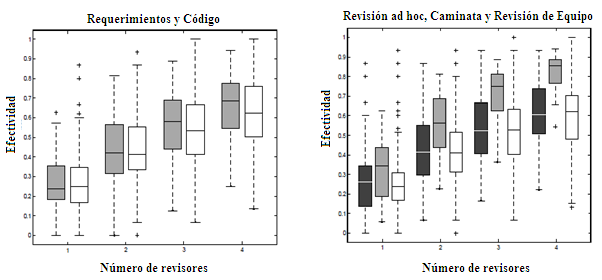


Figura 5.3. Efectividad de las revisiones.

|  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
|  | **1** | **2** | **3** | **4** | **5** | **6** | **7** |
| **0.1** | 0.87 | 0.97 | 0.99 | 1.00 | 1.00 | 1.00 | 1.00 |
| **0.2** | 0.64 | 0.90 | 0.96 | 0.99 | 1.00 | 1.00 | 1.00 |
| **0.3** | 0.37 | 0.75 | 0.89 | 0.93 | 0.97 | 1.00 | 1.00 |
| **0.4** | 0.17 | 0.57 | 0.77 | 0.84 | 0.87 | 0.91 | 1.00 |
| **0.5** | 0.10 | 0.35 | 0.57 | 0.74 | 0.81 | 0.86 | 0.95 |
| **0.6** | 0.06 | 0.22 | 0.41 | 0.57 | 0.65 | 0.77 | 0.71 |
| **0.7** | 0.03 | 0.10 | 0.23 | 0.39 | 0.43 | 0.55 | 0.50 |
| **0.8** | 0.03 | 0.06 | 0.15 | 0.24 | 0.22 | 0.27 | 0.27 |
| **0.9** | 0.01 | 0.02 | 0.04 | 0.08 | 0.11 | 0.15 | 0.05 |
| **1.0** | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.01 | 0.03 | 0.04 | 0.00 |

Tabla 5.3. Número de revisores contra efectividad.

La tabla 5.4 muestra los resultados obtenidos por este estudio. Los resultados fueron divididos en cuartiles y además se obtuvo la media. El esfuerzo requerido incluye el de preparación y el total (en horas). El tamaño se mide en páginas para los documentos de requerimientos y diseño y en líneas de código para el código. También se calculó la densidad de defectos de los productos revisados.

Un tercer estudio, que en realidad es una recopilación de estudios y experimentos de la literatura, compara la efectividad y la eficiencia de las técnicas de detección de defectos contra las fases de pruebas (en el estudio a las técnicas se les llaman inspecciones). La eficiencia consiste en el número de defectos detectados por unidad de tiempo y la efectividad el porcentaje de defectos encontrados por la revisión del total de defectos encontrados [[30](#Run06)]. Son 9 estudios sobre defectos en código, 1 estudio sobre defectos en diseño y 2 sobre todo el proceso de detección.

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **Medición** | **Etapa** | **Máximo** | **Mínimo** | **Media** | **Cuartil 25-75** |
| **Defectos encontrados** | Requerimientos | 58 | 0 | 12 | 5-25 |
| Diseño | 87 | 0 | 15 | 6-26 |
| Código | 135 | 0 | 14 | 8-24 |
| **Esfuerzo preparación** | Requerimientos | 15 | 1 | 3 | 2-5 |
| Diseño | 40 | 2 | 2.5 | 2-5.5 |
| Código | 45 | 2 | 5 | 2.5-7.5 |
| **Esfuerzo total** | Requerimientos | 32 | 2.5 | 7 | 3.5-11 |
| Diseño | 42 | 2.5 | 6 | 3.5-10 |
| Código | 59 | 2.5 | 8 | 4-12.5 |
| **Tamaño** | Requerimientos | 240 | 1 | 24 | 18-40 |
| Diseño | 278 | 0 | 22.5 | 10-44 |
| Código | 10000 | 0 | 1450 | 800-3420 |
| **Densidad de defectos** | Requerimientos | 11 | 0 | 0.25 | 0.25-1 |
| Diseño | 29 | 0 | 0.5 | 0.5-1.25 |
| Código | 46 | 0 | 9 | 4-16 |

Tabla 5.4. Concentrado resultados de revisiones.

En el estudio se clasifican los defectos por su origen, ya sea en requerimientos, diseño o codificación. La tabla 5.5 muestra un resumen de los estudios comparándolos en su eficiencia y efectividad, la suma de los estudios no necesariamente es 12 ya que algunos solo comparan una característica. Las figuras 5.4 y 5.5 [[30](#Run06)] muestran la eficiencia y efectividad promedio de las técnicas y las pruebas de la mayoría de los 12 estudios para el caso de detección de defectos en código.

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
|  | **Eficiencia** | | | **Efectividad** | | |
|  | Inspección > Pruebas | Inspección = Pruebas | Inspección < Pruebas | Inspección > Pruebas | Inspección = Pruebas | Inspección < Pruebas |
| **Número de estudios** | 1 | 0 | 5 | 1 | 2 | 6 |

Tabla 5.5. Comparación entre revisiones y pruebas.

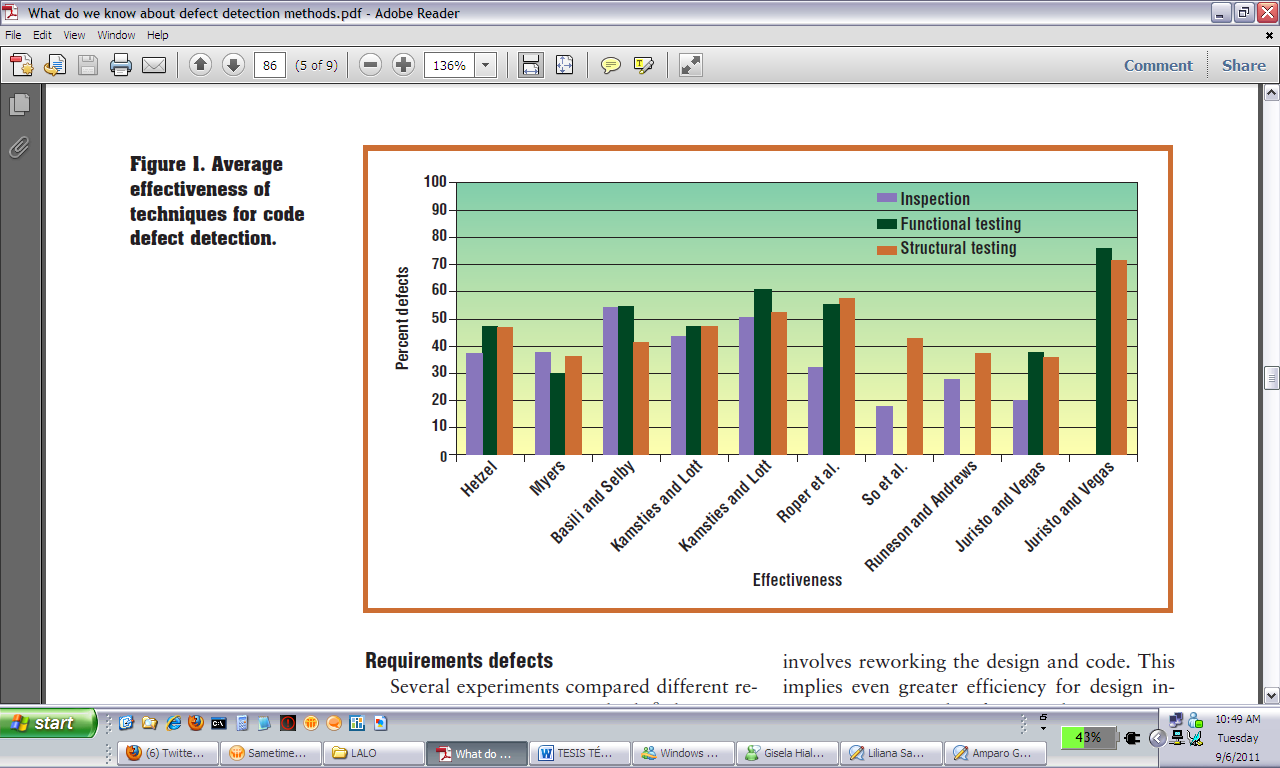


Figura 5.4. Efectividad promedio de revisiones y pruebas.

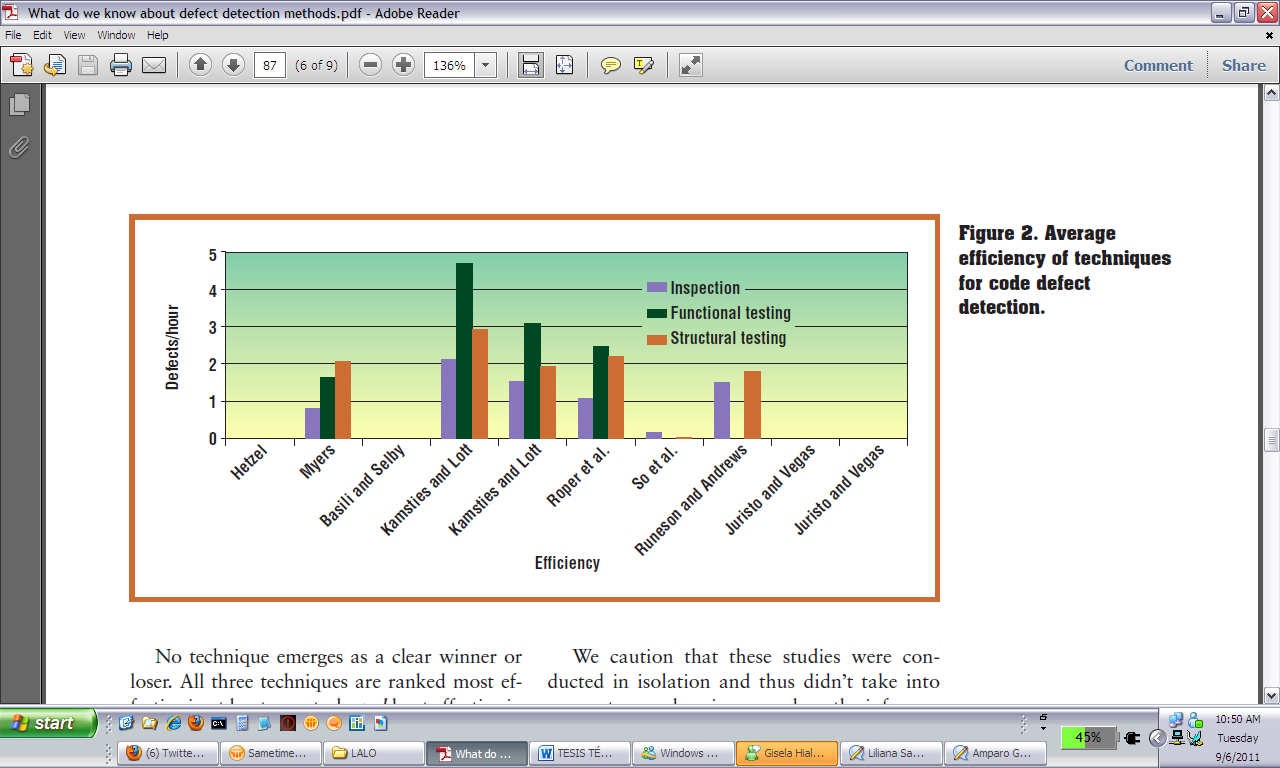


Figura 5.5. Eficiencia promedio de revisiones y pruebas.

De acuerdo a PSP, las revisiones son inherentemente más efectivas que las pruebas, debido a que las revisiones encuentran los defectos directamente; mientras que en las pruebas lo que se encuentran son los síntomas. La tabla 5.6 [[17](#WSH09)] es un estudio de PSP en el que 810 programadores desarrollaron 10 programas cada uno. La tabla muestra el promedio de defectos encontrados por hora y la eficiencia relativa respecto a las pruebas unitarias para los programas 7 a 10.

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| **Fase** | **Defectos / Hora** | **Eficiencia relativa respecto a pruebas unitarias** |
| Revisión de diseño | 3.22 | 0.97 |
| Revisión de código | 6.90 | 2.08 |
| Pruebas unitarias | 3.31 | 1.00 |

Tabla 5.6 Defectos por hora y eficiencia relativa

Como se puede observar, la revisión de código es dos veces más eficiente que las pruebas unitarias. En otro estudio en el que el autor de PSP realizó 25 programas en el lenguaje C++, se muestra el rendimiento de la revisión de código respecto al número de líneas de código revisadas por hora. En la figura 5.6 [[17](#WSH09)] se puede observar que cuando las revisiones no exceden las 200 líneas de código, en la mayoría de los casos se alcanzan rendimientos del 60% al 70%. Esto significa que se encuentran de 6 a 7 de cada 10 defectos.

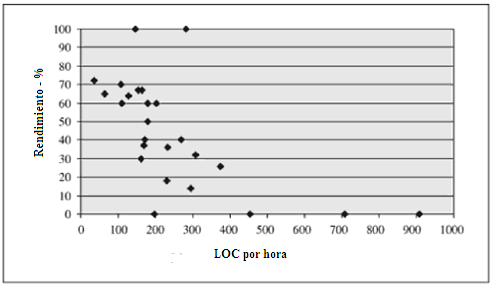


Figura 5.6 Rendimiento versus razón de revisión

Es evidente que los resultados muestran una gran variedad en cuanto a la implementación de técnicas de detección de defectos. Esta gran variedad se debe al gran número de factores envueltos en su implementación. Dentro de estos factores podemos nombrar el tipo y el tamaño del proyecto, la técnica específica utilizada, el número de revisores involucrados, el tamaño del producto a revisar, la razón de revisión del producto y las listas de supervisión utilizadas, entre otros, pudiendo nombrar probablemente 20 más.

Los estudios, experimentos, discusiones y debates sobre las técnicas de detección de defectos giran en torno a qué tan benéficas son y qué tanto aumentan la calidad del producto, y no en torno a si lo son o no. Por lo que es un hecho que la implementación de técnicas de detección de defectos trae beneficios a las empresas que las realizan. El punto clave radica en la evaluación y medición de las mismas para ir aumentando su eficiencia y efectividad de manera paulatina, algo que definitivamente no es fácil de realizar, pero que seguramente también permitirá aumentar la calidad del proceso y por ende del producto al mismo tiempo que se reducen los costos totales.

CAPÍTULO 6

1. Bug-Manager

El sistema Bug Manager (BM) se puede definir como un sistema de administración, seguimiento y de mejora continua de la calidad personal y de grupo en el desarrollo de sistemas de software; todo esto mediante el seguimiento de proyectos, actividades de desarrollo y de calidad a lo largo del ciclo de vida, de defectos inyectados, detectados y corregidos, y de la creación de estadísticas y métricas útiles a la empresa.

El sistema fue diseñado y pensado para que las empresas que no tuvieran ninguna actividad de calidad no les costara demasiado trabajo comenzar a realizarlas. Cada vez es mayor la necesidad de las empresas de contar con sistemas que realmente les representen una mejora significativa en sus procesos actuales, es decir, con sistemas de alta calidad. Todo esto lleva a que las empresas dedicadas al desarrollo de software estén envueltas en un proceso de mejora continua respecto a los productos que lanzan al mercado, es decir, productos que cada vez sean de mayor calidad y por tanto contengan menos defectos.

En esta sección se mencionan las principales funcionalidades, los beneficios y su aportación como herramienta para desarrollo de software. La funcionalidad principal se lista a continuación:

* Registrar y dar seguimiento a las actividades de desarrollo y calidad establecidas para el ciclo de vida de desarrollo.
* Hacer un seguimiento puntual a la inyección, detección y remoción de defectos a lo largo de las diferentes etapas del ciclo de vida.
* Generar estadísticas y métricas de valor para la empresa y el personal con base en la información proporcionada por los usuarios del sistema.
* Servir como guía en los procedimientos principales de aseguramiento de la calidad.

Los beneficios que se obtienen al utilizar la herramienta son:

* Definición de las fases para un proyecto en específico, con la flexibilidad de definir diferentes fases para diferentes proyectos.
* Clasificación de las fases especificadas para el proyecto como fases de requerimientos, diseño, codificación, revisión, pruebas o mantenimiento. Esto permite obtener estadísticas sobre los costos de la calidad y su retorno de inversión.
* La posibilidad de definir tipos de defectos, la empresa podrá crear la nomenclatura que considere más conveniente para el registro de los mismos.
* La clasificación de las actividades del proyecto, se pueden obtener estadísticas y gráficas sobre las técnicas de detección implementadas para un proyecto en específico.
* La creación de plantillas personalizadas, se podrán realizar las revisiones de calidad de una manera que se adapte a las características de la empresa.
* Se obtienen datos valiosos sobre un usuario, un proyecto o sobre la empresa de manera sencilla y rápida.

Con el sistema BM se podrá llevar un control sobre la evolución del proyecto, mediante el registro rápido y sencillo de lo que se hace para a final de cuentas conocer cómo se desarrolló. Este conocimiento permitirá tanto al programador como a la empresa tomar decisiones que provoquen una mejora para el siguiente proyecto.

* 1. Metodología

El equipo de desarrollo del sistema contó con 4 miembros, de los cuales 3 colaboramos con la definición y desarrollo del mismo. El cuarto miembro (nuestro asesor de tesis) colaboró en la definición de las capacidades y funcionalidades del sistema:

* Dr. Oscar Adrián Mondragón Campos (asesor de tesis).
* Ing. Humberto García Robles (ingeniero de software).
* Ing. Marco Antonio Rangel Bocardo (ingeniero de software).
* Ing. Eduardo Campos Peiro (ingeniero de software).

Para la construcción del sistema se desarrollaron dos documentos principales: El documento de Concepto de Operaciones y el de Diseño de Base de Datos. En el Concepto de Operaciones se define lo siguiente:

* La situación y condiciones del sistema actual
* La justificación y naturaleza del sistema propuesto (BM).
* Las funcionalidades requeridas y opcionales para este sistema.
* Una descripción completa del sistema propuesto con antecedentes, alcances, objetivos, módulos, modos de operación, tipos de usuarios y ambiente.
* Los escenarios de operación del sistema para los diferentes modos de operación.
* Análisis sobre el impacto, las capacidades y limitaciones del sistema propuesto.

El Diseño de Base de Datos presenta un esquema con las tablas, los campos de cada tabla, las relaciones entre las mismas y las llaves primarias de cada tabla. La figura 6.1 muestra las tablas que componen la base de datos. Posterior a la definición de estos documentos se comenzó con la definición de las herramientas y lenguajes a utilizar para el desarrollo del sistema.

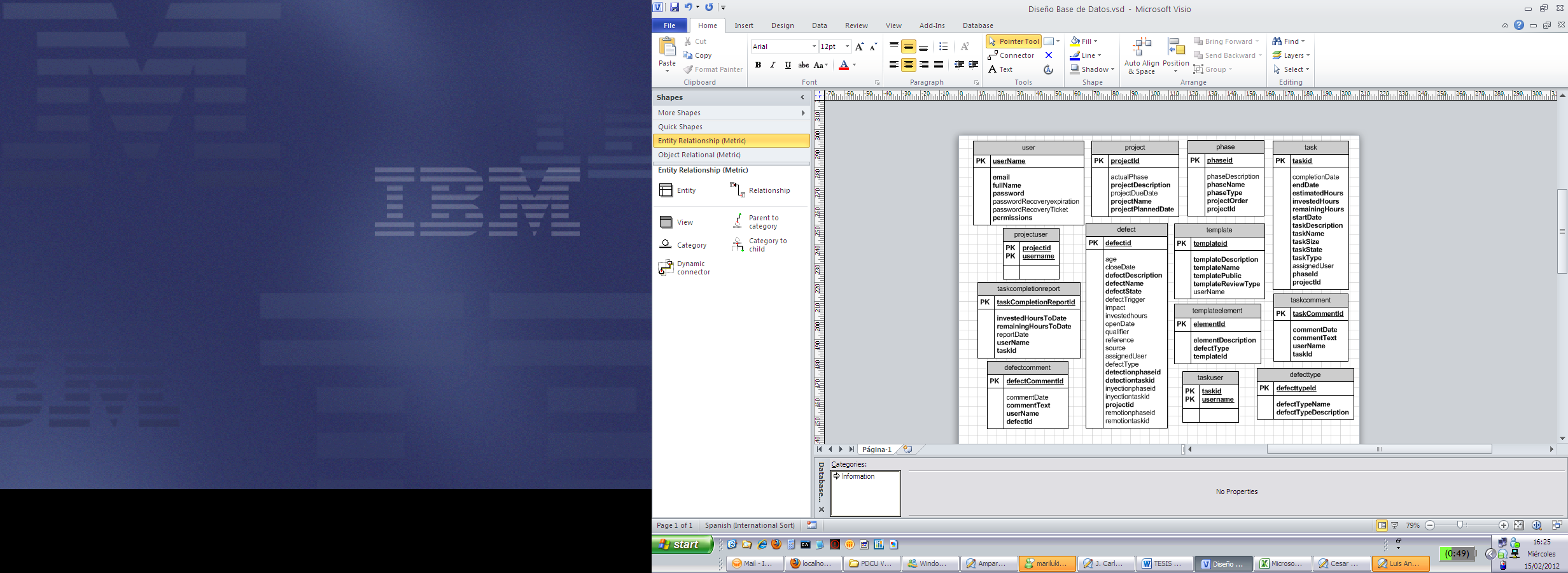


Figura 6.1 Base de datos BM

Después se repartieron las actividades de desarrollo conforme a los módulos definidos para el sistema y se comenzó con la codificación. Para el desarrollo del proyecto se adoptaron algunas de las prácticas definidas en la metodología de PSP.

Se midió el tamaño, el tiempo invertido en cada fase y el número de defectos encontrados en las revisiones personales, todo esto para cada actividad. De igual manera se llevó un registro de los defectos encontrados, en el que se especifica la fase de inyección y remoción, la actividad de inyección y remoción, el esfuerzo invertido en la remoción, el tamaño y si el defecto se deriva de uno previo o no.

Se realizaron revisiones personales para cada actividad y/o módulo de desarrollo. Por último se realizaron pruebas de integración del mismo. En el capítulo 7 se detallan los resultados obtenidos en el desarrollo de este sistema.

* 1. Arquitectura

La arquitectura definida para el desarrollo del sistema es la de modelo-vista-controlador (MVC). Para el caso del BM, tanto la lógica de negocio como los datos están contenidos en el modelo. La figura 6.1 ejemplifica la arquitectura utilizada.

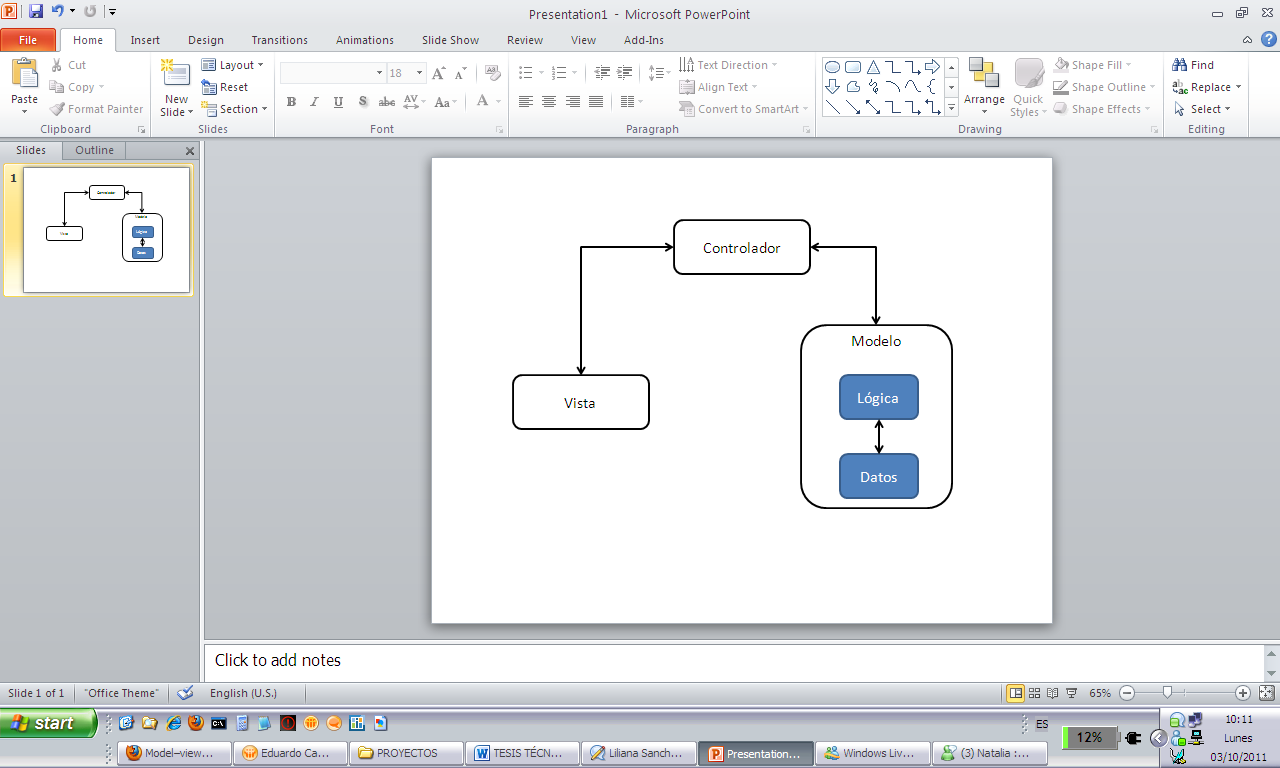


Figura 6.2. Arquitectura modelo-vista-controlador.

* 1. Características Técnicas

Las características técnicas del sistema se resumen en la tabla 6.1. Para el desarrollo del sistema se utilizaron tecnologías de código abierto tanto en el lenguaje de programación, en la base de datos, así como en el servidor web.

|  |  |
| --- | --- |
| **Características técnicas** | |
| Lenguajes de programación | Java, JavaScript, HTML |
| Versión JDK | 1.6 |
| Framework para arquitectura MVC | Spring 3.0.4 |
| Base de datos | MySQL 5.0.7 |
| Servidor Web | Apache Tomcat 6.0.29 |
| Ambiente de desarrollo integrado | NetBeans 6.9.1 |
| Cliente administración de la configuración | TortoiseSVN 1.6.16 |
| Repositorio | Google Code |
| Administración del proyecto | Maven 2.2.1 |

Tabla 6.1. Características técnicas del sistema BM.

Maven es una herramienta que permite administrar el proyecto (desde el punto de vista del código), así como la automatización en la compilación y construcción del proyecto en sí. Tiene la capacidad de descargar de manera automática las librerías utilizadas en el desarrollo. Utiliza el concepto de “Project Object Model” (POM) en el que se describe el proyecto, las dependencias con componentes y módulos externos, así como el orden en el que se construye el proyecto.

* 1. Módulos

Los módulos lógicos en los que se dividió el sistema son los listados a continuación e ilustrados en la figura 6.2:

* Administración: Altas, bajas y cambios de proyectos, actividades y usuarios.
* Actualización: Sobre el estatus en actividades de desarrollo y calidad.
* Calidad: Plantillas para la implementación de distintas técnicas de detección de defectos.
* Defectos: Registro y seguimiento de defectos.
* Reportes: Generación de estadísticas y gráficas a nivel desarrollador, proyecto y empresa.

Figura 6.3. Módulos del sistema BM.

* 1. Funcionalidades y objetivos

Las funcionalidades con las que cuenta la primera versión del sistema se listan en la tabla 6.2. En ella se muestran los tipos de usuarios y lo que pueden realizar dentro del sistema. Existen tres tipos de usuario: Desarrollador, Líder de Proyecto y Gerente/Administrador. Como regla general, el usuario Gerente/Administrador puede ver y editar las tareas y defectos del resto de los usuarios, puede agregar plantillas para uso de todos los usuarios, puede modificar el proyecto y puede agregar tipos de defectos.

Para el caso de los otros dos tipos de usuarios, solamente pueden interactuar con sus proyectos, tareas y defectos. El líder de proyecto puede crear plantillas públicas (para uso de cualquier usuario), mientras que el desarrollador solamente puede crear plantillas para su propio uso.

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| **Funcionalidad** | **Desarrollador** | **Líder de Proyecto** | **Gerente/Administrador** |
| Alta, baja y cambio de usuarios |  |  | X |
| Alta, baja y cambio de proyectos |  |  | X |
| Alta, baja y cambio de tipos de defectos |  |  | X |
| Alta, baja y cambio de fases |  |  | X |
| Asignación de recursos humanos a proyectos |  |  | X |
| Alta, baja y cambio de actividades de desarrollo | X | X | X |
| Alta, baja y cambio de actividades de calidad | X | X | X |
| Asignación de actividades de desarrollo y calidad a miembros del equipo |  | X | X |
| Alta, baja y cambio de plantillas para actividades de calidad | Para su uso | X | X |
| Actualización de estatus de actividades de desarrollo y calidad | X | X | X |
| Registro y seguimiento de defectos | X | X | X |
| Estadísticas y gráficas a nivel usuario | Solo su usuario | X | X |
| Estadísticas y gráficas a nivel proyecto | Solo de los proyectos en los que está involucrado | X | X |
| Estadísticas y gráficas a nivel empresa |  | X | X |

Tabla 6.2. Funcionalidades del sistema BM.

Dentro de los objetivos trazados al momento de comenzar con la definición del proyecto y que siguen vigentes después de su realización, se encuentran los siguientes:

* Lograr una mejora continua en el proceso de desarrollo de software, así como una mayor calidad en el producto final.
* Reducir el costo final que conlleva implementar actividades de calidad dentro de la empresa.
* Proporcionar información valiosa, como el costo de realización de las revisiones o el retorno de inversión de las mismas, a la empresa para la toma de decisiones respecto a cambios en su proceso de desarrollo de software.
* Facilitar la evolución y adaptación de las diferentes actividades de aseguramiento de la calidad.

Estos objetivos se sustentan en la capacidad del sistema de proporcionar estadísticas e información que surge del registro de las actividades de desarrollo, de calidad y de los defectos. A su vez, la definición de plantillas personalizadas permite la evolución y mejora continua de las actividades de calidad, lo que a final de cuentas se traduce en una reducción de costos.

* 1. Reportes

El BM produce varios reportes en los que se muestran las métricas que se calculan a partir de la información introducida por todos los usuarios del sistema. La tabla 6.3 presenta todos los reportes que genera el BM.

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| **Categoría** | **Nombre** | **Nivel** |
| General | Tiempo por fase | Proyecto |
| General | Productividad por fase | Proyecto |
| General | Rendimiento por fase | Proyecto |
| General | Resumen General | Proyecto |
| Costo de la calidad | Productividad compuesta | Usuario/Proyecto/Empresa |
| Costo de la calidad | ROI de proyecto/empresa | Proyecto/Empresa |
| Costo de la calidad | ROI de técnicas de detección | Proyecto/Empresa |
| Costo de la calidad | COQ vs CNQ | Proyecto/Empresa |
| Técnicas de detección de defectos | Rendimiento por técnica | Proyecto/Empresa |
| Técnicas de detección de defectos | Esfuerzo por técnica | Proyecto/Empresa |
| Técnicas de detección de defectos | Eficiencia por técnica | Proyecto/Empresa |
| Técnicas de detección de defectos | Razón de revisión por técnica | Proyecto/Empresa |
| Técnicas de detección de defectos | Número de defectos por técnica | Proyecto/Empresa |
| Caracterización de defectos | Densidad de defectos por usuario | Usuario |
| Caracterización de defectos | Número de defectos por tipo | Usuario/Proyecto/Empresa |
| Caracterización de defectos | Defectos inyectados y removidos por fase | Usuario/Proyecto/Empresa |

Tabla 6.3 Reportes del sistema BM

Los reportes de tiempo por fase y rendimiento por fase muestran porcentajes. El primero es el porcentaje de tiempo invertido en cada fase respecto al total del proyecto y el segundo es el porcentaje de defectos encontrados en cada fase respecto al total. El reporte de productividad por fase muestra el número de líneas de código o el número de páginas (dependiendo si la fase es de codificación o diseño) escritas por hora. El resumen general muestra las siguientes estadísticas:

* Defectos inyectados y encontrados por fase.
* Rendimiento del filtro de cada fase.
* El tiempo invertido en cada fase.
* La velocidad de revisión en caso de que el tipo de fase sea de revisión.
* El número de defectos removidos por hora de cada fase.
* La efectividad relativa de cada fase respecto a la fase de pruebas.
* Los costos de evaluación y fallas por fase.
* La relación del costo de evaluación y el costo de fallas de manera total.
* La densidad de defectos del proyecto, el total de defectos del proyecto y el total de líneas de código de las fases de codificación del proyecto.

El reporte de productividad compuesta muestra la comparación de la productividad contra la productividad compuesta ya sea a nivel usuario, proyecto o empresa. La productividad compuesta toma en cuenta el esfuerzo de remoción de los defectos, además del esfuerzo de codificación.

El reporte de retorno de inversión del proyecto o empresa se refiere al ahorro obtenido gracias a la implementación de calidad. Se calcula el retorno respecto a pruebas y respecto a producción. El reporte de retorno por técnica de detección consiste en lo mismo que al anterior, pero separado por técnica de detección.

El reporte de costo de calidad contra costo de no calidad muestra el esfuerzo de tareas y de remoción de defectos en las etapas de revisión contra las etapas de pruebas y mantenimiento. Los reportes de técnicas de detección de defectos muestran el rendimiento, el esfuerzo, la eficiencia, la razón de revisión y el número de defectos encontrados por cada técnica realizada dentro del proyecto.

El reporte de densidad de defectos por usuario muestra la densidad considerando solo las tareas de codificación de cada usuario. El reporte de número de defectos por tipo muestra la cantidad de defectos removidos y su esfuerzo de remoción ya sea a nivel usuario, proyecto o empresa. El reporte de defectos inyectados y removidos por fase muestra la cantidad de defectos ya sea a nivel usuario (mostrando solo las fases en las que ha participado), proyecto (solo las fases del proyecto) o empresa (mostrando todas las fases).

* 1. Supuestos y restricciones

Como cualquier sistema de software que se piense construir, existen supuestos y restricciones que se asumen al inicio del proyecto bajo los cuales se construye el producto final. Para el caso del BM podemos listar como supuestos los siguientes:

* Cualquier persona que utilice el sistema cuenta con las habilidades y el conocimiento necesarios para el uso del hardware y el software sobre el cual corre el sistema.
* Cualquier empresa que decida utilizar el sistema contará con el personal adecuado para los distintos tipos de usuario del sistema, o en su caso definirá el personal que considere adecuado para ello.

Las principales restricciones para el uso correcto del sistema se encuentran a continuación:

* La asignación de privilegios sobre el uso de la aplicación para los diferentes tipos de usuarios está preestablecida, por lo que el cliente no podrá configurar estos permisos al momento de la instalación del sistema.
* Los reportes generados por el sistema fueron determinados con anterioridad, por lo que el cliente no tendrá la posibilidad de agregar, modificar o eliminar reportes.
* Al ser una aplicación Web, es necesario contar con la infraestructura de red, ya sea local o de internet, para acceder correctamente al sistema.
* El sistema en su primera versión no fue diseñado para ser visualizado en dispositivos móviles de comunicación, como por ejemplo teléfonos inteligentes. Por lo que el uso y su visualización adecuada no pueden ser garantizados al momento de acceder al sistema desde estos dispositivos.
  1. Pantallas

A continuación se muestran las pantallas principales del sistema. La figura 6.4 muestra la pantalla de ingreso al sistema.

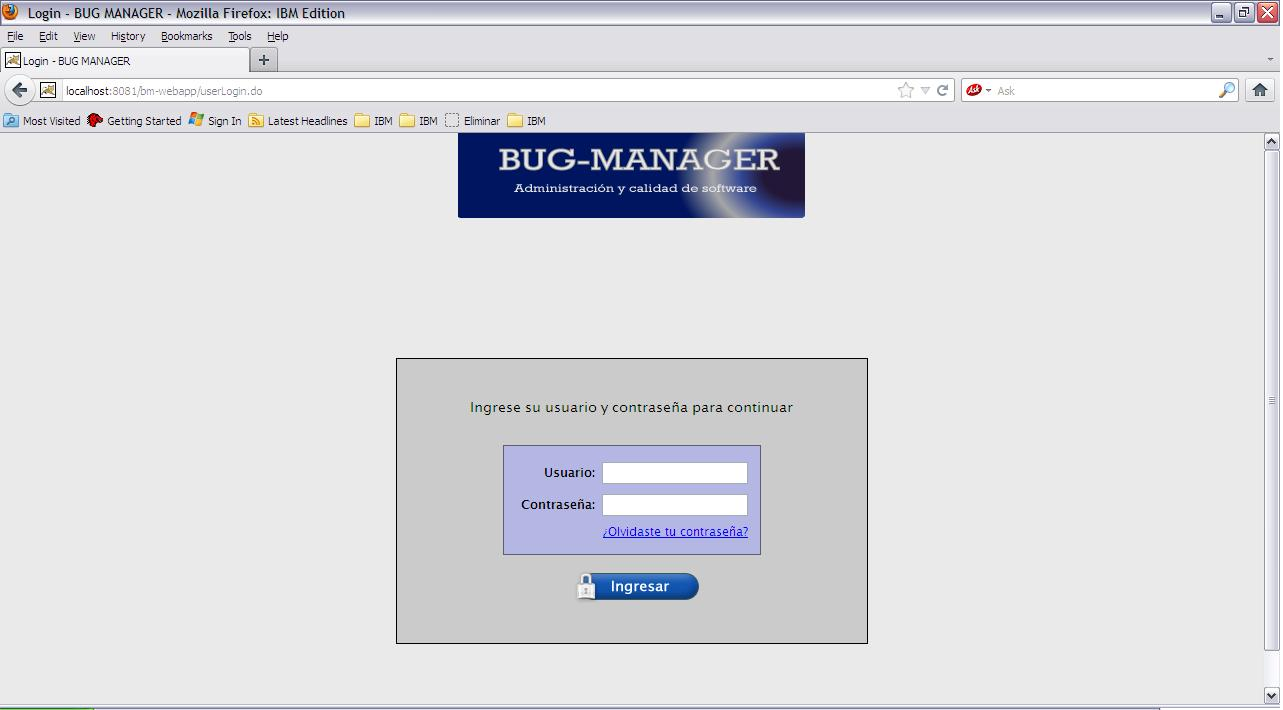


Figura 6.4 Ingreso al sistema BM.

La figura 6.5 muestra la lista de proyectos actuales. Cuando entra un líder de proyecto o desarrollador solo se muestran los proyectos en los que está involucrado. En el caso del administrador se muestran todos los proyectos.

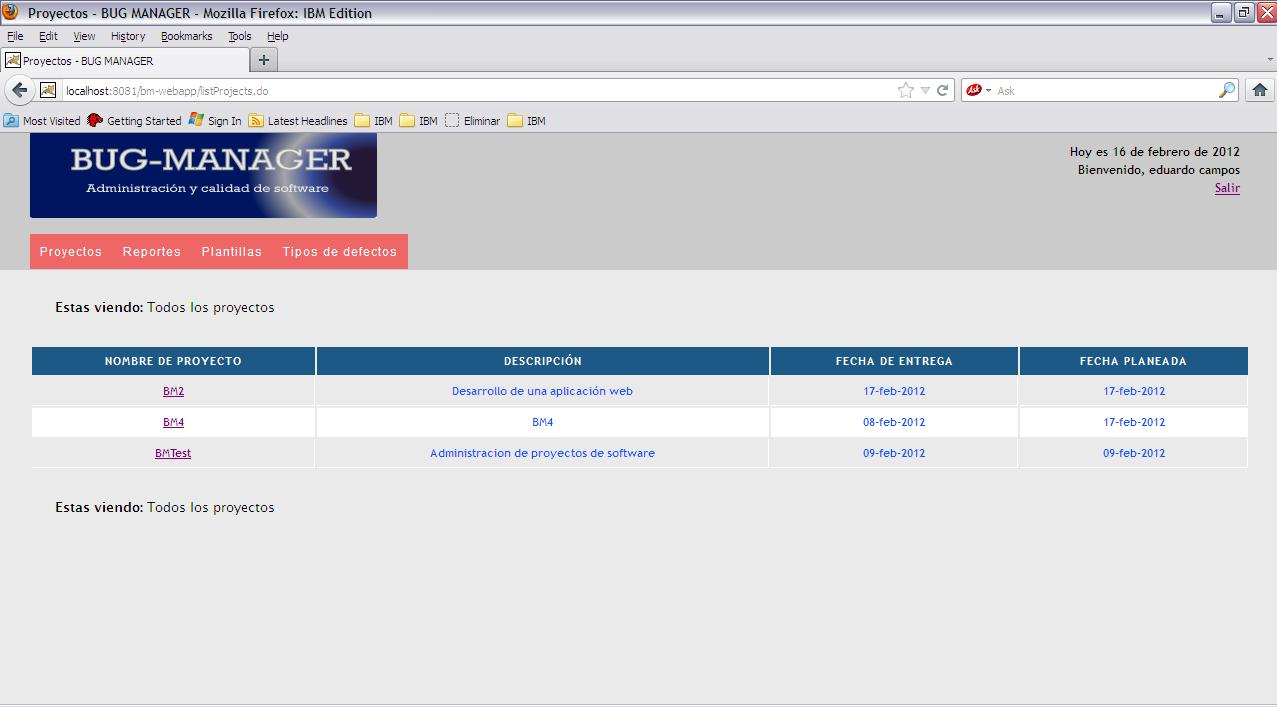


Figura 6.5 Lista de proyectos.

La figura 6.6 muestra la lista de usuarios dados de alta en el sistema. Un usuario puede ser dado de baja solamente cuando no tiene tareas ni defectos asignados.

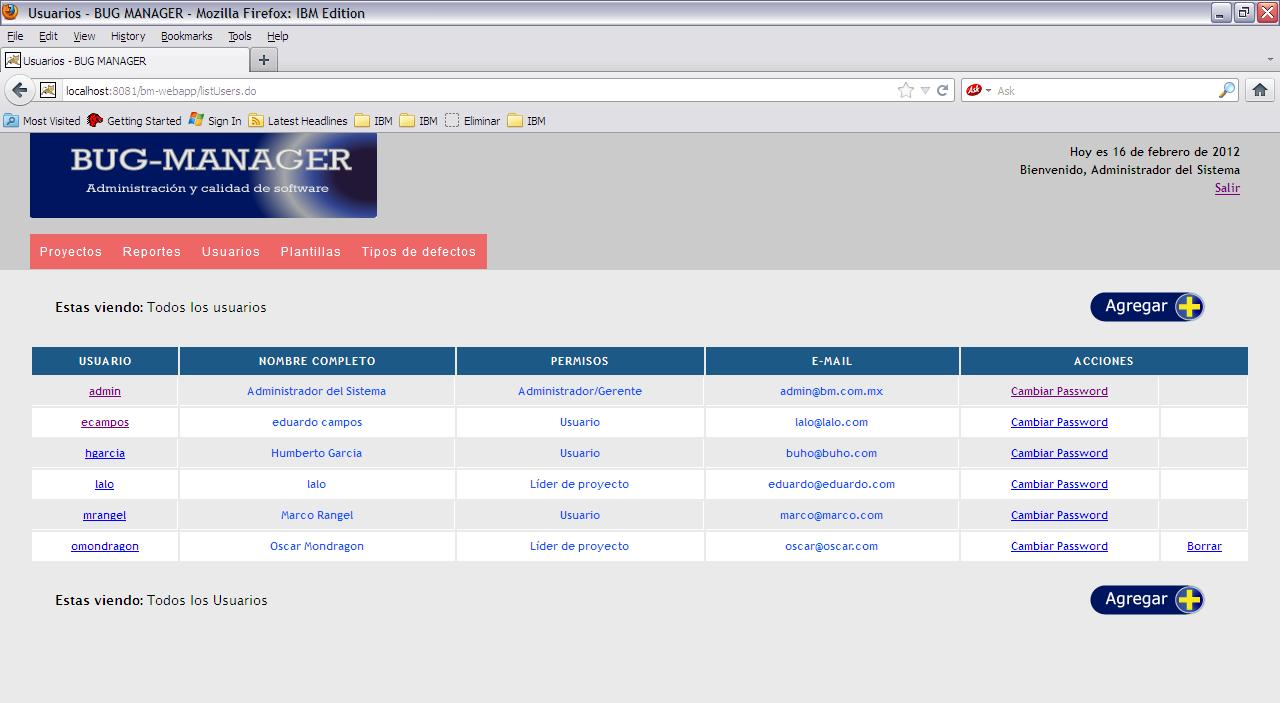


Figura 6.6 Lista de usuarios del sistema.

La figura 6.7 muestra la lista de tareas asignadas a un usuario en específico, es decir, la lista está filtrada. En la tabla se muestra el esfuerzo planeado, acumulado y restante, el porcentaje de avance, el estatus, la fecha de inicio, la fecha final y la fase a la que corresponde. Al dar clic en el nombre de la tarea, ésta se puede modificar. La figura 6.8 muestra la pantalla de modificación de una tarea.

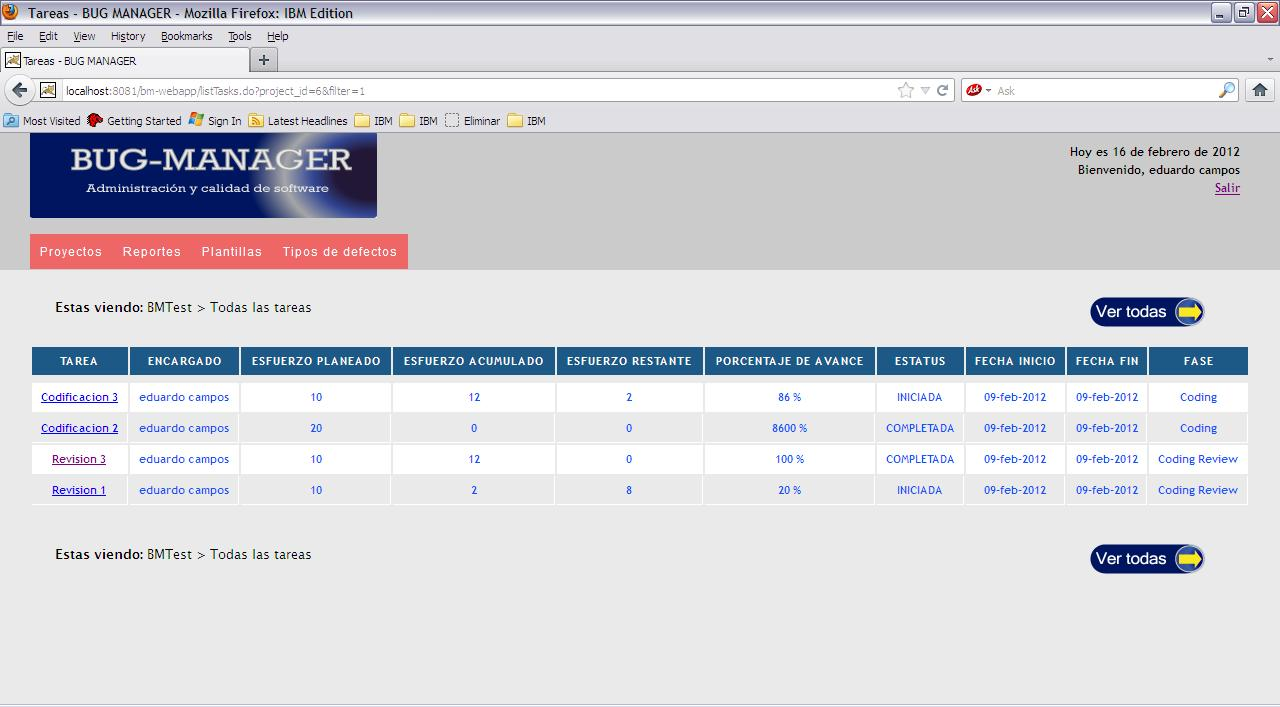


Figura 6.7 Lista de tareas del proyecto.

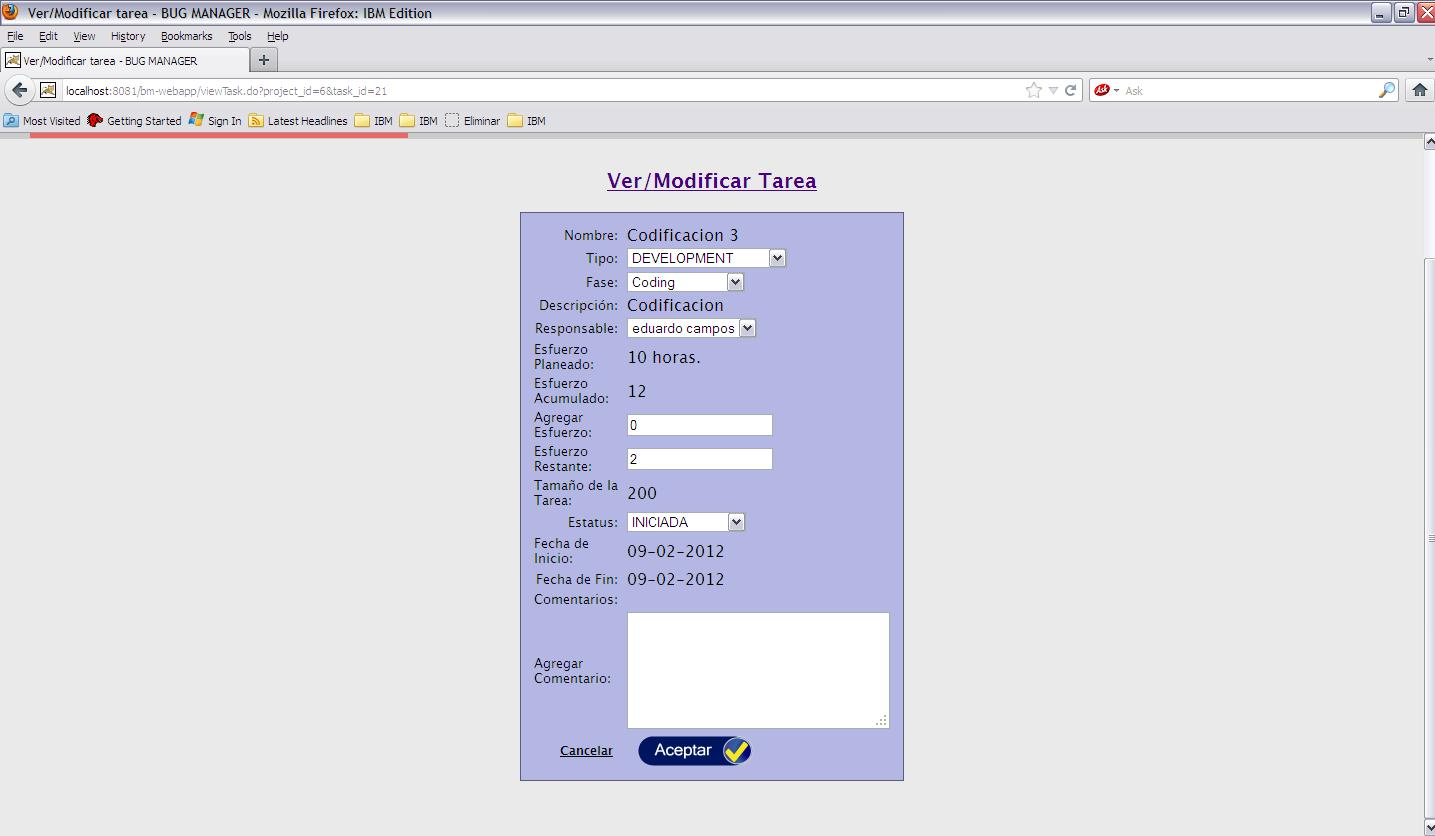


Figura 6.8 Modificar tarea.

La figura 6.9 muestra la lista de defectos de un proyecto en específico. En la lista se muestran el nombre del defecto, la fase en la que fue detectado, el nombre de la actividad en la que fue detectado, el estatus y la fecha de detección. Al dar clic en el nombre del defecto, éste se puede modificar. La figura 6.10 muestra la modificación de un defecto.

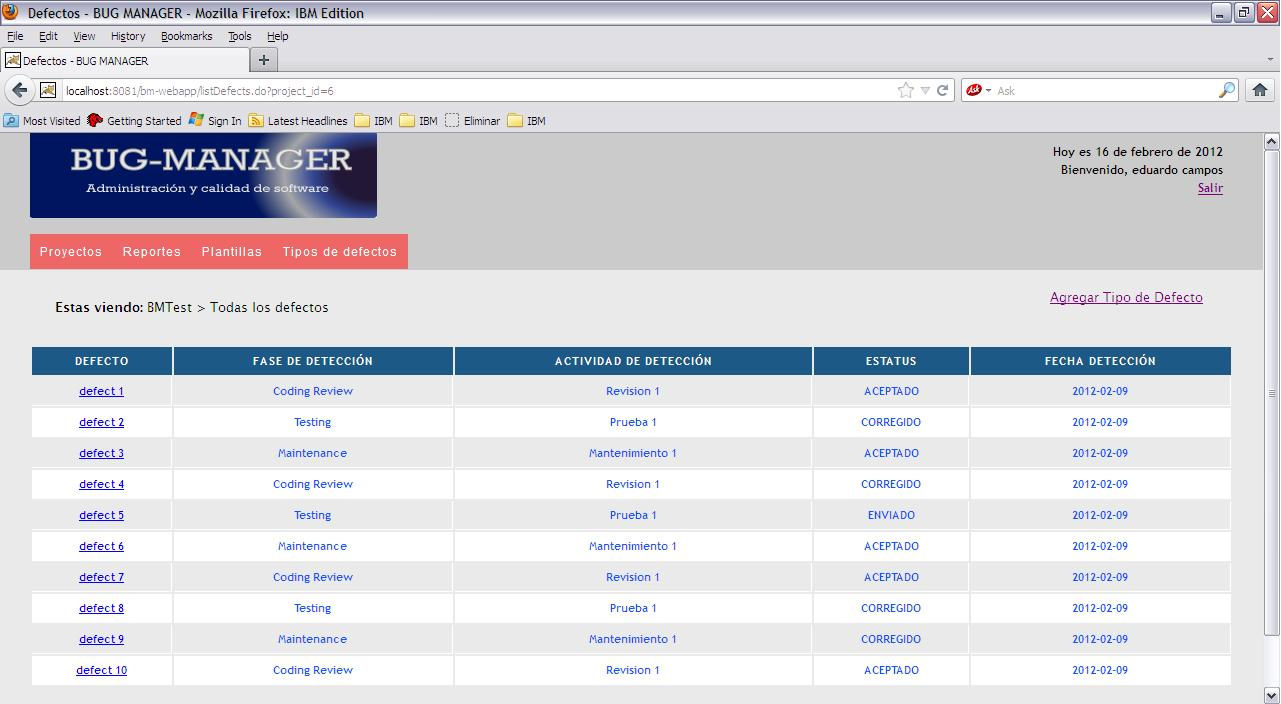


Figura 6.9 Lista de defectos de un proyecto.



Figura 6.10 Modificar defecto.

La figura 6.11 muestra el reporte de tiempo por fase de un proyecto en específico. La figura 6.12 muestra el reporte de resumen general de un proyecto en específico.



Figura 6.11 Reporte de tiempo por fase de un proyecto.

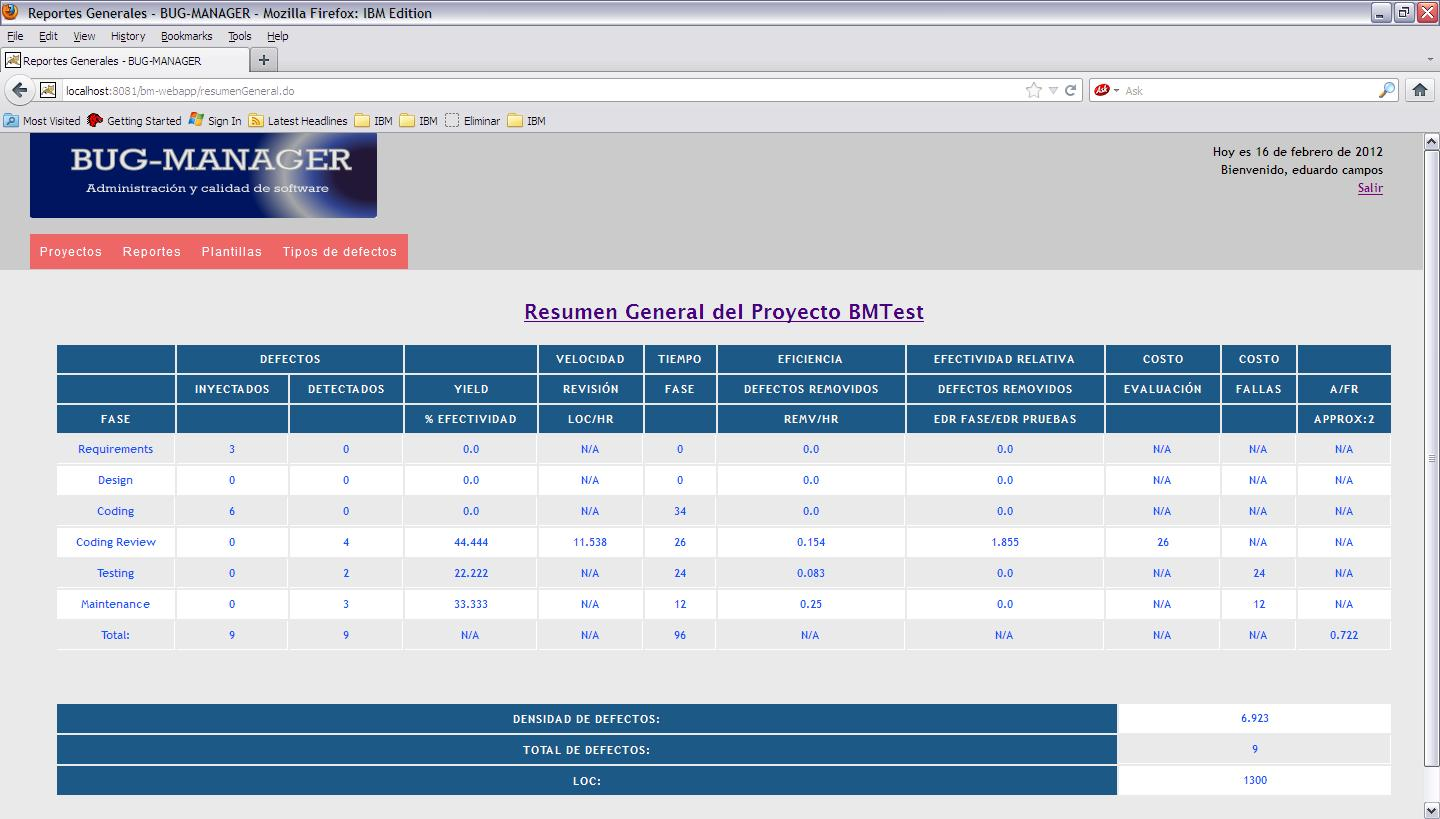


Figura 6.12 Reporte de resumen general de un proyecto.

* 1. Ventajas del Bug Manager

Como se ha comentado anteriormente, el BM es un sistema basado principalmente en la metodología PSP/TSP. El SEI proporciona una herramienta para la implementación de esta metodología. Sin embargo, esta herramienta tiene algunas limitaciones como el no ser de código abierto, no tener un ambiente web y estar acotada a los procedimientos definidos en esta metodología.

El BM implementa las funcionalidades requeridas para el cumplimiento de la metodología PSP, además de proporcionar otras más como:

* Ser una herramienta de código abierto.
* Ser una aplicación web que puede ser accedida desde cualquier parte (con la infraestructura adecuada).
* Generar estadísticas a nivel proyecto y empresa, además de estadísticas a nivel usuario o desarrollador.
* La posibilidad de definir etapas de revisiones para cualquier etapa del proyecto, no sólo de diseño y codificación.
* Diferentes tipos de usuario con diferentes privilegios para el uso de la herramienta.
* La posibilidad de definir el tipo de actividad que se está realizando. Además de contar con la posibilidad de registrar la información de revisiones entre colegas y no solamente de las revisiones personales.
* La posibilidad de definir plantillas públicas y privadas, tanto para las revisiones personales como para las revisiones entre colegas.

CAPÍTULO 7

1. Resultados

En este capítulo se presentan los resultados del desarrollo del BM. La gran mayoría de las estadísticas calculadas son las que el BM produce para un proyecto en específico. Las estadísticas tienen que ver con las actividades realizadas a lo largo del proceso de desarrollo y con los defectos inyectados y removidos dentro del mismo proceso.

Primeramente se exponen las estadísticas obtenidas directamente del desarrollo del sistema. Después se plantea un escenario en el que las actividades de calidad y las revisiones hubieran tenido el rendimiento recomendado por PSP, que es del 70%. Por último, se plantea un escenario en el que no se hubieran realizado revisiones ni actividades de calidad, lo que significaría que todos los defectos se hubieran encontrado y removido en la fase de pruebas.

* 1. Escenario presentado

La tabla 7.1 muestra el porcentaje de tiempo invertido en cada fase respecto al tiempo total, así como la razón de fase de codificación con el resto de las fases; es decir, que tanto tiempo se invirtió en la fase de codificación con respecto a las demás.

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| **Fase** | **Tiempo (%)** | **Razón de fase** |
| Diseño | 10 | 6 |
| Codificación | 62 | - |
| Revisión | 7 | 8 |
| Pruebas | 21 | 3 |

Tabla 7.1 Tiempo por fase y razón de fase.

La productividad global fue de 54 líneas de código por hora, mientras que la productividad compuesta (la que toma en cuenta el esfuerzo de remoción de defectos) fue de 47 líneas de código por hora.

En lo que se refiere a defectos, el 16% de ellos fueron inyectados en la fase de diseño, sin embargo representaron un 30% del esfuerzo de remoción. El 84% restante del total fueron inyectados en la fase de programación y representaron un 70% del esfuerzo de remoción. Esto nos indica que los defectos de diseño son más costosos, lo que concuerda con la teoría de remoción. Mientras más etapas pasen del momento de inyección al momento de remoción más costoso será corregir un defecto.

La tabla 7.2 muestra el número de defectos por tipo, el total de defectos y la densidad de defectos.

|  |  |
| --- | --- |
| **Tipo** | **Cantidad** |
| Función | 53 |
| Asignación | 18 |
| Interface | 2 |
| Sintaxis | 12 |
| Chequeo | 9 |
| Datos | 19 |
| **TOTAL:** | 113 |
| **Densidad de defectos:** | 14 por KLOC |

Tabla 7.2 Cantidad de defectos inyectados por tipo.

Aun cuando el tiempo invertido en codificación fue mucho mayor al tiempo de revisión, se tuvo un rendimiento de proceso del 42%, es decir, se encontraron 47 de los 113 defectos. El rendimiento de proceso es el rendimiento obtenido hasta antes de la etapa de pruebas.

La tabla 7.3 presenta el panorama general de lo ocurrido en referencia al costo de las actividades realizadas para asegurar la calidad (antes de la etapa de pruebas) contra las actividades realizadas en la etapa de pruebas. El costo total significa el costo de encontrar el defecto más el costo de corregirlo. El costo total y el costo total promedio están expresados en minutos.

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
|  | **PROCESO** | **PRUEBAS** |
| Defectos removidos | 47 | 66 |
| Porcentaje defectos removidos | 42% | 58% |
| Costo total promedio | 25 minutos | 42 minutos |
| Costo total | 1173 minutos | 2739 minutos |
| Porcentaje costo total | 30% | 70% |
| A/FR | 0.4 | |
| Ahorro contra peor escenario | 21% | |

Tabla 7.3 Panorama general de defectos.

De acuerdo a los datos presentados en la tabla 7.3, si no se hubieran realizado revisiones y todo se hubiera realizado en la fase de pruebas, en promedio se hubiera tenido que invertir un 21% más de esfuerzo. Eso es lo que significa el ahorro contra el peor escenario. Además, en promedio cuesta un 68% más corregir un defecto en la etapa de pruebas que en etapas anteriores. Sin embargo, el costo total invertido en revisiones representó el 40% del costo total invertido en pruebas. Eso es lo que significa el A/FR.

Siguiendo con la comparación entre revisiones y pruebas, la eficiencia de las revisiones resultó en 6 defectos removidos por hora, mientras que la eficiencia de las pruebas resultó en 5 defectos removidos por hora. Esto significa que la etapa de revisión fue un 20% más efectiva que la etapa de pruebas.

* 1. Escenario recomendado

De acuerdo a PSP, un rendimiento de proceso igual o mayor a 70% se considera como bueno. A continuación se presenta un cálculo basado en este principio y en el costo total promedio de proceso y de pruebas. Por ejemplo, un rendimiento del 70% significaría haber encontrado 79 defectos antes de pruebas. Si esto se multiplica por el costo total promedio de proceso, se obtiene un costo total de 1975 minutos.

La tabla 7.4 muestra los datos de la tabla 7.3 pero con el rendimiento de 70% y con los mismos costos totales promedio.

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
|  | **PROCESO** | **PRUEBAS** |
| Defectos removidos | 79 | 34 |
| Porcentaje defectos removidos | 70% | 30% |
| Costo total promedio | 25 minutos | 42 minutos |
| Costo total | 1975 minutos | 1428 minutos |
| Porcentaje costo total | 58% | 42% |
| A/FR | 1.4 | |
| Porcentaje del costo total del escenario presentado | 87% (509 minutos) | |
| Ahorro contra peor escenario | 39% (1343 minutos) | |
| Porcentaje de aumento en costo total de revisión | 68% (802 minutos) | |
| Porcentaje de disminución en costo total de pruebas | 48% (1311 minutos) | |

Tabla 7.4 Panorama general del escenario recomendado.

Para alcanzar este escenario, en promedio se tendría que haber invertido 68% más en tiempo de revisiones, pero hubiera significado una disminución del 48% del tiempo de pruebas. De manera global, hubiera significado una inversión del 87% del tiempo invertido en el escenario que se presentó, es decir, se hubiera reducido en un 13%. Finalmente, este escenario representaría un ahorro promedio en costos totales del 39% respecto al escenario en el que se hubiera detectado y removido todo en pruebas.

* 1. Peor escenario

El peor escenario significa no haber realizado ninguna revisión que permitiera detectar y remover defectos antes de la etapa de pruebas, por lo que todo se realizaría en esta etapa. La tabla 7.5 muestra los datos de la tabla 7.3 pero con un rendimiento del 0%.

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
|  | **PROCESO** | **PRUEBAS** |
| Defectos removidos | 0 | 113 |
| Porcentaje defectos removidos | 0% | 100% |
| Costo total promedio | 0 minutos | 42 minutos |
| Costo total | 0 minutos | 4746 minutos |
| Porcentaje costo total | 0% | 100% |
| A/FR | 0 | |
| Porcentaje del costo total del escenario presentado | 121% (834 minutos) | |
| Porcentaje de aumento en costo total de pruebas | 73% (2007 minutos) | |

Tabla 7.5 Panorama general del peor escenario.

Esto hubiera significado invertir un 73% más en pruebas de lo que realmente se invirtió. De manera global, y en promedio, representaría un aumento del 21% respecto al tiempo total invertido de manera real.

Hay que recordar que los cálculos presentados están basados en los costos totales promedio de lo que realmente ocurrió. La mayoría de las veces la diferencia entre estos costos es mucho mayor (superando fácilmente el 100%), por lo que el costo total se elevaría de gran manera.

Además, dependiendo del tamaño del proyecto, un ahorro del 21% (que fue lo ahorrado contra el peor escenario), podría significar varios meses de trabajo, lo que definitivamente impactaría de manera muy positiva el resultado final del proyecto.

CAPÍTULO 8

1. Conclusiones

El trabajo de investigación expone lo que significa la calidad, particularmente en el contexto del desarrollo de sistemas de software. Se explica lo que significa que un sistema sea de calidad aceptable y porqué es importante implementar actividades de calidad al momento de desarrollar un sistema. Las razones más importantes para ello son la reducción de los costos finales del proyecto y la entrega de un producto con el menor número de defectos posible que satisfaga las necesidades del cliente.

Una manera de aumentar la calidad de los productos dentro de una organización es incorporando prácticas y procesos al desarrollo que reduzcan el número de defectos que se inyectan a lo largo del ciclo. Los modelos de calidad de software sirven como guía para conocer cuáles prácticas incorporar, dónde realizarlas dentro del proceso y cómo realizarlas para maximizar su efectividad.

Las técnicas de detección de defectos permiten encontrar defectos para ser removidos del sistema. El objetivo es que estas actividades sean lo más eficientes posible, es decir, que encuentren el mayor número de defectos en el menor tiempo posible. Para esto es importante evaluar los siguientes aspectos:

* Cuándo aplicarlas.
* Quiénes son las personas más adecuadas para llevarlas a cabo.
* Cuáles productos son necesarios de revisar.
* Cuál técnica en específico será la más efectiva para el tipo de producto.

Es importante documentar y llevar un control de todas estas técnicas o revisiones junto con las actividades que se llevan a cabo para desarrollar un sistema. De esta manera se puede conocer si lo que se hace aumenta la calidad del producto y se reduce el costo total de desarrollarlo. El registro de esta información es una tarea que implica un esfuerzo considerable. El uso de una herramienta de software reduce este esfuerzo al mismo tiempo que puede producir los resultados para conocer qué tan valioso fue lo que se hizo. El BM ataca esta necesidad mediante lo siguiente:

* Registro de las fases que componen al proyecto.
* Registro de los recursos humanos asignados al proyecto.
* Registro de las actividades que componen el desarrollo del producto. Se especifica de qué tipo es la actividad, cuándo se inició, cuándo se terminó, cuánto tiempo se invirtió, cuánto tiempo estaba planeado que se invirtiera, de qué tamaño es y en qué fase se realizó.
* Desarrollo de plantillas o listas de supervisión que sirven como guías al momento de realizar las actividades de calidad.
* Registro de los defectos encontrados y removidos en el proyecto. Se especifica en qué fase se inyectó, en qué fase se detectó, en qué se corrigió, quién lo corrigió, cuánto tiempo tomó corregirlo, el tiempo de corregirlo, el tipo de defecto que es y si surgió debido a un defecto previo.
* Desarrollo de reportes que permiten conocer los resultados de la implementación de todas las actividades realizadas dentro del proyecto.
  1. Trabajo a futuro

Siempre hay nuevos datos y nuevas métricas que se pueden calcular de la información introducida a un sistema o derivar de otras métricas. Además de las estadísticas que hasta el momento genera el BM, es conveniente agregar las siguientes:

* Razones de fase. Indica el tiempo invertido en una fase con respecto a otra. Si la razón es 1 significa que se invirtió el mismo tiempo en las dos fases.
* Índice de calidad de proceso. Esta métrica se detalla en el capítulo 4. Representa de manera cuantitativa la calidad general del proceso de desarrollo.
* Esfuerzo de remoción promedio por tipo de defecto. Esto indica cuáles son los tipos de defectos que más cuesta corregir.
* Comparación de la densidad de defectos en relación a la razón de fase de diseño/fase de codificación. Esto indica la importancia del diseño, ya que como se mencionó anteriormente, muchas veces se diseña mientras se codifica.

Estas métricas tienen que ver con las actividades de calidad que se realizan durante el ciclo de vida. Existen otro tipo de métricas que tienen que ver con el desarrollo en sí del proyecto y su avance en relación al calendario planeado. Incorporarlas le daría mayor funcionalidad como herramienta de gestión de proyectos.

Un ejemplo de este tipo de métricas es el valor ganado. El valor ganado representa el estatus del proyecto en un momento determinado. En la gráfica de valor ganado se incluye el esfuerzo planeado al momento, el esfuerzo ganado al momento y el costo real de haber ganado ese esfuerzo. También se incluyen proyecciones sobre cuánto costará finalmente el proyecto y cuándo se terminará.

Además de estos datos, es posible agregar funcionalidades al sistema que faciliten el uso del mismo. Dentro de estas funcionalidades se encuentran:

* Relación de actividades de calidad con actividades de desarrollo. Actualmente solo se registran las actividades, pero éstas no se relacionan con ninguna otra. Al relacionarlas se podría conocer las actividades de calidad que se realizaron para una actividad de desarrollo en particular.
* Motor de búsqueda de actividades y defectos. En la actualidad tanto las actividades como los defectos solamente se filtran por usuario. Para el caso del tipo de usuario administrador, sería de gran ayuda incorporar un motor que permita buscar las actividades o los defectos mediante diferentes datos, ya que su visualización se puede complicar al existir una gran cantidad de actividades y/o defectos para un proyecto en específico.

Además de complementar el sistema agregando nuevas funcionalidades y nuevas estadísticas, se puede realizar un estudio en el que se determine cómo el BM colabora en el incremento de la calidad final de los productos, para el caso en el que una determinada organización decida incorporar el uso de este tipo de herramientas de software. A final de cuentas el uso del BM supone una ayuda en el registro de actividades de aseguramiento de calidad para las organizaciones que pretenden incorporarlas o que ya las realizan.

A su vez, el estudio se puede complementar con el análisis de alguna organización que ya utilice alguna herramienta de software y decida incorporar el BM, o que incluso reemplace la que actualmente utiliza por el BM. Este estudio agregará valor al sistema, además de incrementar y mejorar sus capacidades con la retroalimentación recibida por parte de las organizaciones involucradas.

Referencias

x

|  |  |
| --- | --- |
| [1] | P. Jalote, *CMM in practice: processes for executing software projects at Infosys*, Addison-Wesley, Ed., 2000. |
| [2] | P. Johnson, "Reengineering Inspection," *Communications of the ACM.*, vol. 41, no. 2, pp. 49-52, 1998. |
| [3] | Harjumma et al, "Peer Reviews in Real Life – Motivators and Demotivators," in *Fifth International Conference on Quality Software*, 2005. |
| [4] | M. Haragopal P. Jalote, "Overcoming the NAH Syndrome for Inspection Deployment," in *Proceedings of the 20th International Conference on Software Engineering*, 1998, pp. 371-378. |
| [5] | H. Lexen G. Chroust, "Software Inspections – Theorie, New approaches and an Experiment," in *Proceedings, 25th EUROMICRO Conference*, 1999. |
| [6] | Wikipedia. (2011) http://en.wikipedia.org. [Online]. <http://en.wikipedia.org/wiki/Comparison_of_issue-tracking_systems> |
| [7] | P. B. Crosby, *Quality is free: The art of making quality certain*, Penguin, Ed. NY, NY, 1979. |
| [8] | J. M. Juran, *Juran on planning for quality*, Collier Macmillan, Ed. NY, NY, 1988. |
| [9] | D. Galin, *Software quality assurance: from theory to implementation*. NY: Pearson/Addison Wesley, 2004. |
| [10] | R. S. Pressman, *Software engineering: a practitioner’s approach*, McGraw-Hill, Ed. NY, 1992. |
| [11] | Collins et al, "How good is good enough?: An ethical analysis of software construction and use," *Communications of the ACM*, vol. 37, pp. 81-91, 1994. |
| [12] | J. Bach, "Good Enough Quality: Beyond the Buzzword," *IEEE Computer Society*, vol. 30, pp. 96-98, 1997. |
| [13] | Lazic et al, "The Software Quality Economics Model for Software Project Optimization," *WSEAS Transactions on Computers*, vol. 8, 2009. |
| [14] | J. Boegh, "A New Standard for Quality Requirements," *IEEE Software*, vol. 25, pp. 57-63, 2008. |
| [15] | R.E. Al-Qutaish, "An Investigation of the Weaknesses of the ISO 9126 International Standard," *Second International Conference on Computer and Electrical Engineering*, vol. 1, pp. 275-279, 2009. |
| [16] | B. W. Boehm et al, "Quantitative Evaluation of Software Quality," in *ICSE Proceedings of the Second International conference on Software Engineering*, 1976. |
| [17] | W. S. Humphrey, *PSP A Self-Improvement Process for Software Engineers*, Addison – Wesley, Ed. Westford, 2009. |
| [18] | I. Ciordia N. Serrano, "Bugzilla, ITracker, and other Bug Trackers," *IEEE Software*, vol. 22, pp. 11-13, 2005. |
| [19] | P. F. Dubois N. Johnson, "Issue Tracking," *Computing in Science and Engineering*, vol. 5, pp. 71-77, 2003. |
| [20] | GanttProject. GanttProject Home. [Online]. <http://www.ganttproject.biz/> |
| [21] | IBM. www.ibm.com. [Online]. <http://www-01.ibm.com/software/awdtools/clearquest/> |
| [22] | S. H. Kan, *Metrics and models in software quality engineering*, Addison-Wesley, Ed., 1995. |
| [23] | N.F. Schneidewind, "Software Metrics Model for Quality Control," in *Proceedings, Fourth International Software Metrics Symposium*, 1997, pp. 127-136. |
| [24] | K. Owens, "Software Detailed Technical Reviews: Finding and Using Defects," in *Conference Proceedings Wescon/97*, 1997. |
| [25] | B. W. Boehm, *Software engineering economics*, Prentice-Hall, Ed. NJ, 1981. |
| [26] | Laitenberger et al, "Quantitative Modeling of Software Reviews in an Industrial Setting," in *Sixth international Software Metrics Symposium*, 1999. |
| [27] | D.P. Freedman G.M. Weinberg, "Reviews, Walkthroughs, and Inspections," *IEEE Transactions on Software Engineering*, vol. SE-10, 1984. |
| [28] | Wohlin et al, "Software Inspection Benchmarking – A Qualitative and Quantitative Comparative Opportunity," in *Eighth IEEE Symposium on Software Metrics*, 2002. |
| [29] | Smart Bear Software. www.SmartBear.com. [Online]. <http://smartbear.com/PDF/11_Best_Practices_for_Peer_Code_Review.pdf> |
| [30] | Runeson et al, "What Do We Know about Defect Detection Methods?," *IEEE software*, vol. 23, pp. 82-90, 2006. |
| [31] | Laitenberger et al, "Software Inspections, Reviews & Walkthroughs," in *Proceedings of the 24rd International Conference on Software Engineering*, 2002. |
| [32] | Hall et al, "Towards Implementing Successful Software Inspections," in *Proceedings, International Conference on Software Methods and Tools*, 2000. |
| [33] | A. M. Wohaishi Y. A. Alsultanny, "Requirements of Software Quality Assurance Model," in *Second International Conference on Environmental and Computer Science*, 2009. |
| [34] | Deissenboeck et al, "Software Quality Models: Purposes, Usage Scenarios and Requirements," *ICSE Workshop on Software Quality*, pp. 9-14, 2009. |
| [35] | N. Ehsan et al, "CMMI / SPICE based process improvement," in *IEEE International Conference on Management Innovation and Technology*, 2010, pp. 859-862. |
| [36] | H. M. Hosny, "The CMM software quality assurance process scaled down for small organizations," in *International Conference on Electrical, Electronic and Computer Engineering*, 2004, pp. 291-294. |
| [37] | M. A. Storey et al, "TODO or to bug," in *International Conference on Software Engineering*, 2008, pp. 251-260. |

x

1. Apéndice A

Comparación de funcionalidades entre herramientas de rastreo de defectos y gestión de proyectos.

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **Herramienta** | **Integración de plan de pruebas** | **Flujo de trabajo personalizable** | **Campos configurables para registro** | **Múltiples Proyectos** | **Ambiente Web** | **Licencia de código abierto** |
| Bug Manager | 🗶 | ✓ | 🗶 | ✓ | ✓ | ✓ |
| BugAware.com | ✓ | ✓ | 🗶 | ✓ | 🗶 | 🗶 |
| Bug Tracker .NET | 🗶 | ✓ | ✓ | ✓ | ✓ | ✓ |
| Bugzilla | ✓ | ✓ | ✓ | ✓ | ✓ | ✓ |
| JIRA | ✓ | ✓ | ✓ | ✓ | ✓ | 🗶 |
| IBM Rational ClearQuest | ✓ | ✓ | ✓ | ✓ | ✓ | 🗶 |
| HP Quality Center | ✓ | ✓ | ✓ | ✓ | ✓ | 🗶 |
| Google Code Hosting | 🗶 | ✓ | ✓ | ✓ | ✓ | ✓ |
| Team Foundation Server | ✓ | ✓ | ✓ | ✓ | ✓ | 🗶 |
| Teamwork | ✓ | ✓ | ✓ | ✓ | ✓ | 🗶 |
| Trac | ✓ | ✓ | ✓ | 🗶 | ✓ | ✓ |
| Web Help Desk | 🗶 | ✓ | ✓ | 🗶 | ✓ | 🗶 |

Vitae

Eduardo Campos Peiro nació en Guadalajara, Jalisco el 3 de noviembre de 1984. Realizó sus estudios básicos en el Colegio Liceo del Valle de esta misma ciudad. Hizo sus estudios profesionales en el Instituto Tecnológico y de Estudios Superiores de Monterrey, Campus Guadalajara, donde obtuvo el título de Ingeniero en Electrónica y Comunicaciones en diciembre del 2006. En el curso de estos estudios, realizó una estancia en el extranjero por 6 meses en la Universidad del Estado de California, en la ciudad de Chico. Durante el 2005 trabajó dentro del área de TI de Flextronics en el Campus Guadalajara. De enero de 2007 a junio de 2010 desempeñó diversos puestos en la empresa Solutia Intelligence S.A. de C.V. dentro de ellos los de desarrollador de software, líder de proyecto y gerente de proyectos. Estuvo involucrado en la implementación de diversas soluciones de radiofrecuencia y de movilidad tanto en el sector privado como público. De junio de 2010 a la fecha se desempeña como desarrollador de software dentro de IBM para el área de sistemas de almacenamiento en disco, específicamente para el análisis del desempeño de los diferentes sistemas. Cuenta con certificaciones como programador en Java, como técnico certificado para la implementación de soluciones de radiofrecuencia, con especialización en la cadena de suministro. De Agosto de 2009 a la fecha estudia la Maestría en Ciencias de la Computación con especialidad en Ingeniería de Software en el Instituto Tecnológico y de Estudios Superiores de Monterrey, Campus Guadalajara.