

Universidad de las Ciencias Informáticas

Facultad 3



**Título: “Perfeccionamiento del Mecanismo de
Gestión de Calidad Interna para el proyecto
Registros y Notarías.”**

Trabajo de Diploma para optar por el título de
Ingeniero Informático

Autores: Yanet Edghill Martínez

Daniel Varona Cordero

Tutor: Ing. Heney Díaz Pérez

Co-tutor: MSc. Eugenia G Muñiz Lodos

Consultante: MSc. José R. Rodríguez Galera

Junio 2008.



“El aspecto fundamental en el cual la juventud debe señalar el camino es precisamente en el aspecto de ser vanguardia en cada uno de los trabajos que le compete.”

Che

DECLARACIÓN DE AUTORÍA

Declaramos ser autores de la presente tesis y reconocemos a la Universidad de las Ciencias Informáticas los derechos patrimoniales de la misma, con carácter exclusivo.

Para que así conste firmo la presente a los ____ días del mes de _____ del año _____.

Yanet Edghill Martínez

Firma del Autor

Daniel Varona Cordero

Firma del Autor

Ing. Heney Díaz Pérez

Firma del Tutor

DATOS DE CONTACTO

Ing. Heney Díaz Pérez.

Ingeniero en Ciencias Informáticas. Instructor Recién Graduado. Especialista del Laboratorio de Pruebas, de la Dirección de Calidad de Software (DCS) de la UCI.

MSc. Eugenia G. Muñiz Lodos.

Máster en Sistemas Digitales. Investigador Auxiliar. Profesor Auxiliar. 35 años de experiencias en el desarrollo del software. Trabajadora del Instituto Central de Investigación Digital (ICID).

MSc. José Raúl Rodríguez Galera.

Licenciado en Educación. Pedagogo. Máster en Ciencias en Género, Educación Sexual y Salud Reproductiva. Profesor de Metodología de la Investigación Científica en pregrado y postgrado. Cuenta con 24 años de experiencia en la docencia. 8 años de experiencia en tutorías, ponencias y tribunales de tesis de grado. Cotutor de dos tesis de maestría en Farmacología en la UH y 16 de grado para Ingenieros en Ciencias Informáticas en la UCI. Cuenta en su haber con investigaciones institucionales y nacionales, participación en eventos nacionales, internacionales y mundiales, 10 publicaciones en los últimos 5 años. Ex vicedecano de Investigaciones del ISCM de La Habana.

AGRADECIMIENTOS

Agradecer a la Revolución cubana y a los sueños de Fidel, caminos indispensables para llegar a lo que hoy somos.

De manera muy especial dar gracias por la ayuda incondicional que nos prestaron la compañera Eugenia G. Muñiz y el compañero José R. Rodríguez. Por su paciencia infinita, por su tiempo... por su preocupación y seguimiento. Por motivarnos en la investigación como búsqueda de la verdad y ser al máximo perfeccionistas, aferrarnos a lo que creemos y defenderlo.

A nuestro tutor, el Ing. Heney, por saberlo ahí a pesar de las distancias.

Los Autores.

Le doy muchas gracias a Dios, porque sin él no hubiese llegado a donde estoy hoy.

A toda mi familia por estar siempre apoyándome y guiándome, especialmente mi mamá, por su gran amor y comprensión, por ser parte de todo este proceso.

A mi papá por tener siempre palabras de aliento y consuelo para mí, por darme fuerzas para seguir adelante.

A mi hermana por su cariño y comprensión durante estos años.

A mi abuelita que tanto me quiere y me consiente.

A mi negri, por brindarme confianza, apoyo. Por ser mi amigo y amante.

A todos mis amigos que están y que se han ido de la UCI, especialmente a Yinett y Daniel, a los cuales les agradezco por su comprensión, paciencia y entrega durante estos años.

A todas aquellas personas que de alguna forma brindaron parte de su tiempo para el desarrollo de este trabajo.

Yanet

Quiero agradecer a esa familia de la que soy producto, por el apoyo, por los desvelos, por la confianza.

A mi madre por darme la fuerza para seguir por muy difíciles que parezcan las cosas.

A mi padre siempre oportuno y con variantes.

A mi hermano quien inconscientemente me enseña la actitud a tomar ante las cosas, ante la vida, las ventajas de la independencia.

A Alicia por su apoyo y seguridad.

A Damaris, a Yure y a la Yane por estar ahí, por contestar ese mail, por levantar el teléfono... sobre todo por el aliento... de ustedes para mi imprescindible.

A Chita por recordarme que siempre hay un oasis.

A la Nona y Consuelo por su ejemplo de constancia y amor.

A Yanet y Yinett por todo lo que hemos pasado juntos, por la originalidad de nuestra amistad y por las risas.

Daniel

DEDICATORIA

A nuestras familias por creer que si...

*En especial a todos aquellos cuya prepotencia e inconformidad propia dudaron del **SI** y que enérgicamente proclamaron un **NO** anticipado, a estos, que sirva de ejemplo. No importa cuanto se dude de la capacidad de una persona cuando en realidad es a la actitud donde se debe poner atención.*

RESUMEN

Tras la aplicación del Mecanismo para la Gestión de Calidad Interna en el proyecto Registros y Notarías, en el sistema de Administración Financiera, se identificaron aspectos de la planificación propuesta que no estaban de acuerdo con las características y necesidades del proyecto. Estos aspectos se analizaron en busca de nuevas variantes que dieran solución a la misma problemática desde otro punto de vista, de tal manera que resultara mejorada la planificación existente. En el presente trabajo de diploma se arriba a una propuesta de mejora a esta planificación, donde se fortalecen si no todos la mayoría de los puntos débiles existentes en el mecanismo original. Lo que trae consigo una mayor eficiencia en el aseguramiento de la calidad tanto de los procesos como del producto, así como aportar al equipo de trabajo una mayor credibilidad y prestigio por el software que se produce. Constituyendo además un paso de avance hacia la calidad de los procesos de planificación y aseguramiento de la calidad de los proyectos de software, específicamente en el proyecto Registros y Notarías, donde se ganó experiencia tras el análisis de los resultados de la aplicación del mecanismo ya mejorado.

PALABRAS CLAVE

Mecanismo, Aseguramiento de la Calidad, Gestión de calidad, Calidad, Mejora, Procesos, Software y Plan

TABLA DE CONTENIDOS

AGRADECIMIENTOS.....	I
DEDICATORIA	III
RESUMEN.....	IV
INTRODUCCIÓN.....	1
CAPÍTULO 1: FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA.....	6
1.1 Introducción.....	6
1.2 Calidad del software. Evolución y desarrollo.	6
1.3 Modelos y Estándares de Calidad.	9
1.3.1 Modelos de Calidad a Nivel de Procesos	10
1.3.2 Estándares de Calidad a Nivel de Proceso.	13
1.3.3 Modelos de Calidad a Nivel de Producto.....	15
1.3.4 Estándares de Calidad a Nivel de Producto	16
1.4 Gestión de la Calidad del Software.....	17
1.4.1 Planificación de la Calidad del Software.....	18
1.4.2 Control de la Calidad del Software	20
1.4.3 Aseguramiento de la Calidad del Software(SQA)	21
1.4.3.1 Verificación y Validación.....	22
1.4.3.1.1 Revisiones.	22
1.4.3.2 Métricas.....	24
1.4.3.3 Gestión de Configuración.	25
1.4.4 Mejora de la Calidad del Software (SQA).	27
1.5 Conclusiones Parciales.	32
CAPÍTULO 2: ANÁLISIS CRÍTICO DEL MECANISMO DE GESTIÓN DE CALIDAD INTERNA PARA EL PROYECTO REGISTROS Y NOTARÍAS.....	33
2.1 Introducción.....	33
2.2 Análisis del Mecanismo de Gestión de Calidad Interna para el proyecto Registros y Notarías.	33
2.2.1 Objetivos.	33
2.2.2 Organización.	35
2.2.3 Flujo de Trabajo.	36
2.2.3.1 Requerimientos, Arquitectura y Diseño.....	36
2.2.3.2 Pruebas de Caja Blanca e Integración.....	37
2.2.3.3 Pruebas Modulares.	37
2.2.3.4 Pruebas de Aceptación del cliente y Simulación.....	38
2.2.4 Documentación.	38
2.2.5 Métricas.	39
2.2.6 Estándares y Guías.....	39

2.2.7	Cronograma.....	40
2.2.8	Herramientas, Técnicas y Metodologías.....	41
2.2.9	Resolución de Problemas y Acciones Correctivas.....	41
2.2.10	Análisis de Riesgos.....	41
2.2.11	Plan de Revisiones.....	42
2.2.12	Pruebas y Evaluación.....	42
2.2.13	Registros de Calidad.....	42
2.2.14	Entrenamiento.....	42
2.3	Resultado de la aplicación de métricas.....	43
2.3.1	Planificación.....	44
2.3.2	Seguimiento y control.....	48
2.3.3	Mejora.....	51
2.4	Conclusiones Parciales.....	53
CAPÍTULO 3: PERFECCIONAMIENTO DEL MECANISMO DE GESTIÓN DE CALIDAD INTERNA PARA EL PROYECTO REGISTROS Y NOTARÍAS.....		54
3.1	Introducción.....	54
3.2	Plan de Aseguramiento de la Calidad para la Gestión de la Calidad Interna perfeccionado.....	54
3.2.1	Introducción.....	54
3.2.1.1	Propósito.....	54
3.2.1.2	Alcance.....	54
3.2.1.3	Definiciones, Acrónimos y Abreviaturas.....	55
3.2.1.4	Referencias.....	55
3.2.1.5	Resumen.....	55
3.2.2	Objetivos de de Calidad.....	56
3.2.3	Organización.....	57
3.2.3.1	Roles.....	57
3.2.3.2	Tareas y Responsabilidades.....	59
3.2.4	Flujo de trabajo Primero (Antes de la Aceptación Inicial de los clientes).....	62
3.2.4.1	Flujo de trabajo Segundo (Luego de la Aceptación Inicial de los clientes hasta la Aceptación Definitiva).....	63
3.2.5	Documentación.....	64
3.2.6	Métricas.....	64
3.2.6.1	Métrica Eficiencia del Inspector en la fase de preparación (EIP).....	65
3.2.6.2	Densidad de Defectos (DD).....	65
3.2.6.3	Eficacia en la eliminación de defectos (EED).....	65
3.2.7	Estándares y Guías.....	66
3.2.8	Cronograma.....	67
3.2.9	Herramientas, Técnicas y Metodologías.....	67
3.2.10	Acciones Correctivas.....	68
3.2.11	Análisis de Riesgos.....	69
3.2.12	Plan de Revisiones.....	69
3.2.13	Gestión de Configuración.....	70

3.2.14 Pruebas y Evaluación.....	70
3.2.15 Registros de Calidad.....	70
3.2.16 Entrenamiento.....	71
3.3 Análisis de los resultados obtenidos con la aplicación del plan perfeccionado.....	72
3.3.1 Planificación.....	72
3.3.2 Seguimiento y Control.....	76
3.3.3 Mejora.....	78
3.4 Análisis comparativos de los resultados obtenidos.....	79
3.4.1 Planificación.....	79
3.4.2 Seguimiento y Control.....	80
3.4.3 Mejora.....	82
3.5 Conclusiones Parciales.....	83
CONCLUSIONES.....	84
RECOMENDACIONES.....	85
BIBLIOGRAFÍA.....	86
ANEXOS.....	88
GLOSARIO.....	100

ÍNDICE DE ANEXOS

Anexo 1: Círculo de DEMING para la mejora continua.....	88
Anexo 2: Gráfica general de la evolución de la calidad en el tiempo.....	88
Anexo 3: Sistema de Gestión de Calidad.....	89
Anexo 4: Desglose de procesos.....	90
Anexo 5: Proceso de Mejora Continua.....	91
Anexo 6: Factores de Calidad (McCall).....	91
Anexo 7: Plan de Revisiones.....	92
Anexo8: Plan de Pruebas.....	96

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 2.1 Métricas adoptadas de las propuestas en el mecanismo de Gestión de Calidad Interna en el proyecto Registros y Notarías.	39
Tabla 2. 2 Estándares y Guías adoptados de los propuestos en el mecanismo de Gestión de Calidad Interna en el proyecto Registros y Notarías.	40
Tabla 2. 3 Resumen de planificación de revisiones y pruebas en el sistema Administración Financiera (Primera Fase).	44
Tabla 2.4 Métricas; Densidad de Defectos (DD) y Eficiencia en Eliminación de Defectos (EED) aplicadas en Administración Financiera (1ra Fase).....	49
Tabla 3.1 Resumen de planificación de revisiones y pruebas en el sistema Administración Financiera (Segunda Fase).	73
Tabla 3.2 Densidad de Defectos (DD) y Eficiencia en Eliminación de Defectos (EED) aplicadas en Administración Financiera (2da Fase).....	77

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 2. 1 Métrica EIP aplicada el módulo Administración.....	46
Figura 2. 2 Métrica EIP aplicada al módulo Presupuesto.	47
Figura 2. 3 Métrica EIP aplicada a los módulos de Administración Financiera (1ra Etapa).	48
Figura 2.4 Métrica Densidad de Defectos aplicada al sistema Administración Financiera (1ra Fase) ..	51
Figura 2.5 Aplicación de la métrica Efectividad Eliminación Defectos (EED).....	52
Figura 3.1 Métrica EIP aplicada al módulo de Administración II.	75
Figura 3.2 Métrica EIP aplicada al módulo Requisiciones.	76
Figura 3.3 Métrica Densidad de Defectos aplicada al sistema Administración Financiera (2da Etapa). 78	
Figura 3.4 Aplicación de la métrica Efectividad de la Eliminación de Defectos (EED).	79
Figura 3.5 Aplicación de la métrica EIP.....	80
Figura 3.6. Aplicación de la métrica DD.	81
Figura 3.7 Aplicación de la métrica DD.	82

INTRODUCCIÓN

El desarrollo tecnológico alcanzado por la humanidad ha traído consigo la personalización de la atención a los clientes y mayor rapidez de la misma, por lo que si no se cumple con las exigencias del cliente en tiempo y forma se está condenado al fracaso. Expertos se han dedicado a definir métricas y estándares para conformar modelos de calidad que regulen este caótico dúo de Oferta-Demanda de modo que ambas partes, clientes y desarrolladores, cuenten con las herramientas para exigir el derecho a lo pactado durante la concepción de los proyectos sin que uno de los dos abuse del otro. El mundo se ve envuelto en una carrera por quién se lleva los mejores proyectos, por ello se hace cada vez más necesario emplear mayor esfuerzo en lograr un producto libre de defectos que tenga un alto grado de aceptación por parte del cliente y concebir este producto en el menor tiempo posible. Es fácil de inferir que quienes tienen mayor poderío económico y por ende tecnológico son los que se llevan los lauros en el mercado.

Cuba, país bloqueado económicamente tiene limitado su acceso a las nuevas tecnologías. Del mismo modo la necesidad del desarrollo e inserción de estas en diversos renglones que doten a la nación de un sistema económico lo más independiente posible, hace que se asimilen y estudien los modelos internacionales de calidad en aras de desarrollar los propios, sin que estos estén en contraposición con los modelos originales. De esta manera fabricar software y tecnología de agrado para la comunidad internacional, que aporten prestigio a nuestras empresas productoras de software, llevando esta rama a constituir un pilar factible para la economía cubana contando con que la materia prima en la confección de software es el ingenio humano, por tanto renovable y en constante crecimiento.

La Universidad de las Ciencias Informáticas (UCI) como parte del resto de las empresas productoras de software en nuestro país, ofrece a la calidad del software el enfoque que esta amerita. Primeramente se contó con un grupo de calidad central que auditaba y probaba los proyectos antes de su liberación final al cliente, debido a los resultados altamente insatisfactorios que esta técnica arrojaba se decidió crear grupos de gestión de calidad en cada una de las facultades. Así cuando el software fuese presentado al grupo de calidad central iría con menos defectos, y en efecto, sucedió de esa manera aunque no fue suficiente y por último se crearon pequeños grupos que gestionaran la calidad desde dentro de cada proyecto. Creando una sólida estructura desde la base que de manera vertical rija lineamientos mínimos de calidad con los que tiene que cumplir el producto de software en cada una de sus etapas como son: correspondencia entre la documentación y aplicación, índice nulo de errores en las pruebas de las interfaces de la aplicación (Internamente), buenas técnicas de trabajo en equipo y proceso de desarrollo (Nivel de Facultad) y finalmente, índices nulos de defectos en la etapa de

integración de componentes y correspondencia entre los requerimientos del cliente y el producto final (Nivel Central). Todo esto por sí sólo no garantiza que cuando el producto sea presentado al nivel central se encuentre libre de errores, por lo que surge la necesidad de perfeccionar las técnicas que se emplean para este fin.

El proyecto Registros y Notarías cada vez desarrolla más módulos debido a que siempre que se termina de automatizar un proceso y el cliente queda conforme realiza la contratación para el desarrollo de nuevos subsistemas como lo han sido: Bienes, Administración Financiera, Servicio Autónomo etc. Por esta razón continuamente se toman acuerdos que garanticen el entendimiento entre clientes y desarrolladores en la confección de los mismos y aumenta el compromiso por entregar un software con calidad.

En el año 2006, se conforma en este proyecto un grupo que gestione la calidad internamente para que el producto que se liberara en cada fase del ciclo de vida del software fuese liberado con parámetros mínimos de calidad, y así obtener mayor confianza de los clientes y un mayor compromiso con la calidad del producto por parte de los desarrolladores.

Este equipo de Calidad Interna, denominado así por dedicarse a auditar al proyecto y probar el producto desde dentro, realizó estudios de profundización en temas de calidad; tales como Proceso del Desarrollo del Software, Metodologías de desarrollo de software, Modelos y Estándares de Calidad, con el fin de desarrollar un mecanismo que le permitiera su objetivo, controlar y sistematizar la calidad del producto para su posterior liberación. Pero en la confección de dicho mecanismo no se utilizaron estándares definidos y el trabajo se hizo de manera desorganizada, partiendo del hecho de que no existía planificación del mismo y las pruebas se hacían según fueran haciendo falta y las herramientas de control de la calidad fueron surgiendo sobre la marcha.

Hoy día el equipo de Calidad Interna del proyecto Registros y Notarías, se encuentra aplicando el mecanismo de calidad propuesto en el año 2007, en el sistema de Administración Financiera, trabajando directamente sobre los resultados que proyecta dicho mecanismo y explorando nuevas y mejores formas de llegar a un producto optimizado. De esta manera se ha identificado que lo planificado no se corresponde con la realidad objetiva del proyecto porque muchas de las tareas del flujo definido en dicha planificación no proceden por causas tales como: no inclusión de la calidad dentro de la planificación general del proyecto, primicia del tiempo o incapacidad de personal a trasladarse a Venezuela.

Por ser el mecanismo existente para la Gestión de Calidad Interna en el proyecto Registros y Notarías producto del grupo de trabajo conformado en el año 2006, sus resultados no han sido lo suficientemente explotados y evaluados, de modo que surge la necesidad de aplicarlos y evaluarlos en pos de identificar aspectos que puedan ser mejorados para la obtención de un software con calidad.

Teniendo en consideración la situación planteada anteriormente se determinó el siguiente problema científico de investigación: ¿Cómo perfeccionar la gestión de calidad para la reducción de defectos que puedan ser detectados en las etapas de pruebas en el proyecto Registros y Notarías?

El objeto de estudio que se plantea es la gestión de calidad.

El campo de acción que se propone es el mecanismo existente para la gestión de calidad en el proyecto de Registros y Notarías.

El objetivo que se persigue es perfeccionar el mecanismo para la gestión de calidad durante el proceso de desarrollo de modo que se reduzcan los defectos que puedan ser detectados en las etapas de pruebas aplicando y evaluando dicho mecanismo en el proyecto Registros y Notarías en el sistema Administración Financiera.

La hipótesis es la siguiente: Si se perfecciona el mecanismo para la Gestión de Calidad en el proyecto Registros y Notarías en el sistema de Administración Financiera se reducirán los defectos que pueden ser detectados en las etapas de pruebas favoreciendo la gestión de calidad de dicho proyecto.

Las Tareas investigativas para cumplir el objetivo son:

1. Sistematización del estudio de los temas de Calidad del software, Gestión de la Calidad, Modelos y Estándares Internacionales de Calidad del Software, así como los Roles y sus responsabilidades dentro del proceso de Aseguramiento de Calidad en proyectos, tanto como su adaptación a realidades concretas del sistema Administración Financiera del proyecto Registros y Notarías.
2. Aplicación y evaluación del Mecanismo para la Gestión de Calidad en el proyecto Registros y Notarías.
3. Determinación del cronograma de desarrollo del sistema Administración Financiera para la planificación de revisiones y pruebas.
4. Perfeccionamiento del Plan de Aseguramiento de Calidad para garantizar la gestión de calidad del sistema Administración Financiera del proyecto Registros y Notarías.

5. Aplicación y evaluación del nuevo mecanismo para la gestión de calidad en el Proyecto de Registros y Notarías.

Se utilizaron los siguientes métodos científicos de Investigación:

❖ Métodos teóricos

- Analítico-Sintético: Su utilización está dada por la necesidad humana de desentramar y comprender el conocimiento, el estudio de los diferentes factores y su interdependencia, constituyendo este una herramienta que permitió la determinación de aspectos esenciales, así como el arribo a conclusiones empíricas y teóricas.
- Inductivo-Deductivo: Aplicando el mecanismo propuesto; se identifican aspectos de relevancia para una primera fase del sistema, que permitirán arribar a un mecanismo mejorado. Este nuevo mecanismo se aplica y evalúa en el resto de los módulos del sistema en vías de obtener un mejor resultado.
- Histórico-Lógico: Determinando las necesidades históricas y las tendencias actuales de la gestión de la calidad en la elaboración de software.
- Hipotético-Deductivo: Se plantea una hipótesis dado la identificación de una polémica entre lo planificado y las particularidades del proyecto, orientada a una posible solución del problema, que será validada por su aplicación por parte de los autores.

❖ Métodos Empíricos

- Entrevista: Se realizó a miembros de la dirección del proyecto con el objetivo de identificar las necesidades y limitaciones del proceso de desarrollo, así como a directivos de la facultad con el objetivo de profundizar en el sistema de trabajo de los proyectos de calidad a nivel de facultad y central.

El presente trabajo de diploma se compone de los siguientes apartados:

En el capítulo 1 se realiza un estudio de la calidad en la industria del software, analizando cuales son sus antecedentes y la evolución que ha alcanzado. Se realiza un extracto de algunas de las principales características de modelos y estándares de calidad y por último se realiza un análisis de la gestión de la calidad a diferentes niveles de organización centrandolo la atención en el aseguramiento y mejora de la calidad.

En el capítulo 2 se realiza un análisis crítico de la Propuesta del Mecanismo de Gestión de la Calidad Interna para el proyecto Registros y Notarías en el 2007, apoyado en la aplicación de métricas referentes a: densidad de defectos, eficiencia en la eliminación de defectos y eficiencia de los inspectores sobre lo planificado.

Por último, en el capítulo 3 se contempla la mejora del Mecanismo de Gestión de Calidad Interna para el proyecto Registro y Notarías, con la propuesta de solución. Además de un análisis comparativo con el mecanismo original sobre la aplicación de las métricas empleadas durante el capítulo 2 y el presente, consintiendo en su conjunto la validación del trabajo de diploma.

CAPÍTULO 1: FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA

1.1 Introducción.

En este capítulo se realiza un análisis del concepto de calidad partiendo de sus antecedentes y la evolución que ha tenido en la industria de software. Se realiza una síntesis sobre los Modelos y Estándares de Calidad internacionales y se concluye con una investigación de la Gestión de Calidad analizando principalmente los procesos de aseguramiento y mejora de calidad en el desarrollo del software.

1.2 Calidad del software. Evolución y desarrollo.

La calidad es un término amplio que abarca no sólo las cualidades y los requerimientos con los que tiene que contar el producto final sino también recoge todo el proceso desde la concepción inicial, todo el desarrollo del producto, hasta llegar a lo que finalmente será entregado al cliente.

Ahora bien, la calidad como concepto no siempre fue conocida de esta manera sino que su evolución viene dada por 4 etapas importantes (Antonio, 2008). Una primera etapa de Control de la Calidad mediante Inspección enmarcada por la producción artesanal, donde cada producto se adaptaba a las especificidades de cada cliente. Estaba centrada en el control individual de cada tarea, especializándose en la detección y solución de problemas generados por falta de uniformidad en los productos. Estos eran seleccionados y clasificados, reprocesados en caso de presentar daños parciales y algunos sometidos a aleaciones en pos de salvar materias primas levemente comprometidas, así como la identificación de los causales de no conformidades para la toma de acciones correctivas y su rápida neutralización.

Una segunda etapa procurada por el Control Estadístico del Proceso, estaba enfocada al control de los procesos, como se infiere de su nombre, y explotación de las técnicas estadísticas creadas para este fin, constituyendo un método de calidad (DGSCA, 2000), formando parte del mismo, el control por inspección descrito en la primera etapa. La filosofía en esta segunda etapa es la recopilación de información sobre el desarrollo de los procesos, el desarrollo de los manuales de calidad y la difusión de informes de apoyo al autocontrol. Aparecen las bases de la planificación para el control de calidad.

Una tercera etapa, distinguida por el Aseguramiento de la Calidad que involucra a todos los departamentos de la organización en la delineación, implantación y cumplimiento de las políticas de calidad. Existe ahora un enfoque centrado en el cumplimiento de sus especificaciones por parte del producto mismo. Un mayor grado de madurez en la planeación orientada esta vez a la calidad como

calidad, no sólo por inspección y control estadístico, utilizando para ello los costos de calidad. Evolucionan los manuales de la segunda etapa y surgen además operaciones de no producción y de análisis causa-efecto.

Finalmente una cuarta etapa, de Administración Estratégica de la Calidad Total, en la que se dirige la atención al mercado y las necesidades de los clientes como consumidores finales del producto. Es reconocido el efecto de la calidad como oportunidad de competencia, aparece el concepto de “mejora continua” y el ideal de hacer más a menor costo. Se tiene como principal objetivo reducir las variaciones en el proceso del negocio y de desarrollo, se intenta crear una cultura de calidad en el equipo de desarrollo y se implanta un sistema de medición orientado a metas lo que se transforma en aumento de la calidad del producto y del proceso de fabricación (Ver Anexo 1). La posición de la mejora continua con respecto a otros puntos importantes del proceso de desarrollo de la visión del concepto calidad puede apreciarse de manera global en el Anexo 2.

Otra forma de ver qué es calidad puede apreciarse referenciando el enfoque que brinda Garvín con 5 perspectivas diferentes:

- I. **Visión Trascendente:** radica en exceder los límites usuales. Se conoce cuando se ve; Ej.: Mercedes–Benz, Rolls Royce... Su inconveniente permanece en que la excelencia es abstracta y subjetiva entre individuos.
- II. **Visión del Usuario:** la calidad está determinada por lo que el usuario quiere, precisa y espera. Los clientes tienen requerimientos distintos.
- III. **Visión del Productor:** calidad representada por la conformidad entre la especificación y las características del proceso de producción como: punto de rotura del material, resistencia a presión o temperatura, carga que soporta y condiciones del proceso (trazabilidad, tecnología y controles).
- IV. **Visión del Producto:** calidad referida a las características específicas del producto ya sea; visibles para el usuario (Externas), no visibles para el usuario (Internas) o medibles (Evaluables).
- V. **Visión Basada en el Valor:** relación entre lo que se brinda y su precio.

Muchas han sido las definiciones que expertos en el tema han querido encerrar este concepto, sin nunca llegar a desentramarlo completamente, por lo que los autores de este trabajo de tesis decidieron

plasmar en este acápite algunas de esas definiciones, para ellos las más elementales, y de ahí partir a un análisis profundo del cual pueda resultar un compendio más integro acerca del concepto de calidad del software.

Tabla 1.1 Definiciones de Calidad por autores, normas y entidades reconocidas.

Autor	Definición
Crosby	Conformidad con los requerimientos. Año 1979
R.S. Pressman	Concordancia con los requisitos funcionales y de rendimiento explícitamente establecidos en los estándares de desarrollo explícitamente documentados y en las características implícitas que se espera de todo software desarrollado profesionalmente. (1992)
ISO 9126	Debe ser caracterizada por su portabilidad, confiabilidad, usabilidad, funcionalidad y mantenibilidad.
ISO 8402 (UNE-66-001-92)	Conjunto de características de una entidad que le confieren su aptitud para satisfacer las necesidades expresadas y las implícitas.
IEEE	Debe ser mensurable y predecible. Debe contar con factores tales como: Ausencia de defectos, satisfacción del usuario y conformidad con los requerimientos.
IBM	Capacidad de: Funcionalidad, Usabilidad, Performance, Confiabilidad, Instalación, Mantenibilidad, Documentación/Información, Servicio y "Totalidad".
Hewlett-Packard	Funcionalidad, Usabilidad, Confiabilidad, Performance y Servicio.

Como se puede ver en la Tabla 1.1 la concepción de Philip Crosby acerca de la calidad es bastante simple, pero a su vez describe la esencia de un producto con calidad, que no es más que aquel que cumple con las funcionalidades para las que fue diseñado. Aunque calidad abarca más allá, Pressman,

en la misma tabla llega a un producto con funcionalidades bien definidas, necesidades logísticas garantizadas y una documentación completa del proceso por el que pasó el producto.

Por su parte las Normas ISO 9126 y 8402 enmarcan su importancia en 5 características generales; portabilidad, confiabilidad, usabilidad, funcionalidad y mantenibilidad.

Mientras que la IEEE llega un poco más lejos, estableciendo que la calidad de un producto debe ser mensurable y predecible porque un producto con mayor número de defectos que otro, carece de calidad ante el mismo y puede esperarse de este a su vez un número mayor de fallos.

En este punto se puede definir la calidad del software de la siguiente manera: Grado de correspondencia con los requerimientos funcionales o de entorno, con un proceso completo y adecuadamente documentado caracterizándose por su portabilidad, confiabilidad, usabilidad, funcionalidad y mantenibilidad; siendo tanto mensurable como predecible, traduciéndose en satisfacción del cliente en el tiempo estimado.

Expuestos ya los niveles de evolución de calidad y definido el concepto así como las distintas formas de abordarlo según Garvín los autores señalan que sin un proceso adecuado de desarrollo es generalmente imposible llegar a un producto con calidad, al contrario, se corre el riesgo de incurrir en la pérdida de tiempo, esfuerzo, materiales y del prestigio ante los clientes actuales o potenciales.

Para que estos problemas no tengan lugar debe existir un control que garantice el correcto seguimiento de lo definido en metodologías con tales propósitos; pues sin una constante verificación de todo el proceso de desarrollo se hará difícil evaluar la calidad en cada fase antes de continuar adelante, traduciéndose esto en la obtención de un producto de poca calidad.

Para determinar la calidad del software existen modelos de calidad donde esta se organiza de manera jerárquica y se fracciona para un mejor trabajo sobre el producto o los componentes que lo conforman. Estos modelos proveen las herramientas y los procedimientos para satisfacer los requisitos de calidad así como para dar tratamiento a aquellos procesos de los cuales se producen resultados insatisfactorios.

1.3 Modelos y Estándares de Calidad.

Es un hecho que el interés por la calidad va en aumento pues los clientes son cada vez más selectivos y rechazan productos pocos fiables. Con la existencia de modelos y estándares las empresas pueden realizar sus tareas y funciones teniendo en cuenta la calidad, identificando propiedades que les permita

identificar cuando un producto presenta índices básicos de calidad. A través de los estándares se definen un conjunto de criterios de desarrollo que rigen la forma en que se aplica la Ingeniería de Software. Suministran medios para que los procesos se realicen de una misma manera y son considerados una guía para lograr la productividad. Según (Scalone, 2006) los modelos de calidad son aquellos documentos que integran la mayor parte de las mejores prácticas, proponen temas de administración en los que cada organización debe hacer énfasis, integran diferentes prácticas dirigidas a los procesos clave y permiten medir los avances en calidad.

Los beneficios que tiene la adecuada implementación de los modelos y/o estándares de calidad es que permite a las empresas reducir sus costos de desarrollo gestionando mejor sus recursos, disminuyendo los costos en los procesos, aumentando la productividad, efectividad, ganancias y su utilidad. Logra una mejor gestión de calidad, representada por un conjunto de actividades y herramientas que posibilitan controlar y dirigir la calidad, convirtiéndola en algo concreto, que se puede definir, medir y sobre todo que se puede planificar. Según algunos autores un inconveniente es que aún no ha sido demostrada la validez absoluta de ninguno de estos modelos y/o estándares. Los vínculos que se establecen entre características, atributos y métricas se derivan de la experiencia. Esto originó que existan múltiples Modelos y Estándares de Calidad tanto a nivel de producto como de proceso.

1.3.1 Modelos de Calidad a Nivel de Procesos

❖ Modelo de Madurez de Capacidades Integrado (CMMI)

CMMI tiene el propósito de integrar diferentes tecnologías que estaban enfocadas a cada una de las sub-áreas en las que se divide el desarrollo del software, algunos de estos sistemas son Ingeniería de Sistemas, Ingeniería de Software y el Desarrollo Integrado del Producto y del Proceso que unidas en un solo modelo permiten alcanzar la madurez y capacidad de los procesos de la organización.

El modelo presenta dos enfoques para realizar la mejora, escalonada y continua (Consultoría, 2008). El enfoque escalonado hace hincapié en el grado de madurez de los procesos de la organización y establece un conjunto prefijado de áreas de proceso para la ruta de mejora en la organización. Este enfoque está compuesto por 5 niveles de madurez; Inicial, Gestionado, Definido, Gestionado Cuantitativamente y Optimizado. Es recomendable si no se han identificado prioridades o si se tiene experiencia con el modelo SW- CMM.

Nivel 1 Inicial: la organización en este nivel no dispone de un ambiente estable para el desarrollo y mantenimiento de productos y servicios. Los procesos son inexistentes y el éxito depende de la heroicidad y responsabilidad del equipo de trabajo.

Nivel 2 Gestionado: la organización que se encuentra en este nivel tiene definidos los productos a realizar y algunas de sus áreas o proyectos han alcanzado las metas genéricas y específicas establecidas en este nivel. Los procesos son planeados, se ejecutan, miden y se controlan y al igual los servicios, productos y requerimientos son administrados.

Nivel 3 Definido: en este nivel los procesos son descritos mediante estándares, procedimientos, métodos y herramientas de una manera más rigurosa. La organización completa participa en el proceso eficiente del proyecto para establecer consistencia en la misma. Los proyectos se definen cualitativamente porque existen pocos datos que muestren cuan efectivo es el proceso.

Nivel 4 Gestionado Cuantitativamente: el proyecto se puede medir cuantitativamente utilizando métodos estadísticos que permitan observar la evolución del mismo y los resultados almacenados son experiencias para los siguientes proyectos en la organización.

Nivel 5 Optimizado: los procesos de la organización son mejorados continuamente basados en una comprensión cuantitativa de las causas comunes de variación inherentes a los procesos. El nivel está centrado en mejorar continuamente el desempeño de los procesos con mejoras tecnológicas incrementales e innovadoras.

El enfoque continuo presenta 6 niveles de capacidad para medir el mejoramiento del proceso para cada área del mismo, estos niveles son; Incompleto, Ejecutado, Gestionado, Definido, Gestionado cuantitativamente y Optimizado. La implementación del enfoque permite suavizar el impacto que pueda ocasionar las áreas de riesgo en el resto de la organización además la selección adecuada de las mejoras para alcanzar los objetivos del negocio establecidos.

El modelo contiene 22 áreas de procesos y cada una esta formada por: Objetivos específicos, Prácticas específicas, Objetivos genéricos, y Prácticas genéricas

Los beneficios de la aplicación de CMMI son (Software Engineering Institute, 2008): se asegura que los procesos asociados con cada área de proceso serán efectivos, repetibles y duraderos. Se logra una reducción de costos por estimaciones basadas en hechos así como un número consistente de errores. Se gana mayor efectividad por trabajar con estándares documentados y se incrementa la productividad. Existe mejor visibilidad hacia las actividades de ingeniería, con el objetivo de asegurar

que el producto o servicio cumple las expectativas del cliente y mejor alineación a objetivos del negocio.

Sus desventajas están dadas porque puede llegar a ser excesivamente detallado para algunas organizaciones, así como considerado prescriptivo. Este requiere mayor inversión para ser completamente implementado y puede ser difícil de entender.

❖ Proceso Software Personal (PSP) (Humphrey, 2001)

Fue diseñado para ayudar a los ingenieros del software a desarrollar bien su trabajo aplicando métodos avanzados de ingeniería a sus tareas diarias, introduciendo disciplina en el proceso de desarrollo de software del individuo. Proporciona al ingeniero un conjunto de elementos que guían y facilitan el trabajo a través de registros, plantillas, formularios, listas y otros elementos. Muestra como estimar, organizar y planificar el trabajo; controlar el rendimiento frente a los planes de trabajo y como mejorar la calidad de los programas.

Está basado en las mismas prácticas y principios que CMM pero en lugar de estar enfocado al mejoramiento de la capacidad organizacional su enfoque es al ingeniero individual para lograr el mejoramiento a nivel personal. Se definen 7 niveles y cada uno de ellos posee áreas claves de proceso que ayudan a que exista un mejoramiento en el proceso de software. PSP se desarrolló para reducir la holgura que existe entre el modelo de la madurez de la capacidad y el individuo y aunque es ideal utilizarlo conjuntamente con el modelo CMM no es obligatorio por ser un proceso y no un modelo, pero se puede ajustar a las necesidades de los ingenieros agregando o removiendo tareas conforme a la exigencia de cada persona o empresa. Si será usado para cumplir con el modelo de capacidad de madurez se deben tomar en cuenta los puntos que exige CMM de PSP.

Sus ventajas pueden verse en la reducción de: los defectos del código, la duración del ciclo de vida mediante la detección de los defectos en las fases iniciales y de los costos de desarrollo debido a la reducción del ciclo de vida. Así como por una mejor gestión y seguimiento de procesos mediante planes y estimaciones de precio.

Por otro lado sus desventajas están determinadas debido a que los ingenieros de software nunca realizan procedimientos formales para conocer la forma en que trabajan, no saben con exactitud cuántas líneas de código generan por hora, cuánto tiempo invierten al corregir un error, cuánto tiempo invierten en pruebas, etcétera. Los pasos de registro de información a detalle en el nivel de medición pueden resultar frustrantes cuando se tiene presión de tiempo. En los scripts de PSP no se incluyen

tareas y actividades para la etapa de análisis de requerimientos, siempre se parte de una definición de requerimientos que no va a cambiar.

❖ Proceso de software en equipo (TSP)

Para producir software con calidad los ingenieros deben comprender la necesidad de realizar el trabajo con calidad y utilizar buenas prácticas de ingeniería de software pues según (Scalone, 2006) la efectividad del trabajo determina la efectividad de la ingeniería. El objetivo de TSP es construir y guiar a los equipos de desarrollo, ayudarlos a obtener productos de calidad dentro de los costos y tiempos establecidos y lograr que sean más confiables y rápidos.

El principal énfasis de TSP está en el manejo de defectos, los equipos deben establecer un plan de calidad teniendo en cuenta el tamaño del producto y los datos históricos de los porcentajes de defectos, para así estimar la cantidad de defectos que se pueden encontrar en cada etapa.

Para administrar la calidad, los equipos deben: I) establecer medidas de calidad, II) determinar objetivos de calidad, III) establecer planes para alcanzar los objetivos, IV) medir el progreso de los planes y V) efectuar una acción de recuperación cuando no se alcanzan los objetivos. Los elementos del manejo de la calidad en TSP son: I) realizar un plan de calidad, II) identificar los problemas de calidad; y III) encontrar y prevenir los problemas de calidad.

Los beneficios que trae consigo la puesta en práctica del proceso son disímiles, algunos de ellos son cumplimiento por parte del equipo con los compromisos y tareas planificadas y la reducción de defectos en el producto.

1.3.2 Estándares de Calidad a Nivel de Proceso.

❖ ISO/ IEC TR 15504 – SPICE

Es un modelo de madurez de procesos internacional que brinda un marco de trabajo para la evaluación de procesos de software. Tiene como meta fomentar la calidad de los productos de software y generar un proceso de valoración repetible, comparable y verificable. Presenta diversos niveles de alcances y puede ser aplicada tanto a nivel directivo como a nivel de usuario para asegurar que el proceso se encuentra alineado con las necesidades del negocio.

La evaluación de procesos según (Scalone, 2006) presenta 2 actividades principales; primeramente la mejora de los procesos y por último la determinación de la capacidad. La evaluación de los procesos a través de la mejora permite determinar la práctica actual de una organización en cuanto capacidad de

los procesos, identificando los puntos fuertes o débiles y riesgos propios de estos. Para determinar la capacidad de los procesos se analizan los mismos teniendo en cuenta un perfil de madurez de proceso con el fin de identificar riesgos que se tendrían en un proyecto usando dichos procesos.

Está integrado por 6 niveles de capacidad que permiten reconocer las dependencias entre las prácticas de un proceso y ayudan a la organización a identificar qué mejoras debería realizar, basados en una secuencia de implementación del proceso (ISO/IEC15504, 2003).

Nivel 0 – No Realizado Existe un fallo general para realizar las prácticas base en el proceso. No se pueden identificar los productos o las salidas del proceso.

Nivel 1: Realizado Informalmente. Normalmente se realizan las prácticas base del proceso identificándose productos en él. La realización de estas prácticas base pueden no ser planificadas y seguidas de forma rigurosa. La ejecución depende del conocimiento y esfuerzo individual. Los individuos dentro de la organización reconocen que se debería realizar una acción y existe un acuerdo general en que esta acción se realice a medida y cuando se requiera. Existen productos identificables para el proceso.

Nivel 2: Planificado y Seguido. La realización de las prácticas base en el proceso es planificada y seguida. Se verifica la realización con respecto a procedimientos especificados. Los productos están conformes con los estándares y requisitos especificados. La principal distinción con el Nivel 1 es que la realización del proceso se planifica y gestiona, y progresa hacia un proceso bien definido.

Nivel 3: Bien Definido. Las prácticas base se realizan de acuerdo con un proceso bien definido utilizando versiones aprobadas y adaptadas de los procesos documentados y estándares. La principal distinción con el Nivel 2 es que el proceso del nivel Bien Definido se planifica y gestiona utilizando un proceso estándar de toda la organización.

Nivel 4: Controlado Cuantitativamente. Se recogen y analizan medidas detalladas de la realización. Esto conduce a una comprensión cuantitativa de la capacidad del proceso y a una habilidad mejorada para predecir la realización. La realización se gestiona de forma objetiva. La calidad de los productos se conoce de forma cuantitativa, en este nivel se puede identificar que el proceso definido es comprendido y controlado de forma cuantitativa.

Nivel 5: Mejorado Continuamente. Se establecen los objetivos cuantitativos de efectividad y eficiencia del proceso, en función de los objetivos del negocio de la organización. Se permite la mejora continua del proceso frente a estos objetivos por medio de la retroalimentación cuantitativa a partir de la ejecución de los procesos y a partir de las ideas y tecnologías innovadoras piloto.

1.3.3 Modelos de Calidad a Nivel de Producto.

❖ Gilb

El modelo de Gilb plantea la creación de una especificación de requisitos de calidad para cada proyecto que deben escribir conjuntamente el usuario y el analista. Es un modelo que permite determinar una lista de características que definen la calidad de la aplicación. Puede ser de 2 tipos, originales y de modelos tradicionales.

Las características se pueden medir mediante varias subcaracterísticas o métricas detalladas. Para cada una de ellas, se deben especificar los siguientes conceptos: I) nombre y definición de la característica, II) escala o unidades de medición, III) recopilación de datos o prueba, IV) valor previsto, V) valor óptimo, VI) valor en el sistema actual y VII) comentarios.

❖ Mc Call

Para lograr la calidad de un sistema, producto o aplicación, se hace imprescindible el uso de mediciones para evaluar la calidad de los artefactos generados durante el ciclo de vida de desarrollo. Para lograr una calidad objetiva se definieron factores de calidad que constituyen la base para el desarrollo de métricas de calidad de software.

El modelo McCall (ver Anexo 6) organiza los factores en tres ejes o puntos de vista desde los cuales el usuario puede contemplar la calidad de un producto I) Operación del producto, II) Revisión del producto y III) Transición del producto. Cada punto de vista se descompone en una serie de factores que determinan la calidad de cada una de ellos. Cada factor determinante de la calidad, se descompone, a su vez, en una serie de criterios o propiedades que determinan su calidad. Los criterios pueden ser evaluados mediante un conjunto de métricas. Para cada criterio deben fijarse unos valores máximo y mínimo aceptables.

Antes de la aplicación del modelo se deben especificar las características del producto que se está diseñando tales como: determinar cuán largo sea su ciclo de vida, el entorno de desarrollo al cual está destinado es decir, si el hardware evoluciona velozmente se tomarán en cuenta requisitos de portabilidad, y finalmente determinar el beneficio que implica cada factor de calidad.

1.3.4 Estándares de Calidad a Nivel de Producto

❖ ISO 9126-1

Esta norma permite especificar y evaluar la calidad del software desde distintas perspectivas, calidad externa que evalúa que el software satisfaga las necesidades del usuario teniendo en cuenta las condiciones especificadas y la calidad interna que evalúa el total de atributos que un software debe satisfacer. Este está formado, según (ISO/IEC9126-1, 2004) por 4 partes fundamentales:

➤ Modelo de Calidad

El modelo establece 3 niveles I) Características, II) Subcaracterísticas y III) Métricas. Existe la calidad interna y externa. La calidad interna puede ser aplicada a un software no ejecutable durante el diseño y la codificación. La calidad externa se utiliza en el software ejecutable y ambas están formadas por las siguientes características: Funcionalidad, Confiabilidad, Facilidad de Uso, Eficiencia, Facilidad de Mantenimiento y Portabilidad a la vez cada una de las características tienen incluidas subcaracterísticas propias de ellas.

➤ Métricas Externas

Las métricas externas permiten la medición de atributos a través de 6 características de calidad externa definidas en ISO/IEC 9126-1, que miden el comportamiento del sistema, a través de la prueba, operación y observación del software. La métrica externa proporciona a los usuarios, evaluadores y desarrolladores, el beneficio que puedan evaluar la calidad del software durante las pruebas o el funcionamiento.

➤ Métricas Internas

Permite la medición de atributos a través de 6 características de calidad interna definidas en ISO/IEC 9126-1, que miden el software en sí mismo y puede ser aplicada al código fuente durante el diseño y la codificación. El propósito principal de esta métrica es asegurar que se logre la calidad externa y de uso, requerida para evaluar el software antes que sea puesto en ejecución.

➤ Calidad de uso

Se miden los efectos del uso del software en un ambiente específico de uso. Permite verificar si el software se corresponde con las necesidades específicas de los usuarios en un ambiente de sistema realista.

1.4 Gestión de la Calidad del Software.

El concepto de calidad en su máxima expresión encierra aristas tales como calidad del trabajo a realizar, del servicio a prestar, de la información que se maneja, del proceso de desarrollo, de la división, del equipo de desarrolladores en todos sus niveles, del sistema a crear, de la empresa como órgano administrativo del proyecto, calidad de los objetivos, etc. Esta enfrenta problemas que vienen dado por las siguientes cuestiones: plazo, costo respecto a presupuesto, utilidad, requerimientos cambiantes, fallas, rigidez, alto costo de mantenimiento, riesgos, etc.

Para contrarrestar lo anterior la dirección debe trazarse objetivos que ayuden a desempeñar funciones de planificación, control, aseguramiento y mejora, constituyendo estos procesos la Gestión de la Calidad. La misma se define como el conjunto de actividades coordinadas para dirigir y controlar una organización en lo relativo a la calidad, y se encuentra subordinada al Sistema de Calidad donde se establecen las diversas estrategias, herramientas y actividades para la garantía de la calidad. De igual forma la distribución de las tareas y responsabilidades entre las diferentes unidades organizativas de la empresa y el personal. Este sistema se puede definir en 3 niveles diferentes:

- ✓ Organización: Es este el nivel en el que normalmente se establece el sistema de calidad, fomentando la adecuación de las actividades y procesos comprendidos en la fabricación del producto y su comercialización.
- ✓ Proyecto: Nivel que constituye una guía para adaptar a las particularidades del software y su entorno las distintas actividades para su desarrollo y mantenimiento, llevándolas de manera eficiente a la práctica.
- ✓ Fase de desarrollo: Fuertes métodos técnicos y medidas producto de la realización de revisiones técnicas formales cumpliendo con pruebas de software planificadas adecuadamente es la manera en que se asume la calidad por parte de los ingenieros informáticos en este nivel.

Es de suma importancia cómo la organización integra las tareas del Sistema de Gestión de Calidad para dirigir y controlar una organización con respecto a la calidad por lo que se deben seguir los siguientes principios:

- Debe abarcar todas las etapas del ciclo de la vida del producto o servicio.
- La alta dirección es la máxima responsable de la calidad.
- Debe estar documentado.

- Debe ser auditado y evaluado sistemáticamente.
- Debe ser revisado y perfeccionado periódicamente.
- Debe contribuir a la eficiencia económica de la empresa.

Para la constitución de un correcto sistema de gestión de calidad, se debe prestar primeramente gran atención a la planificación de los procesos (Ver Anexo 3), de manera que quede conformada una guía de trabajo que contemple los aspectos más importantes que no deben ser pasados por alto; la utilización de los recursos así como la dependencia entre tareas claves que en su conjunto conforman el ciclo de desarrollo del producto al que se quiere llegar.

1.4.1 Planificación de la Calidad del Software

Según (IEEE610-12, 1990) la planificación de la calidad del software es un “Conjunto planificado y sistemático de acciones necesarias para proveer la confianza de que un producto cumple con los requerimientos técnicos establecidos”.

Según la norma internacional (ISO/IEC90003, 2004) se puede decir que: “La planificación de la calidad facilita el modo de adaptar la planificación del sistema de gestión de la calidad a un proyecto específico, producto o contrato. La planificación de la calidad puede incluir referencias genéricas y/o proyecto/producto/contrato específico de procedimientos, como apropiados. La planificación de la calidad debería ser revisada de nuevo junto con el progreso del diseño y desarrollo, y los elementos en cada fase deberían ser completamente definidos al comienzo de dicha fase”.

La planificación de la calidad es la parte de la gestión encargada del establecimiento de los objetivos de la calidad, la especificación de los procesos operativos necesarios y de los recursos relacionados para cumplir los objetivos de calidad. Su objetivo es modelar el negocio y productos de la organización de manera que combinados permita el desarrollo de la producción y utilidades satisfactorias.

Para realizar la planificación se deben tener en cuenta determinados aspectos que permiten especificar los recursos necesarios para cumplir los objetivos de la calidad, estos son: Modelos/Estándares de Calidad de Software a utilizar, Costos de la calidad de software, Recursos humanos y materiales necesarios, etc. Los factores que determinan el modelo o estándar de calidad de software a elegir dependen de la complejidad del proceso de diseño y producción, la madurez del diseño, las características y seguridad del producto o servicio.

A nivel de proyecto, se debería considerar entre otros principios los siguientes para la planificación de la calidad del software:

- Inclusión de los planes de desarrollo.
- Los requisitos de calidad relacionados con los productos y/o procesos.
- Los procesos de proyectos-específicos e instrucciones, tales como, especificación de pruebas del software detallando los planes, diseños, casos de pruebas y procesos para la unidad, integración, sistemas y pruebas de aceptación.
- Los métodos, modelos, herramientas, convenios de lenguajes de programación, bibliotecas, marcos de trabajo y otros componentes reutilizables para ser usados en el proyecto.
- Los procesos de gestión de la configuración para ser llevados a cabo.
- Las actividades de seguimiento y las medidas para ser llevadas a cabo.
- La formación necesaria para el uso de herramientas y técnicas, y la organización de la formación previa a la habilidad necesaria.
- Los registros para ser mantenidos.

La planificación de la calidad, es útil para mantener una relación entre los objetivos y recursos de la organización, modelando los productos de la empresa de manera que combinados produzcan un desarrollo satisfactorio. Según (Humphrey, 2001) (6) un plan de calidad puede tener la siguiente estructura:

- I. Introducción al Producto: una descripción del producto, su objetivo en el mercado y expectativas de calidad del producto.
- II. Planes del producto: fechas críticas respecto de la liberación del producto y responsabilidades del producto respecto de su distribución y servicio.
- III. Descripciones del proceso: procesos de desarrollo y servicios que serían usados en el desarrollo y en la administración.
- IV. Objetivos de Calidad: objetivos y planes de calidad del producto, los cuales incluyen la identificación de los atributos de calidad del producto.

V. Manejo del riesgo: principales riesgos que pueden afectar la calidad del producto Esta información puede ser presentada en diferentes documentos.

El plan de calidad define los atributos de calidad más importantes del producto a ser desarrollado y define el proceso de evaluación de la calidad. En la Planificación de la Calidad del Software se debe determinar:

- Requerimientos de la calidad de software.
- Preparación de un Plan de calidad de software.
- Implementación de un Plan de calidad de software.

1.4.2 Control de la Calidad del Software

El estándar (IEEE610-12, 1990), ha definido el control de la calidad del software como la evaluación independiente del SQA (Software Quality Assurance) de una organización. El control de calidad esta orientada al cumplimiento de los requisitos de la calidad definidos en la planificación y tiene como objetivo principal el control haciendo énfasis en la uniformidad del producto o servicio reduciendo la inspección. Se emplean herramientas y técnicas estadísticas para identificar y resolver un problema específico. El responsable de llevar a cabo tal control es el departamento de producción e ingeniería, practicando un enfoque de control sobre la calidad.

Por su parte (Pressman, 2005), plantea que el control de la calidad del software, son las técnicas y actividades de carácter operativo, utilizadas para satisfacer los requisitos relativos a la calidad, centradas en dos objetivos fundamentales: mantener un proceso bajo control y eliminar las causas de los defectos en las diferentes fases del ciclo de vida. Está formado por actividades que permiten evaluar la calidad de los productos de software desarrollados. El aspecto a considerar en el Control de la Calidad del Software es la "Prueba de Software".

Algunos autores clasifican las actividades de control de calidad en dos categorías: controles estáticos y dinámicos."Los primeros analizan el objeto sin necesidad de ejecutarlo mientras que los segundos requieren la ejecución del objeto que está siendo probado" (Antonio, 2008). La barrera entre controles estáticos y dinámicos no es totalmente estricta. Cualquier forma de control dinámico requiere un cierto grado de análisis estático. Además, hay algunas técnicas, como la verificación formal y la ejecución simbólica, consideradas como estáticas, que "ejecutan" el código, aunque en un entorno no real.

1.4.3 Aseguramiento de la Calidad del Software(SQA)

Según la norma internacional (ISO9000, 2000), el aseguramiento de la calidad es la parte de la gestión de la calidad orientada a proporcionar confianza en que se cumplirán los requisitos de calidad; facilitando un conjunto sistemático de procedimientos, herramientas y métodos necesarios para asegurar la calidad del software antes de comenzar a desarrollar la aplicación.

El aseguramiento de la calidad del software consiste en la revisión de los productos y la documentación asociada, para verificar su cobertura, corrección, confiabilidad y facilidad de mantenimiento, además de incluir la garantía de que un sistema cumpla las especificaciones y los requerimientos para el uso y desempeño deseado. Define un conjunto de actividades que permiten verificar si se cumple con los procedimientos y estándares aplicables. Estas actividades según (Dapena, 2000) son:

- Establecimiento de un plan de SQA para un proyecto.
- Participación en el desarrollo de la descripción del proceso de software del proyecto.
- Revisión de las actividades de Ingeniería del Software para verificar su ajuste al proceso de software definido.
- Auditoría de los productos de software designados para verificar el ajuste con los definidos como parte del proceso del software.
- Asegurar que las desviaciones del trabajo y los productos del software se documentan y se manejan de acuerdo con un procedimiento establecido.
- Registrar lo que no se ajuste a los requisitos e informar a sus superiores.

Para la realización de las actividades que forman parte del aseguramiento de la calidad, el grupo de aseguramiento de calidad debe estar durante las etapas iniciales para establecer planes, estándares y procedimientos que le sumarán valor al proyecto; verificarán que se podrán llevar a cabo técnicas de aseguramiento de calidad. Realizar revisiones técnicas formales en todos los pasos del proceso de desarrollo del software, control de la documentación del software y cambios realizados en los mismos, además de la utilización de métricas como mecanismo de medida. Las principales actividades o técnicas que se utilizan para el aseguramiento de la calidad son:

- Verificación y validación del software a lo largo del ciclo de vida (incluye los procesos de revisión, inspección y prueba).
- Métricas de software para el control del proyecto.

- La gestión de la configuración del software.
- Estándares.

1.4.3.1 Verificación y Validación.

Los procesos de verificación y validación permiten mostrar confiabilidad en el proceso de desarrollo a través de inspecciones, auditorías y revisiones, que viabilizan la detección de defectos en el producto de software. La verificación permite comprobar si los productos construidos en una fase del ciclo de vida satisfacen los requisitos establecidos en actividades previas. La validación consiste en comprobar si el software satisface los requisitos del usuario.

1.4.3.1.1 Revisiones.

Las revisiones según el estándar (IEEE1028, 1997) consisten en la evaluación de un elemento para determinar diferencias con los resultados planeados y recomendar mejoras. Por otro lado según (Pressman, 2005) las revisiones son denominadas una especie de filtro para el proceso de ingeniería de software. Se aplican en varios momentos del desarrollo del software y sirven para detectar errores y defectos que puedan ser eliminados; purificar las actividades de ingeniería de software que suceden como resultado del análisis, diseño y codificación. Existen varios tipos de revisiones que pueden llevarse a cabo durante el proceso de desarrollo de software: (Pressman, 2005)

- Reuniones Informales: una reunión que tiene lugar alrededor de una máquina, u otro espacio en el cual se discuten problemas técnicos.
- Presentación formal: una presentación formal de un diseño de software, una aplicación o cualquier producto de trabajo que se realiza bajo la audiencia de clientes, ejecutivos o personal técnico.
- Revisiones técnicas formales (RTF): a veces denominadas inspección, es el filtro más efectivo desde el punto de vista de garantía de calidad llevado a cabo por ingenieros del software y otros para mejorar la calidad del software.
- Las revisiones Pass Around: revisión informal en la cual el autor distribuye el documento a varias personas para su revisión. La efectividad de este método depende del conocimiento y motivación de los revisores.
- Las revisiones Peer check: revisión informal en la que una persona además del autor revisa el documento. El éxito de este método depende exclusivamente de la motivación y conocimiento del revisor.

Las RTF tienen una gran importancia porque permiten el descubrimiento de errores al inicio para que no se propaguen a la siguiente actividad de ingeniería de software o a la entrega al cliente. Según (Pressman, 2005), los objetivos principales de las revisiones técnicas formales son: encontrar errores durante el proceso, de forma que no se conviertan en defectos después de la entrega del software; verificar que el software bajo revisión alcanza los requisitos; garantizar que ha sido representado de acuerdo a varios estándares predefinidos; conseguir un software desarrollado de forma uniforme y hacer que los proyectos sean manejables.

Las RTF permiten obtener seguridad y continuidad porque las personas se familiarizarán con partes del software que de otro modo no hubieran visto nunca. Para que las RTF tengan éxito deben ser correctamente planificadas, controladas y atendidas. Las revisiones no estarán enfocadas a revisar el diseño completo, sino más bien a módulos o pequeños grupos de módulos como son: Una porción de una especificación de requisitos; Un diseño detallado del módulo o un listado de código fuente del módulo y así la probabilidad de encontrar errores se hace mayor.

Para lograr éxito en las revisiones estas deben estar debidamente planificadas y en correspondencia con el cronograma del proyecto. Se debe tomar en cuenta los productos y las características de los mismos para determinar si es necesario llevarlas a cabo y en caso que sí, establecer quiénes son los responsables de la actividad. Con el objetivo de lograr una labor exitosa los implicados en la revisión deben establecerse metas para indicar hasta que punto son exitosas y almacenar los resultados de la revisión.

El proceso de inspección como parte de las revisiones tiene un gran valor en el aseguramiento de la calidad, pues ayuda a detectar errores en las etapas iniciales del ciclo de vida del producto software. Las inspecciones se realizan sobre los artefactos que van surgiendo en el desarrollo del software para detectar omisiones o errores que estén asociados al producto.

La cantidad de inspecciones que deben ser realizadas depende de las características y la dirección del proyecto respectivamente. Se debe definir una estructura que permita realizarlas, definir el momento adecuado para llevarlas a cabo, por quién y cuáles son los aspectos que serán inspeccionados. Según (Pressman, 2005) generalmente existen 2 momentos ideales en los cuales no deberían omitirse las inspecciones. El primer momento es en la etapa inicial donde se revisa la definición de los requerimientos del software para detectar lo antes posible errores relacionados con los requerimientos, las necesidades de los usuarios e involucrados en el proyecto y las necesidades del cliente. La otra inspección sería con la culminación de la primera versión del software para comprobar si las funcionalidades del producto cumplen con las restricciones técnicas y funcionales necesarias para dar

cumplimiento a los requisitos y objetivos inicialmente propuestos y como primicia principal, satisfacer adecuadamente las necesidades del cliente.

De acuerdo con la norma internacional (ISO/IEC12207, 2005), se conoce que como parte de las actividades de verificación y validación, las auditorías determinan la conformidad con los requerimientos, planes y contratos. Se realizan con el propósito de asegurar que, entre otros aspectos, los productos desarrollados estén en correspondencia con el diseño establecido. Además que las actividades hayan sido desarrolladas de acuerdo a los planes y el contrato. Asegurar que la documentación del usuario está conforme con la norma o guía especificada y que los costos y cronogramas se ajustan a los planes establecidos.

1.4.3.2 Métricas.

La medición de los resultados es uno de los objetivos primordiales en la ingeniería de software y para lograrlo los ingenieros deben emplear métodos efectivos que les permitan evaluar la calidad de forma objetiva. Las métricas del software proveen información para la toma de decisiones, ayudan a definir con mayor exactitud el desarrollo y calidad del producto, evalúan la productividad de las personas, los beneficios por el uso de nuevos métodos y herramientas.

Permiten establecer una línea base para la estimación del costo y el esfuerzo humano, justifica el uso de nuevas herramientas y la necesidad de formación. Debido a esto existen gran diversidad de métricas y por estar enfocadas a diferentes criterios se dividen en 2 categorías principales: métricas o medidas directas e indirectas. Las métricas directas en el proceso de ingeniería miden el costo, el esfuerzo aplicado, las líneas de código producidas, velocidad de ejecución, el tamaño de memoria y los defectos observados en un período de tiempo. Las métricas indirectas proporcionan medias sobre la funcionalidad, calidad, complejidad, eficiencia, fiabilidad y facilidad de mantenimiento.

Las métricas de software deben medir el proyecto, el producto, el proceso y los recursos, aplicando técnicas de medición que proporcionen información significativa de los atributos que los componen (Estevez, 2002).

Las métricas de productos miden los artefactos por los cuales están compuestos. Describen características como es el tamaño, refiriéndose generalmente al volumen que posee respecto a las líneas de código (LOC), número de ficheros y páginas de documentación; la complejidad, rasgos de diseño, rendimiento y el nivel de calidad que posee el artefacto para cumplir con todos los requerimientos.

Las métricas de procesos consideran el comportamiento de los procesos, los cuales generalmente son objetivos, absolutos, explícitos y dinámicos.

Las métricas de recursos miden las personas respecto a su experiencia, habilidades, costos y desempeño, también cuantifican los métodos, herramientas, tiempo, esfuerzo y presupuesto obteniendo datos detallados del tiempo que en muchas ocasiones es malgastado y reduce la productividad.

Las métricas de proyecto describen las características y ejecución del mismo en términos de complejidad, adaptabilidad a los cambios, progreso según lo planeado, tamaño con el objetivo de evitar retrasos y riesgos potenciales.

Con sólo el establecimiento de un proceso de medición no se tendrá un impacto inmediato en el proyecto. Al implantarse el proceso de medición, los resultados deben ser mostrados para discutir los resultados que muestran las condiciones reales en las que se encuentra el proyecto, mejorando las áreas en las cuales se identificaron los problemas. Las métricas permiten que los desarrolladores y líderes de proyectos mejoren el proceso de software, planificación y evaluando la calidad del producto. Suministran además una visión estratégica de la efectividad del proceso de software.

1.4.3.3 Gestión de Configuración.

A lo largo del ciclo de vida del proceso de desarrollo del software, se realizan una serie de cambios, algunos inevitables, a medida que el producto evoluciona. Estos cambios se reflejan en la captura de requisitos, código, documentación, nuevas necesidades de los clientes, reducciones presupuestarias de planificación, lo que hace necesaria una actividad que logre gestionar los cambios y registrarlos para lograr calidad en el producto final. La gestión de configuración como parte de las actividades de garantía de calidad está presente en todo el ciclo de vida del software. Según (Antonio, 2001), la gestión de configuración permite identificar y definir los elementos en el sistema, controlando el cambio de estos elementos a lo largo del ciclo de vida, registrando y reportando el estado de los elementos y las solicitudes de cambio, verificando que los elementos estén completos y que sean los correctos.

Según (Pressman, 2005), la gestión de configuración del software (GCS) es un conjunto de actividades desarrolladas para gestionar cambios a lo largo del ciclo de vida del software de computadora. Por otro lado, el estándar (ISO/IEC12207, 2005) define el Proceso de Gestión de la Configuración como un proceso de aplicación de procedimientos administrativos y técnicos durante el ciclo de vida del software para: identificar y definir la línea de base de los artículos de software en un sistema; controlar

las modificaciones y liberaciones de los artículos; registrar e informar el estado de los artículos y de las solicitudes de modificación; asegurar la integridad, consistencia y corrección de los artículos así como controlar el almacenamiento, manipulación y entrega de los artículos.

En este proceso, según (Pressman, 2005), de gestión de configuración se pueden definir 5 tareas principales: I) Identificación, II) Control de versiones, III) Control de Cambios, IV) Auditorías de configuración e V) Informes de Estado.

Identificación de Objetos: los objetos se pueden identificar de 2 formas, objetos básicos y objetos compuestos. Un objeto básico es una unidad de texto creado por un ingeniero de software durante el análisis, diseño, codificación o prueba. Un objeto compuesto es una colección de objetos básicos y de otros tipos de objetos compuestos. Cada objeto tiene un conjunto de características que los identifica: nombre, una descripción, lista de recursos o una realización. La descripción incluye el tipo de elemento de configuración del software (ECS) representado por el objeto, el identificador del proyecto y la información de la versión o cambio.

Control de Versiones: el control de versiones combina procedimientos y herramientas para gestionar las versiones de los objetos de configuración creados durante el proceso del software. Para gestionar las versiones se utilizan atributos que pueden ser un número específico de versión asociado a cada objeto o una cadena de variables lógicas que especifiquen tipos de cambios funcionales asociados al sistema.

Control de Cambios: en grandes proyecto de ingeniería de software, el cambio descontrolado lleva rápidamente al caos. Para estos proyectos el control de cambio combina los procedimientos humanos y las herramientas automáticas para proporcionar un mecanismo para el control de cambio. El proceso comienza con una petición de cambio, lleva a una decisión de proseguir o no con el cambio y culmina con una actualización controlada del ECS que se ha de cambiar.

Auditorías de Configuración: una auditoría complementa la revisión técnica formal al comprobar características que generalmente no tiene en cuenta la revisión. Esta se plantea y responde algunas de las siguientes preguntas:

1. ¿Se ha hecho el cambio especificado en la Orden de Cambio de Ingeniería (OCI)?
2. ¿Se han seguido adecuadamente los estándares de ingeniería de software?
3. ¿Se han "recalcado" los cambios en el ECS?

4. ¿Se han especificado la fecha del cambio y el autor?
5. ¿Reflejan los cambios los atributos del objeto de configuración?
6. ¿Se han seguido procedimientos del GCS para señalar el cambio, registrarlo y divulgarlo?
7. ¿Se han actualizado adecuadamente todos los ECS relacionados?

Informe de Estados: la generación de informes de estado de la configuración desempeña un papel vital en el desarrollo del proyecto y responde a las preguntas I) ¿Qué pasó? II) ¿Quién lo hizo? III) ¿Cuándo pasó? IV) ¿Qué se vio afectado? proporcionando información sobre cada cambio a aquellos que tienen que estar informados.

El control organizado de los cambios es la primicia de la gestión de configuración, auditando, controlando e informando las modificaciones que invariablemente se desarrollan en el ciclo de vida del software.

1.4.4 Mejora de la Calidad del Software (SQA).

La calidad total o mejora continua de la calidad, es responsabilidad de quienes gestionan la calidad, planifican, controlan, evalúan; quienes a su vez corrigen todo el proceso de desarrollo, de principio a fin, en iteraciones mientras dure el ciclo de vida del proyecto. Entonces según (Moya, 1997) se puede afirmar que el proceso de calidad total (PCT) es el proceso de mejora continua de la calidad (PMC), y para que el mismo sea viable se debe cumplir con dos principios fundamentales:

1. Crear las condiciones adecuadas para que todos los empleados adquieran un compromiso continuo con la calidad, empezando por la dirección del proyecto.
2. Crear una estructura que mantenga el proceso y genere la información que los directivos de la empresa requieren para que este forme parte de su gestión diaria.

Ambos preceptos si se adaptan a las particularidades del proyecto o la empresa no constituyen traba alguna, hay que recordar que ningún proyecto es igual a otro en términos funcionales y de entorno por lo que es acertado conformar o guiarse por una metodología específica que satisfaga en gran medida las necesidades del proyecto. Siempre prestando atención conforme (Moya, 1997) a directrices como lo son:

- I. Preparación y planificación de procesos

Dicha preparación surge cuando la dirección del proyecto adopta el compromiso con la mejora continua de la calidad y convoca o propicia la creación de un equipo de trabajo que analice la situación real por la que se atraviesa e identifique las necesidades, que pueden ser puntuales o derivadas y además de planificación.

En la planificación deben verse reflejados: los objetivos que se persiguen, las estrategias a trazar para lograr dichos objetivos, los planes de actuación específicos así como la distribución de los recursos necesarios para su posterior implantación. Los resultados de dicha planificación pueden evaluarse mediante experiencias piloto antes de hacerla extensiva al resto del proyecto.

II. Comprensión hacia los clientes.

Siendo la calidad, conformidad con los requisitos y las necesidades de los clientes, entiéndase por clientes al de carácter tanto interno como externo. Cada tarea es cliente de la anterior y proveedor de la que le sucede por tanto la calidad debe verse orientada a los procesos de manera que el producto sea eso, el resultado de un proceso exitoso, lo que se traduce en una mejor actuación del proyecto o empresa.

III. Compromiso.

El proceso de mejora continua requiere estrategias globales de calidad, de manera que la calidad se integre a la gestión de la empresa y que cada empleado contribuya al proceso. Para ello se hace necesaria una concientización y lograr el compromiso de todos los trabajadores por los que deben ser los directivos los que primero se integren. Se deben definir políticas que persigan el cumplimiento de objetivos específicos y que los mismos sean comunicados al resto del equipo de desarrollo. Mediante una adecuada comunicación, el reconocimiento y la formación es el mejor modo de lograr un compromiso real con la calidad por parte de los involucrados en el proceso de manera general.

IV. Estructura

Debido a que la calidad es un proceso global y es resultado del trabajo de todo el equipo, la vía para conseguir la participación de igual manera global, es mediante un estilo de dirección participativa. No quiere decir que se convierta en trabajo de nadie por ser trabajo de todos. Esta estructura debe estar regida por los objetivos estratégicos de la empresa y permitir o viabilizar el trabajo en conjunto por un bien común. Dependiendo claro está de las particularidades de la organización. Una propuesta acertada sería:

- Director del programa (debe ser parte de la dirección).

- Comité de calidad (un grupo de trabajo que enmarque aspectos de calidad y además que tenga cierta autonomía para comprometer recursos según necesidades puntuales).
- Grupo de trabajo (concientización, formación, seguimiento de indicadores de calidad, acciones correctoras).

De acuerdo con (Moya, 1997) las acciones correctoras tienen 2 objetivos fundamentales:

1. Desarrollar acciones que permitan corregir las causas que impiden conseguir los resultados establecidos.
2. Utilizar la experiencia adquirida para desarrollar procedimientos que impidan que se repitan causas adversas similares.

Con las acciones correctoras se buscan soluciones persistentes, de forma que no haya que preocuparse por lo mismo más de una vez; estas pueden ser complejas y engorrosas si los problemas no están bien delimitados, por lo que deben ser analizadas y verificada su validez antes de llevarlas a cabo.

1.4.4.1 Pasos para gestionar la calidad total de los procesos (Fernández, 2008)

I. Identificación de los procesos.

Para abordar la atención diferenciada y la mejora de los procesos, primeramente deben estar definidos los niveles de criticidad de los mismos, atendiendo a la correspondencia con las necesidades del cliente, resultado que aporta y a los indicadores de calidad (Eficiencia, Eficacia, Flexibilidad) teniendo estos un impacto significativo tanto para el cliente como para el negocio.

Para condicionar una fácil identificación de procesos estos deben ser definidos en cuanto a:

- ✓ Actividad principal de la organización. (Ver Anexo 4)
- ✓ Sistema de gestión de calidad

II. Definición de las interrelaciones internas y externas.

Las relaciones externas vienen enmarcadas por el entorno ajeno a la organización y que influye en sus resultados, a su vez estos mismos resultados tienen impacto en el entorno. Este entorno externo está constituido por clientes, competidores y proveedores. Por otra parte las relaciones internas establecerán el desglose de los procesos desde los generales, atravesando por los específicos hasta llegar a los unitarios.

III. Documentación de los procesos.

Es necesario documentar los procesos porque: Las salidas tienen mayor consistencia. El conocimiento no depende de las personas. Se ahorra tiempo la “Próxima vez”. Se facilita el traspaso de tareas e identifica puntos débiles en el proceso y finalmente permite realizar promociones y/o rotaciones.

Los beneficios que se obtienen a partir de la documentación de los procesos pueden reflejarse en la reducción de los costos por trabajo mal hecho, debido a un mejor conocimiento y comprensión aportado por la documentación. Esto ayuda a los trabajadores e inspectores a clasificar el trabajo a realizar y el rendimiento esperado de sus actividades. Se torna más fácil el entrenamiento y agiliza la integración de nuevas incorporaciones. Se erradican los “Imprescindibles”, nadie es la única fuente del “Know how”. Se facilita la comunicación o interacción entre todos los involucrados en el proceso (Proveedor-propietario-cliente). Al estar documentados los indicadores, se viabiliza el seguimiento consistente de los procesos. Se garantiza la trazabilidad en el marco global de la gestión de los procesos, a fin de optimizar las actividades transversales de la organización. Todo lo que se traduce en mayor satisfacción del cliente final como resultado de un mejor encadenamiento a través de la organización de los distintos procesos interrelacionados que afectan el producto y el servicio ofrecido.

IV. Control de procesos.

El seguimiento y control de los procesos son indispensables para garantizar que los resultados se corresponden con los requerimientos. Para dicho control es necesario definir variables de control de los procesos, establecer registros necesarios que permiten obtener los datos primarios para evaluar las variables de control o la medida de rendimiento de los procesos.

V. Mejora de procesos.

Serie de conceptos y acciones que se inician con el establecimiento de metas y objetivos, la convergencia de los planes en programas concretos y el monitoreo para asegurar el cumplimiento de los objetivos tanto como para la optimización del uso de los recursos. El proceso de mejora continua (Fernández, 2008) responde directamente al directivo de mayor jerarquía, como parte de la gestión de la organización, y este a su vez delega de forma que compromete a todo el equipo en tareas de mejoramiento continuo como parte de sus tareas habituales; y designa un grupo para la gestión de mejora (GGM) cuyas funciones principales serían:

- I. Establecer los objetivos estratégicos de la organización y las estrategias de mejoramiento continuo en un horizonte de tiempo determinado.

- II. Analizar la organización para identificar procesos claves y su desglose desde un nivel global a uno más simple de ejecución.
- III. Desplegar las estrategias de mejoramiento hacia aquellos procesos clave donde las mismas se alcanzan, diseñar un Programa Anual de Mejora (PAM)
- IV. Definir el sistema de indicadores para medir el desempeño de los procesos.

La ejecución de la mejora continua está a cargo de los equipos de desarrollo que deben aparejar a sus actividades las siguientes (Fernández, 2008):

- I. Ejecutar el PAM diseñado.
- II. Identificar oportunidades de mejora en los procesos que se desarrollan dentro de la organización.
- III. Proyectar las soluciones y documentarlas. (Impacto de la solución, cronograma de tareas, seguimiento etc.)
- IV. Implementar las soluciones propuestas una vez aprobadas.
- V. Revisar periódicamente la aplicación de las medidas de mejora.

El mejoramiento de la calidad es parte de la gestión de la calidad, orientada a aumentar la capacidad de cumplir con los requisitos de la calidad. (Ver Anexo 5) Mejora continua es la actividad recurrente para aumentar la capacidad para cumplir los requisitos. Es el proceso mediante el cual se establecen los objetivos y se identifican oportunidades para la mejora, es un proceso continuo a través del uso de los hallazgos y conclusiones de la auditoría, el análisis de los datos, la revisión por la dirección u otros medios y generalmente conduce a la acción correctiva y preventiva lo que se traduce en un ajuste en la planificación inicial.

La auditoría como uno de las principales actividades en el mejoramiento de la calidad, tiene entre sus objetivos, suministrar una evaluación de los productos y procesos para corroborar la conformidad con los estándares, las guías, las especificaciones y los procedimientos. Las razones para realizar una auditoría son:

- Establecer el estado del proyecto.
- Verificar la capacidad de realizar o continuar un trabajo específico.
- Verificar qué elementos aplicables del programa o Plan de Aseguramiento de la Calidad han sido desarrollados y documentados.

- Verificar la adherencia de esos elementos con el programa o Plan de Aseguramiento de la Calidad.

La auditoría puede traer como consecuencia la Certificación. Dicho Proceso de Certificación comienza con la emisión de una Solicitud de Certificación y culmina con la Concesión del Certificado. Un sistema de certificación de calidad permite una valoración independiente que debe demostrar que la organización es capaz de desarrollar productos y servicios de calidad. Sin embargo, el proceso de mejora es bastante difícil porque las personas son reacias a intentar cosas nuevas.

1.5 Conclusiones Parciales.

En términos generales la calidad del software se puede definir como el grado en que un conjunto de características propias del software cumple con requisitos explícitos.

Para que los procesos y productos alcancen índices básicos de calidad se debe realizar una adecuada implementación de estándares y/o modelos de calidad de manera que responda a normalizaciones preestablecidas al efecto.

La gestión de la calidad es el conjunto de acciones que permiten realizar la planificación de las actividades y el establecimiento de los objetivos de calidad a cumplir. Controla la conformidad con los requisitos y elimina las causas de los defectos durante el ciclo de vida. Provee confianza certificando que el producto satisface todos los requisitos y la capacidad de cumplimiento de los mismos a través de la mejora.

CAPÍTULO 2: ANÁLISIS CRÍTICO DEL MECANISMO DE GESTIÓN DE CALIDAD INTERNA PARA EL PROYECTO REGISTROS Y NOTARÍAS.

2.1 Introducción.

En el presente capítulo se realiza un análisis crítico del mecanismo propuesto para la gestión de Calidad Interna en el proyecto Registro y Notarías tras su aplicación durante una primera fase del sistema Administración Financiera (Módulos: Administración, Presupuesto, Recaudación y Contabilidad). Se estudian las características del Plan de Aseguramiento de acuerdo a las particularidades del proceso de desarrollo del proyecto, a partir de las dificultades encontradas y las experiencias que fueron adquiridas con la aplicación de este mecanismo. Se utilizan estos resultados como base para el perfeccionamiento de las actividades planificadas, dando paso a nuevas directrices de trabajo.

2.2 Análisis del Mecanismo de Gestión de Calidad Interna para el proyecto Registros y Notarías.

2.2.1 Objetivos.

Los autores del presente trabajo pretenden con este acápite, exponer su conformidad con los objetivos definidos en el mecanismo, fortaleciéndose con ello la dirección señalada en él, pues se persigue un mismo fin, que no es otro que el aseguramiento eficaz de la calidad en el proyecto Registros y Notarías. Se muestra el grado de éxito en que fueron alcanzados durante la aplicación del Plan de Aseguramiento de la Calidad en el que se encuentran determinados, así como presentar nuevos objetivos que surgen debido a deficiencias encontradas, demandando trabajo en nuevas aristas.

El aseguramiento de la calidad estuvo regido por: la determinación de un Plan de Mitigación de Riesgos y el correspondiente Plan de Contingencias, la aplicación de las listas de chequeo (a artefactos como: Modelo de Caso de Uso del Sistema y Documento de Requerimientos) y la realización de un Plan de Pruebas que contempla las pruebas modulares a medida que surgen los release del producto. Por otro, lado debe verse que estas actividades pertenecen principalmente a la etapa de pruebas y se evidencia la ausencia del equipo de Calidad Interna en el resto de las etapas del desarrollo del producto, así como la poca efectividad en las revisiones pues la documentación estaba firmada por los contratistas.

En la confección de las listas de chequeo el grupo de Calidad Interna se apoyó en estándares y modelos internacionales definidos a tales efectos (IEEE 830/1233, ISO 12207) adaptándose el contenido a las características de la documentación que desarrolla el proyecto, especificada a su vez, en su mayoría, por la metodología RUP y las guías establecidas por Dirección de Calidad de Software de la Universidad, como órgano rector de calidad en la universidad. La objetividad de estas listas se ve afectada por el hecho de que su aplicación es posterior a la firma del objeto de revisión por parte de los contratistas como se expuso anteriormente.

El sistema informático que se desarrolla está regido por las leyes venezolanas, referentes a los Registros y Notarías denominadas: Ley Orgánica del Sector Público, y encapsulada dentro de esta, la Ley Orgánica de Administración Financiera.

El trabajo del grupo de Calidad Interna en el proyecto Registros y Notarías, así como su planificación, son reguladas y enfocadas a los lineamientos definidos por Dirección de Calidad de Software de la Universidad, entidad que periódicamente realiza auditorías al proyecto en vista a identificar procesos endebles y puntos que puedan ser corregidos, en las cuales se han obtenido resultados poco satisfactorios.

La capacitación ha sido recibida en conjunto con el proyecto Grupo de Calidad de la Facultad 3, en materias como: Diseño y Aplicación de Casos de Prueba, Pruebas y Evaluación del Software además por el uso de nuevas plantillas orientadas por Dirección de Calidad de Software de la Universidad. Cuando no es posible la participación de todo el equipo de Calidad Interna en tales capacitaciones los miembros que la reciben sociabilizan el conocimiento con el resto mediante pequeños talleres planificados al efecto.

Cada vez que el proyecto presenta un release, este es probado por Calidad Interna y los defectos que se encuentran son expuestos en Documentos de No Conformidades, y no se libera el producto hasta que en el número necesario de iteraciones se corrijan tales defectos, manteniendo siempre control sobre la versión en que se trabaja y correspondencia entre las versiones de la documentación a los efectos.

El dinamismo del proceso de desarrollo del software en el proyecto Registros y Notarías, demanda planificaciones a muy corto plazo, flexibilidad para realizar diferentes tareas paralelas relacionadas con revisiones o pruebas y emitir criterios de priorización que pueden llegar a cambiar por completo el enfoque del trabajo.

2.2.2 Organización.

La organización propuesta en el mecanismo del 2007 define la necesidad de que el grupo de Calidad Interna cuente con los roles siguientes:

Responsable de Calidad, con conocimientos mínimos sobre; metodología RUP, lenguaje UML, Ingeniería y Calidad del Software. Encargado de proporcionar metodologías para la realización de las pruebas, coordinar pruebas de aceptación con el cliente y pruebas pilotos de conjunto con el laboratorio de certificación, y a su vez evaluar los resultados de las pruebas

Diseñador de Pruebas, con dominio de temas acerca de pruebas del software y metodología RUP, llevará a cabo el diseño de los casos de prueba y la definición de las listas de chequeo, así como el correspondiente análisis del resultado de su aplicación.

Revisor Técnico, capacitado en metodología RUP y lenguaje UML. Será capaz de garantizar que los artefactos producidos por el grupo de Calidad Interna se ajusten a las pautas definidas para su confección.

Y por último, Probador, portador de habilidades mínimas de computación y ligera noción del negocio, con el propósito de ejecutar las pruebas diseñadas y anotar los resultados obtenidos en tales pruebas.

Los autores del presente trabajo concuerdan que en el grupo de Calidad Interna debe estar definido el rol de Responsable de Calidad, que responda directamente a la dirección del proyecto, como cualquier responsable al frente de otro de los subgrupos de trabajo (documentadores, programadores, analistas etc...), quien vele por el aseguramiento de la calidad y dirija el grupo de calidad mediante la planificación y control. De igual manera, las particularidades del proyecto requieren que se cuente con diseñadores de pruebas, revisores técnicos y probadores.

Sin embargo la determinación de estos roles no puede llevar a reclutar un número mayor de personas que jueguen cada uno de estos de manera única. Por el contrario, el hecho que todos los integrantes del grupo de calidad se entrenen en todos los roles especificados, acarrea la ventaja que aún un grupo pequeño de personas pueden hacer frente a las pruebas y revisiones, así como estar preparados para asumir en un momento dado el rol de Responsable de Calidad, Esta estrategia previene al proyecto de pérdidas en organización y continuidad del trabajo, dándose esto por la descentralización del conocimiento (habilidades) que encierran cada uno de los roles mencionados; lo que traería consigo disminución en los costos de tiempo para la capacitación cuando el grupo de calidad sufra una pérdida de personal, gracias al entrenamiento y capacitación empíricos de los integrantes del grupo de calidad.

En cuanto a las tareas a realizar, algunas de las definidas no se pueden llevar a cabo por no estar contempladas en la planificación del proyecto como son: la revisión de la arquitectura, auditorías a la base de datos, prueba de instaladores y de seguridad, etc. Los autores del presente trabajo proponen que el equipo de calidad esté íntegramente vinculado con las actividades que realmente procedan de manera fructífera por sobre todas las planificadas en el mecanismo.

2.2.3 Flujo de Trabajo.

Según el mecanismo propuesto (Pérez, 2007), se define el flujo de trabajo que debe seguir el equipo de Calidad Interna para cumplir con las actividades planificadas como se muestra a continuación:

2.2.3.1 Requerimientos, Arquitectura y Diseño.

Inicialmente se realiza la captura de Requisitos y los procesos elementales del negocio por parte del equipo de desarrollo y luego esta documentación debe ser revisada por el equipo de Calidad Interna, para ser entregada a los clientes y se realice la firma de aprobación contractual entre las partes.

Esta primera tarea no es viable, porque no existe la presencia del personal de calidad en las entrevistas con el cliente, lo cual impide el monitoreo del procedimiento seguido para la captura de los requisitos y el asesoramiento en la confección de la documentación correspondiente. La documentación es elaborada por los analistas y supervisada por los especialistas funcionales, no se procede a su revisión para verificar si cumple con los objetivos propuestos, por parte de un representante de Calidad Interna, negándose la posibilidad de identificar errores en etapas tempranas del desarrollo.

La situación anterior está dada por la falta de integración entre la planificación del equipo de Calidad Interna y el cronograma general. Al estar ajena al mismo no se tiene en cuenta lo que se plantea y se prosigue según las necesidades del cronograma general del proyecto.

Una vez que toda la documentación necesaria es recopilada se le hace llegar al equipo de desarrollo del proyecto en la UCI y comienza la etapa de diseño de los casos de uso en conjunto con la definición de una arquitectura base.

En consecuencia a que ambas planificaciones son ajenas entre ellas como ya se ha planteado, la revisión de la documentación referente a los casos de uso es realizada por el equipo de Calidad Interna cuando una primera versión del módulo, es liberado por parte del equipo de desarrollo. Tales revisiones se realizan pero no cumplen objetivo, o sea, al estar presentada al cliente la documentación,

el equipo de calidad sólo puede evaluarla mediante la aplicación de las listas de chequeo (sin recoger no conformidades), sin poder exigir sea corregida si no hasta el final mediante peticiones de cambios.

Las revisiones realizadas a la documentación arrojaron pocas No Conformidades, que fueron detectadas al realizarse las pruebas a los módulos de la primera etapa del sistema de Administración Financiera, arrojando los siguientes resultados: Administración con 4 errores de documentación; Contabilidad con 2, Recaudación con 3 y Presupuesto con 0 (No queriendo decir esto que la documentación del módulo se encuentre libre de errores); el índice bajo de errores refleja la ineficiencia en la identificación de los mismos, constituyendo este aspecto otro punto a mejorar en el mecanismo propuesto.

2.2.3.2 Pruebas de Caja Blanca e Integración.

En lo referente a las pruebas de caja blanca las características del proyecto también salen al paso. La rapidez que se le exige al equipo de desarrolladores y el no estar dichas pruebas contempladas en el cronograma general, son factores que impiden a este y al equipo de Calidad Interna realizarlas.

Las pruebas de integración a las que se refieren los autores del Mecanismo para la Gestión de Calidad Interna en el proyecto Registros y Notarías, son pruebas que se realizan a los métodos definidos en la conformación de un módulo único. Estas pruebas no son aplicables por el grupo de Calidad Interna por las mismas razones por las que dicho grupo no realiza las pruebas de caja blanca.

El mecanismo además plantea que a partir de esta etapa, a los errores se les debe tratar con una petición de cambio, que rija la acción correctiva. Los autores del presente trabajo consideran que esto no es necesario, partiendo del hecho que los artefactos no han sido entregados a los clientes, los errores van corrigiéndose a medida que son identificados y registrados en los documentos de no conformidades. Hacerlo de esta manera evitaría un trámite innecesario que además mientras menos engorroso sea el proceso más transparencia habrá para el cliente.

2.2.3.3 Pruebas Modulares.

Las pruebas de caja negra se realizaron a medida que fueron liberándose los módulos por el equipo de desarrollo. El grupo de Calidad Interna analizó las entradas y salidas y registró los errores encontrados en el Documento de No-Conformidades que luego fue entregado al responsable de solucionar cada una de ellas en un plazo límite de 3 días. Las diferentes iteraciones de pruebas que sucedieron estuvieron constituidas por la corrección de las no conformidades persistentes desde la última iteración.

Los autores del presente trabajo enfrentaron retrasos con la liberación de los módulos debido a que una fecha estática de 3 días para las acciones correctivas, no contemplaba una estimación de la cantidad de no conformidades y complejidad de las mismas. Esperar a terminar las pruebas modulares para entregar el Documento Único de No Conformidades y ser corregidos por los desarrolladores es poco factible, pero tampoco puede alargarse la fecha para estos fines porque en ocasiones existiría demasiada holgura y no es objetivo del equipo de calidad que esto suceda. El objetivo es hacer lo que se deba hacer en el tiempo justo para ello, entonces se propone que durante la etapa de pruebas diariamente se realice un cierre de información donde se recojan todas las no conformidades del día y se despachen con el responsable de corregir los defectos por parte del equipo de desarrollo. Al final se recogen todos los defectos encontrados en un Documento Único de No Conformidades y el producto es liberado con menor índice de errores posible en una única iteración. En ocasiones son liberados al mismo tiempo más de un módulo, esto conlleva a que se redistribuyan los recursos humanos del grupo de Calidad Interna.

2.2.3.4 Pruebas de Aceptación del cliente y Simulación.

Los autores no emiten un criterio en este punto, pues esta parte del flujo de trabajo no ha sido puesta en práctica debido que estas tareas tienen lugar en la etapa final del proyecto. En cambio, se profundizan en temas referentes a las mismas prestando especial atención al modo en que otros proyectos se han desempeñado para adquirir conocimientos y planificarlas de la mejor manera posible.

2.2.4 Documentación.

Los autores del presente trabajo de diploma deciden apoyarse en la misma documentación por la que se guiaron sus antecesores con el propósito de seguir una misma línea de pensamiento y orientar la mejora del mecanismo de gestión de calidad en una sola dirección ya definida, de manera que cobre firmeza y confiabilidad, siendo esta la siguiente:

- Organización del Proceso de Desarrollo.
- Propuesta de Mecanismo para la Gestión de la calidad Interna en el proyecto Registros y Notarías.

2.2.5 Métricas.

En el mecanismo (Pérez, 2007) se proponen un conjunto de métricas aplicables a diferentes actividades de gestión de la calidad, de las cuales los autores de este trabajo utilizaron las que se muestran en la Tabla 2.1 por ser las de mayor aplicabilidad y facilidad de uso sobre los resultados obtenidos de las pruebas y revisiones.

Tabla 2.1 Métricas adoptadas de las propuestas en el mecanismo de Gestión de Calidad Interna en el proyecto Registros y Notarías.

<i>META</i>	<i>PREGUNTA</i>	<i>METRICA</i>
Planificación	¿Cuánto tiempo consume el proceso de revisión?	EIP
Control y Seguimiento	¿Cuál es la calidad del software inspeccionado?	DD
Mejoramiento	¿Cuán efectivo es el proceso de revisión?	DD EED

EIP: Eficiencia del Inspector en la fase de Preparación.

DD: Densidad de Defectos.

EED: Efectividad en la Eliminación de Defectos.

2.2.6 Estándares y Guías.

Los autores del presente trabajo están de acuerdo con la utilización de estándares y guías adoptando los que más se ajusten a los objetivos de calidad establecidos. En la Tabla 2.2 se relacionan los estándares y guías que se usaron de apoyo para la confección de herramientas que permitieran el chequeo a los artefactos (documentación) así como la confección de los mismos, durante las etapas en las que el grupo de Calidad Interna se vio involucrada. Por los satisfactorios resultados obtenidos se propone continuar con el uso de los mismos, identificando estándares para la codificación y el diseño de los casos de uso; áreas en las que hay que prestar especial atención por no estar amparadas por el mecanismo propuesto y por ende constituyen objeto de mejora.

Tabla 2. 2 Estándares y Guías adoptados de los propuestos en el mecanismo de Gestión de Calidad Interna en el proyecto Registros y Notarías.

<i>Estándar</i>	<i>Etapas a Aplicar</i>	<i>Observaciones</i>
ISO 12207 IEEE 830 IEEE 1233	Captura de Requisitos	Apoyándose en las normas se crearon las listas de chequeo que se le aplica a la documentación que resulta de esta fase.
NC ISO 9126	Métricas	En la definición de las métricas para la evaluación de los resultados.
Lineamientos mínimos de Calidad de la universidad.	Al proyecto de forma general.	
Metodología RUP	Durante todo el ciclo de vida	

2.2.7 Cronograma.

En el mecanismo propuesto se define que las tareas y actividades de calidad estarán guiadas por lo estipulado en el cronograma del equipo de desarrollo y en los planes de iteración.

Los autores del presente trabajo determinan que mientras la planificación del grupo de calidad interna siga ajena al cronograma de trabajo, el aseguramiento de la calidad seguirá presentando dificultades, por lo que deciden trabajar en aras de que la planificación del grupo de calidad se inserte en el cronograma general.

2.2.8 Herramientas, Técnicas y Metodologías.

Los autores asumen las herramientas y metodologías definidas en el mecanismo para el trabajo del grupo de Calidad Interna:

- Aplicación de los Lineamientos Mínimos de Calidad (LMC) de la Universidad.
- Evaluación bajo las pautas establecidas por los responsables de cada área de trabajo.
- Aplicación de las normas nacionales e internacionales adaptadas. (ISO, IEEE, NC)
- Utilización de los conceptos de RUP.
- Aplicación de las Listas de Chequeo confeccionadas por el responsable del rol determinado, a partir del Plan de Trabajo de dicho rol y las creadas por el Grupo de Calidad a partir de normas adaptadas.

2.2.9 Resolución de Problemas y Acciones Correctivas.

Los autores determinan secundar lo propuesto en el mecanismo existente utilizando los documentos de No Conformidades cuando se identifique un error, una incongruencia o problema en cualquiera de las etapas, de revisión o pruebas. Estos documentos son presentados al responsable del área correspondiente, con copia al jefe de proyecto. Las iteraciones que sucedieron fueron probadas sobre el mismo documento, que a su vez fue depurándose y registrando el progreso de corrección liberándose el producto solo cuando el número de errores haya sido totalmente corregido.

2.2.10 Análisis de Riesgos.

En correspondencia con el mecanismo propuesto la estrategia que se asume es la de aceptar el riesgo. Por ser el desarrollo del software en iteraciones, se intenta limitar el riesgo o reducirlo con la identificación de los posibles riesgos que puedan ocurrir en el proyecto, se traza una estrategia para mitigarlos y un plan de contingencia en caso que alguno llegue a materializarse conformándose así el Plan de Mitigación de Riesgos que contempla cada uno de los riesgos identificados. La táctica trazada para mitigar cada riesgo es revisada periódicamente por el responsable de la acción correctiva para analizar su efectividad.

El formato del Plan de Mitigación de Riesgos debe diferir del propuesto en el mecanismo pues la Dirección de Calidad de Software (DCS) en la universidad propuso una nueva plantilla estándar para

uso de todos los proyectos. Vale aclarar que esta nueva plantilla brinda más información acerca del impacto y la probabilidad del riesgo entre otras cosas.

2.2.11 Plan de Revisiones.

Los autores del presente trabajo consideran que el Plan de Revisiones propuesto no presenta ningún problema en su estructura. El plan no pudo ser aplicado eficientemente porque la documentación, entregada al grupo de Calidad Interna para que realizara las revisiones, estaban firmadas por los clientes. Esto trajo consigo que los errores detectados no pudieron ser corregidos en el momento de la revisión.

Un avance importante en este aspecto sería lograr revisar tales artefactos antes que conformen documentación firmada por los contratistas. Por tanto, constituye un punto a mejorar.

2.2.12 Pruebas y Evaluación.

Los autores del presente trabajo secundan la estrategia a seguir para la gestión de las pruebas definida en el mecanismo. Con la confección y seguimiento de un Plan de Pruebas, en el cual se definan actividades concretas a cumplirse en un tiempo dado, con responsables específicos para cada tarea, identificados por los nombres y no por roles que estarían involucrados en las pruebas modulares.

2.2.13 Registros de Calidad.

Se asume la estrategia a seguir manteniendo un adecuado almacenamiento de los registros establecidos en el mecanismo, utilizando el Repositorio como lugar de almacenamiento para que estos estén disponibles a todos los integrantes del grupo de calidad y la dirección del proyecto.

2.2.14 Entrenamiento.

Por estar conformado el grupo de Calidad Interna con personal que anteriormente habían desempeñado los roles definidos en el mecanismo, la capacitación de los miembros del equipo estuvo dada principalmente por entrenamientos para el uso de nuevas plantillas. Esta estrategia es muy escueta y no valora la posibilidad de integrar al equipo de desarrollo como extensión del equipo de

Calidad Interna y por ende no motiva un compromiso con la calidad, pues el resto del equipo del proyecto no se vincula a estos temas. Por otro lado, el equipo de Calidad Interna se vio afectado al momento de las revisiones y pruebas, pues desconocía el negocio y debía preguntar constantemente a los desarrolladores al encontrarse en puntos dudosos del producto.

Una nueva estrategia del proyecto se establece, indicando como parte del proceso de capacitación, encuentros de adiestramiento para todo el equipo de trabajo sobre los procesos elementales del negocio. De esta forma todo el equipo de desarrollo y el equipo de Calidad Interna manejan la información necesaria para el desarrollo del software.

Debido a esto, los autores del presente trabajo de diploma redefinen los temas para la capacitación del grupo de Calidad Interna como punto de mejora al mecanismo existente. Ya no sólo se abarcan temas referentes a calidad como estipula el mecanismo, sino que el equipo de Calidad Interna recibe periódicamente capacitación del negocio, de diseño y arquitectura por parte de los directivos del proyecto al frente de estas tareas. De igual forma el equipo de Calidad Interna capacita al equipo de desarrollo en temas de calidad, revisiones a los artefactos que se generan, de manera que cada desarrollador se convierta a su vez en revisor técnico o al menos genere artefactos con un número menor de defectos. Por otro lado, corre a cargo del equipo de calidad interna la capacitación con todo lo referente al producto ante equipos auditores externos, es el caso de Calidad de la Facultad y Calidad UCI.

2.3 Resultado de la aplicación de métricas.

En el acápite **Métricas** definido anteriormente se especifican los enfoques a los que va direccionada la atención del proyecto sobre los procesos fundamentales o prioritarios del grupo de Calidad Interna. Las metas que se persiguen están denotadas por la realización de una planificación acertada, el logro de un constante seguimiento y control que refleje resultados transparentes del quehacer sobre lo planificado en vistas de identificar puntos de mejora, y por último el mejoramiento en si mismo.

Los autores de este trabajo de diploma acordaron conformar la muestra poblacional durante la aplicación del mecanismo para la Gestión de Calidad Interna en el proyecto Registros y Notarías, en el sistema Administración Financiera en su primera fase, con los módulos Administración y Presupuesto. Estos fueron los primeros módulos sobre los cuales se aplicó dicho mecanismo en su forma original, en el resto de los módulos de esta primera fase ya el equipo de Calidad Interna contaba con la experiencia ganada en los dos primeros y el mecanismo estaba siendo mejorado.

La muestra poblacional de la aplicación del mecanismo mejorado está constituida por los módulos Administración II y Requisiciones, ambos del sistema Administración Financiera, en su segunda fase. El mecanismo mejorado ha tenido efecto completo en los mismos, no siendo así en el resto de los módulos los cuales en el momento de la realización de este documento estaban aún en desarrollo.

2.3.1 Planificación

Atrayendo la atención sobre el proceso de planificación, se trata de dar respuesta a: ¿Cuánto tiempo consume el proceso de revisión? Entonces se hace necesario exponer las características de los módulos del Administración Financiera en la primera etapa sobre los cuales se aplicó el mecanismo propuesto en el 2007.

- Administración (20 Casos de Uso)
- Presupuesto (30 Casos de Uso)

Para ello se aplica la métrica para evaluar la Eficiencia del Inspector en la Planificación (EIP) que permite comparar lo planificado con lo real. Esto a su vez sirve de base para planificaciones futuras, además de constituir una herramienta de evaluación del desempeño de los inspectores y la correspondiente emulación entre los mismos.

La aplicación de la métrica EIP se muestra en la Tabla 2.3 donde se hace un compendio de las actividades que se realizan en cada uno de los módulos a los cuales se les aplicó el mecanismo propuesto en el 2007. La tabla contempla además los intervalos de fechas para la realización de las actividades y se identifica el cumplimiento o no de las mismas en el tiempo previsto.

Tabla 2. 3 Resumen de planificación de revisiones y pruebas en el sistema Administración Financiera (Primera Fase).

Módulo	Tarea	Fecha		Tiempo (Días)		Diferencia (Días)	
		Inicio	Fin	Est.	Real	Sobrestimación	Subestimación
Administración	Aplicación de listas de chequeo	9/10	9/10	1	2	-	1

	Diseño de casos de prueba.	3/10	5/10	2	5	-	3
	Aplicación de casos de prueba.	9/10	12/10	4	3	1	-
	Revisión de artefactos generados.	9/10	9/10	1	2	-	1
	Acciones Correctivas	16/10	18/10	3	16	-	13
Presupuesto	Aplicación de listas de chequeo	12/10	13/10	2	2	-	-
	Diseño de casos de prueba.	11/10	15/10	5	6	-	1
	Aplicación de casos de prueba.	11/12 6/03	11/12 12/03	7	8	-	1
	Revisión de artefactos generados.	14/10 16/12 11/03	17/10 16/12 17/03	3	12	-	9
	Acciones Correctivas	11/03	13/03	3	8	-	5

Como puede apreciarse en la Tabla 2.3, la inexperiencia de los integrantes del grupo de Calidad Interna del proyecto provoca un desajuste bastante evidente en lo referente a los plazos de entrega de la información durante las pruebas, demostrando un proceso de planificación con poca calidad. Por otra parte, debe de aclararse que las pruebas al módulo de Presupuesto se vieron interrumpidas para liberar el resto de los módulos por su poca complejidad, permitiéndole al equipo de desarrollo en su totalidad centrarse en este módulo.

La aplicación de la métrica EIP puede verse mejor en las Figuras 2.1–2.3 donde las Actividades corresponden con las definidas en la Tabla 2.3.

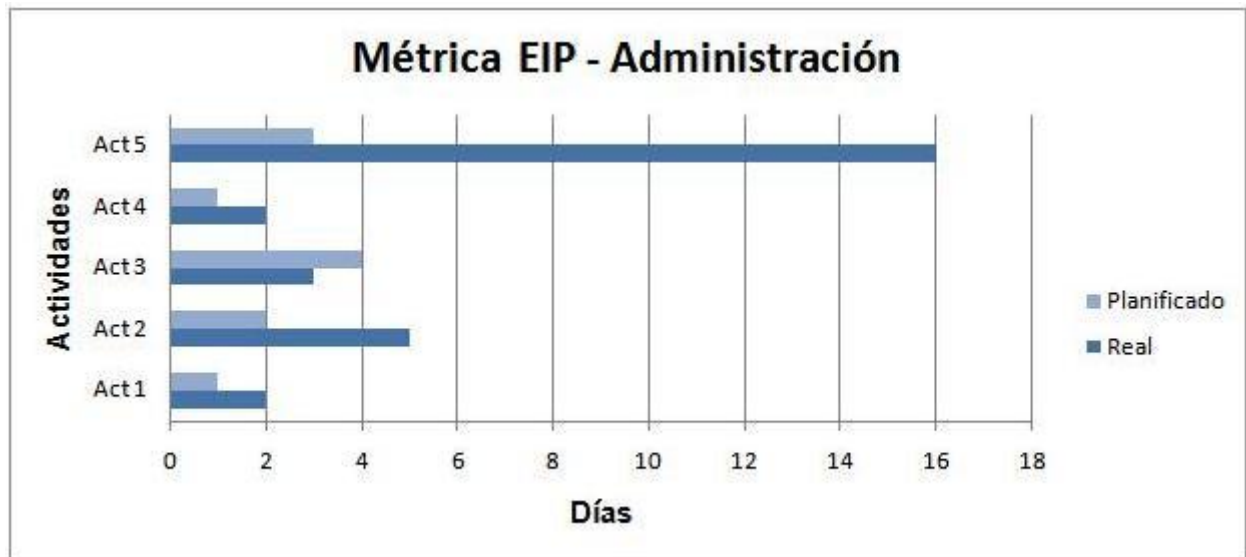


Figura 2. 1 Métrica EIP aplicada el módulo Administración.

La Fig. 2.1 muestra una subestimación, la realización de las tareas sobrepasan la fecha límite para la entrega y esto se traduce en retrasos para las revisiones a nivel central. Las actividades se ajustan al cronograma de trabajo del proyecto y no se incluyen en el mismo la planificación del trabajo del grupo de Calidad Interna, dando como resultado que el proyecto no cumpla con la entrega en tiempo de artefactos, o lo que es peor aún se revisan las distintas versiones en paralelo por los grupos de Calidad Interna y UCI. Lograr que de ello resulte una única versión, libre de errores, por demás es un proceso sumamente engorroso , reflejando que no se le otorga a la calidad la importancia que requiere desde una perspectiva interna, cuando los defectos encontrados de manera tardía pudieron haber sido corregidos antes de una primera entrega a nivel central.

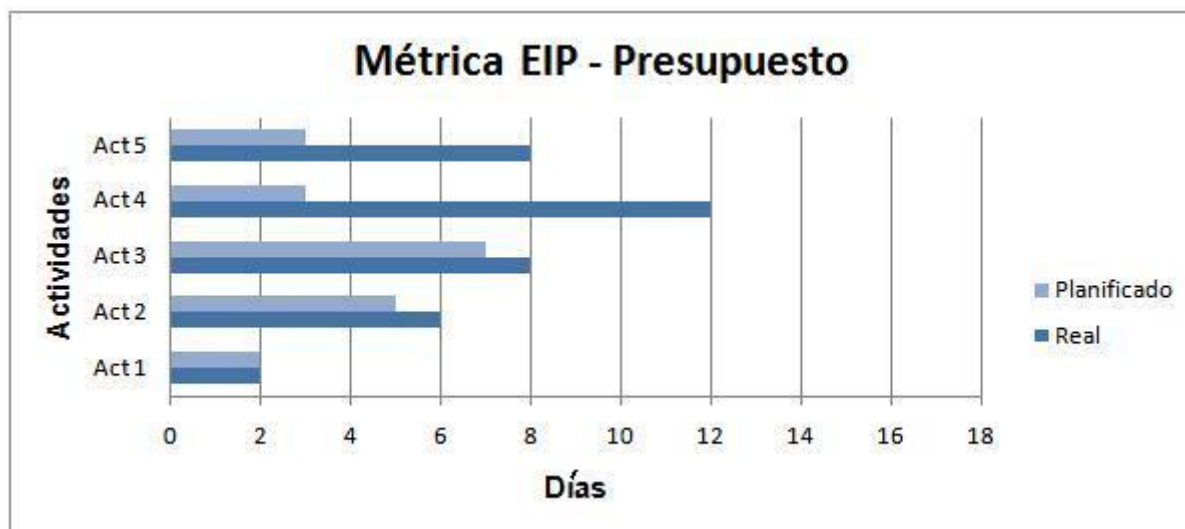


Figura 2. 2 Métrica EIP aplicada al módulo Presupuesto.

El módulo Presupuesto tuvo un desarrollo inestable inicialmente, y la planificación de pruebas modulares no fue bien definida. El desarrollo del mismo fue interrumpido por los especialistas funcionales debido a la gran complejidad que encierra y la decisión de los directivos del proyecto de liberar el resto de los módulos (Contabilidad y Recaudación) por su poca complejidad ante Presupuesto, además se vio afectado por las vacaciones de fin de año.

Todas estos conflictos hicieron del proceso de revisión de los artefactos generados por el equipo de Calidad Interna un proceso altamente fragmentado (Fig. 2.2), de realización dinámica y circunstancial.

La diferencia tan grande que existe entre lo planificado y lo sucedido en los módulos de Administración y Presupuesto (Fig. 2.3), viene dada principalmente por el tiempo consumido para las acciones correctivas al no tomarse en cuenta el número de No Conformidades, ni la complejidad de las mismas. Como estrategia del grupo de calidad el Documento Único de No Conformidades no se entrega hasta haber terminado de probar el módulo correspondiente, en la que además no trabaja todo el equipo de desarrolladores. Se valora la posibilidad de invertir la línea de tiempo empleada en corregir los errores, arreglándolos a medida que surjan, no esperar al final y enmarcar esta actividad en un periodo de 3 días como se vino haciendo hasta el momento.

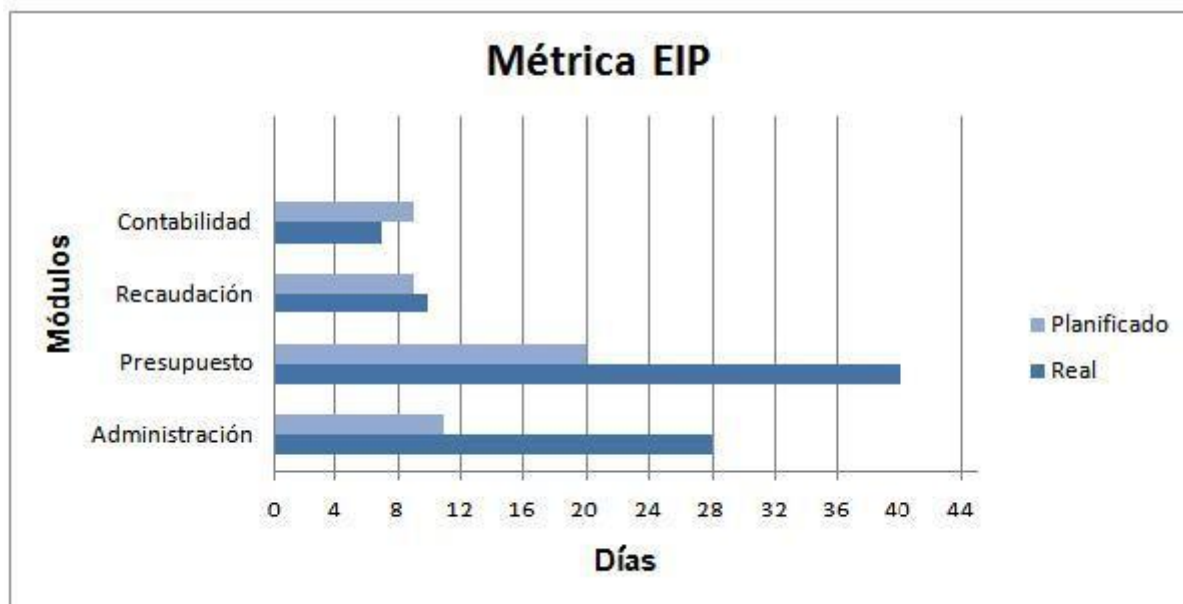


Figura 2. 3 Métrica EIP aplicada a los módulos de Administración Financiera (1ra Etapa).

Los resultados que arrojan los módulos Recaudación y Contabilidad (Ver Fig. 2.3) son satisfactorios, denotan la rápida adaptación del grupo de trabajo de Calidad Interna a los procesos de revisiones y pruebas. Con la utilización de nuevas vías de trabajo se logró la mejora de los procesos involucrados en esta etapa, que vienen definidos formalmente en el capítulo 3 del presente trabajo de diploma.

2.3.2 Seguimiento y control.

¿Cuál es el estado del proceso de revisiones? y ¿cuál es la calidad del software inspeccionado? son las interrogantes que rigen este punto. Para abordarlas los autores del presente trabajo se basan en la aplicación de las métricas para calcular la Densidad de Defectos (DD) y la EIP analizada en el acápite **Planificación** tratado anteriormente.

Respondiendo la incógnita correspondiente al estado de las revisiones, vale destacar que en esta fase el grupo de Calidad Interna trabaja sobre la base de documentación contractual ya firmada por la dirección del proyecto y el cliente. El peso mayor de errores lo tienen las pruebas a las que se somete la aplicación en aras de lograr correspondencia entre los requerimientos y la funcionalidad del producto de software.

Con el dominio del costo real de tiempo necesario por el equipo de calidad para realizar el diseño y la aplicación de los casos de prueba, se han identificado los puntos que atentan contra la buena planificación. A partir de esta información la planificación tendrá un carácter dinámico y flexible a las circunstancias del proyecto, de manera que se eviten errores de planificación por exceso o defecto según la experiencia acumulada.

Se valora la expansión de las tareas de aseguramiento de la calidad en el proyecto, llevadas a cabo por el equipo de Calidad Interna y por el resto del equipo de desarrollo como extensión del primero; fomentando desde el trabajo una consciencia pro-calidad que reduzca de manera considerable y en etapas tempranas del desarrollo, errores que póstumamente se conviertan en defectos a corregir.

Por su parte la calidad del software que se revisa es inversamente proporcional a la densidad de defectos del mismo. La métrica de DD es utilizada para establecer la proporción de defectos con respecto al tamaño del producto y expresa una cuantía de la calidad de estos y de la mejora continua del proceso de revisiones al transcurrir un periodo de tiempo determinado; se calcula matemáticamente, de la siguiente forma: **$DD = TP/DT$**

Siendo DD: Densidad de defectos, DT: Defectos totales encontrados en el producto y TP: Tamaño del producto (Dígase en líneas de código o en cantidad de casos de uso, como es el caso).

Los resultados de la aplicación de esta métrica pueden verse en la Tabla 2.4. Debe considerarse que un producto con un número de DD alto implica realizar un trabajo más exhaustivo durante las revisiones internas realizadas al producto, sobre todo en las acciones correctivas que el equipo de desarrollo debe realizar. La reducción de la densidad de defectos se traduce directamente en una reducción en la cantidad de trabajo que hay que rehacer, en minimización de posibles retrasos y mayor conformidad de parte del cliente.

Tabla 2.4 Métricas; Densidad de Defectos (DD) y Eficiencia en Eliminación de Defectos (EED) aplicadas en Administración Financiera (1ra Fase)

Módulo	Casos de Prueba		Cant - Defectos		DD	EED
	Dis.	Apl.	RTF	PM	CI	CI
Administración	20	20	3	110	5.65	0.78

Presupuesto	30	21	-	38	1.81	0.18
-------------	----	----	---	----	------	------

Dis: Diseñados **Apl:** Aplicados **RTF:** Revisiones Técnicas Formales **PM:** Pruebas Modulares **CI:** Calidad Interna.

En la Fig. 2.4 puede observarse mejor la densidad de defectos de los módulos que conforman la primera fase del sistema Administración Financiera. Por ser Administración de mayor DD evaluado por Calidad Interna, el tiempo consumido por el equipo de desarrollo para las acciones correctivas es mayor.

El proceso de revisiones de Calidad Interna es bastante efectivo en el módulo de Administración pues el release que fue presentado a Calidad UCI fue presentado con una DD menor. En el caso de Presupuesto se debe tener en cuenta que no todos los casos de prueba fueron aplicados por parte del equipo de Calidad Interna y esto influyó grandemente en la ineficiencia del proceso de pruebas y revisiones.

Un aspecto importante se aprecia en el módulo de Recaudaciones, sus resultados evidencian la importancia del compromiso con la calidad por parte de los directivos del proyecto y la importancia de la inserción de las tareas de Calidad Interna en el cronograma general. Las revisiones a este módulo se realizaron de forma paralela a las revisiones de Calidad UCI, es evidente que de haberse realizado de manera secuencial, los resultados hubiesen sido mejores.

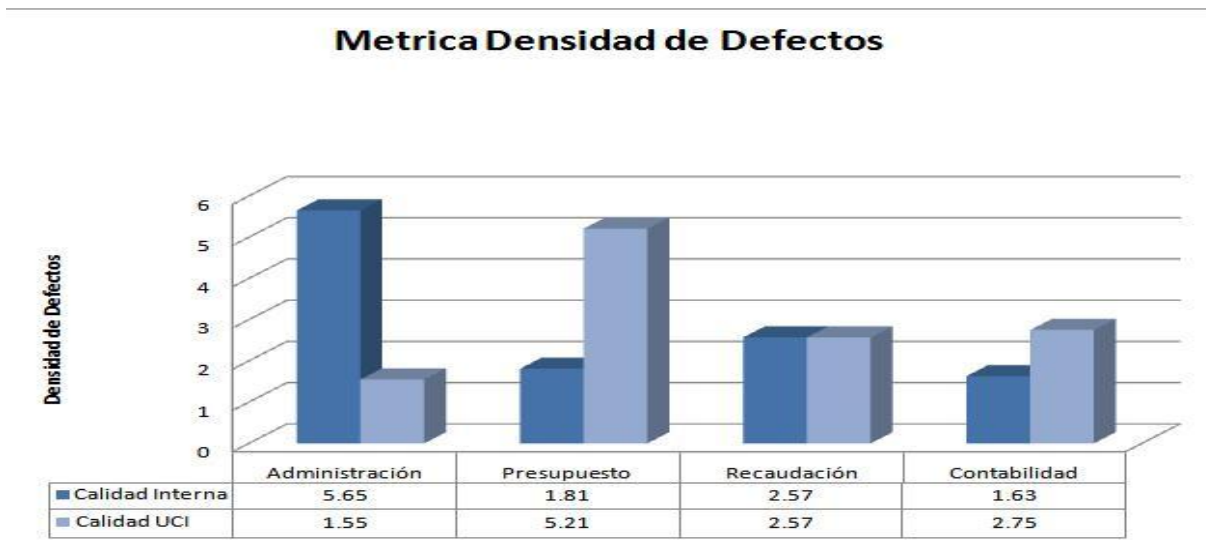


Figura 2.4 Métrica Densidad de Defectos aplicada al sistema Administración Financiera (1ra Fase)

Se hace latente la necesidad de identificar en etapas tempranas del desarrollo aquellos errores que se transforman en defectos y restan calidad al producto final. El equipo de Calidad Interna se hace consciente que debe tomar mayor protagonismo en el cronograma del proyecto y definir hitos que guíen el desempeño colectivo hacia un producto lo más libre de errores posible, a través de procesos de concepción mejorada, en el cual se permita el constante monitoreo de la calidad y se logre una mayor efectividad por medio de las acciones correctivas.

2.3.3 Mejora

La aplicación de la métrica Eficiencia en la Eliminación de Defectos (EED) permite conocer la efectividad del equipo de Calidad Interna en la detección oportuna de errores en esta primera fase. La detección temprana de errores en las etapas iniciales del desarrollo permite que los errores no se propaguen a la siguiente actividad y se reflejen finalmente en los resultados de las pruebas. Esta métrica se calcula a través de la siguiente ecuación matemática: $EED(i) = E(i)/(E(i) + E(i + 1))$

Donde $E(i)$ es la cantidad de errores de una revisión i y $E(i + 1)$ los errores de resultante de las pruebas modulares. En un rango de valores $EDD(0;1)$ mientras el resultado se acerque más a 1 más eficiente es la eliminación de defectos, resultando todo lo contrario si el resultado converge a 0.

La métrica será aplicada para ver cuán eficiente fueron las revisiones realizadas a los diferentes módulos, detectando errores en la documentación de requisitos para que no se manifiesten nuevamente en el análisis o el diseño y finalmente salgan a relucir en las pruebas modulares.

Si se representan en un gráfico los valores resultantes de la EED se puede analizar qué revisiones de las realizadas al proyecto de software resultan poco efectivas y así valorar la posibilidad de incluirla o no en la misma fase del desarrollo del proyecto o tomar cualquier otra decisión que contribuya al mejoramiento del proceso de revisiones. Un objetivo de calidad del equipo de Calidad Interna es alcanzar una EED que se aproxime a 1 para evitar retrasos en el desarrollo del proyecto.

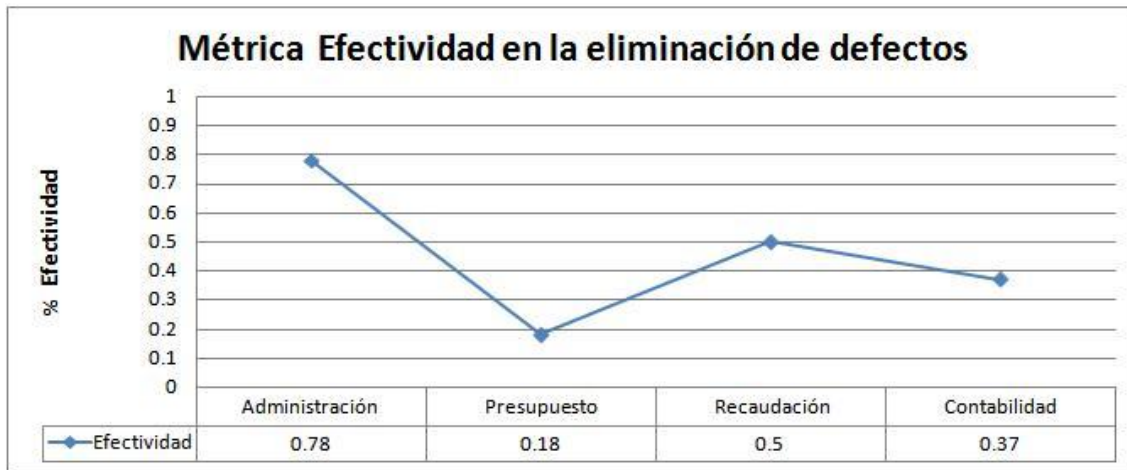


Figura 2.5 Aplicación de la métrica Efectividad Eliminación Defectos (EED)

En la Figura 2.5 puede contemplarse cuán eficiente resultó el mecanismo frente al módulo de Administración, sucediendo todo lo contrario en Presupuesto.

2.4 Conclusiones Parciales.

Con la aplicación del mecanismo propuesto se identificaron factores que atentaron con el cumplimiento de las actividades de aseguramiento de calidad por parte del equipo de Calidad Interna. Principalmente la no inserción de las actividades de este grupo en el cronograma general del proyecto fue la causa para que las planificaciones realizadas no tuvieran éxito.

Debido a lo expuesto en este capítulo los autores identifican tareas que puedan ser sometidas a modificaciones de visión o alcance, en vista a que las mismas tengan mayor grado de correspondencia con la realidad del proyecto; como es el caso de: Revisión de la documentación resultante de la captura de requisitos, Revisión de la documentación resultante del diseño, Reenfoco de las pruebas de integración y principalmente trabajar en vías de Inserción de la planificación del grupo de Calidad Interna dentro del cronograma de trabajo del equipo de desarrollo.

Las métricas aplicadas brindaron la información necesaria para evaluar los resultados obtenidos e identificar los puntos débiles a ser corregidos y así perfeccionar el mecanismo para su postrera aplicación en los módulos del sistema Administración Financiera en su segunda etapa.

CAPÍTULO 3: PERFECCIONAMIENTO DEL MECANISMO DE GESTIÓN DE CALIDAD INTERNA PARA EL PROYECTO REGISTROS Y NOTARÍAS.

3.1 Introducción

En el presente capítulo se muestra el mecanismo de Gestión de Calidad Interna para el proyecto Registro y Notarias perfeccionado para su segunda etapa. Luego de la aplicación del mecanismo propuesto en la primera etapa de Administración Financiera se identificaron puntos débiles que se muestran en este nuevo plan perfeccionados, adaptando el plan de aseguramiento a las características del proyecto. A partir del establecimiento de los objetivos de calidad que deben corresponderse con los objetivos del proyecto, se establecen un conjunto de actividades de aseguramiento de calidad organizadas en el plan.

3.2 Plan de Aseguramiento de la Calidad para la Gestión de la Calidad Interna perfeccionado.

El plan de aseguramiento permite establecer la planificación de las actividades del grupo de Calidad Interna en las áreas que ejercen influencias sobre el proceso de desarrollo del software de modo que se gestione su realización. Se establece una planificación lo más acertada posible teniendo en cuenta entre otros aspectos el aprovechamiento del recurso y esfuerzo humano y lograr la inserción en el cronograma de trabajo del proyecto.

El Plan de Aseguramiento de la Calidad está compuesto por los siguientes acápite:

3.2.1 Introducción

3.2.1.1 Propósito.

El Plan de Aseguramiento de la Calidad tiene como objetivo planificar, dar seguimiento y control a las actividades de aseguramiento de la calidad en el proyecto durante las diferentes fases de desarrollo del sistema Administración Financiera en su segunda etapa.

3.2.1.2 Alcance.

El Plan de Aseguramiento contempla en sus actividades las pruebas de Caja Negra o pruebas modulares. No se tiene en cuenta en la planificación las pruebas de estrés, de seguridad y caja blanca.

3.2.1.3 Definiciones, Acrónimos y Abreviaturas.

DCS: Dirección de Calidad del Software.

RTF: Revisiones Técnicas Formales.

3.2.1.4 Referencias.

Código	Título
1	Documento Único de No Conformidades
2	Plan de Pruebas
3	Plan de Mitigación de Riesgos
4	Plan de Gestión de Configuración
5	Plan de Revisiones

3.2.1.5 Resumen.

El plan de aseguramiento de la Calidad proporciona las actividades que permiten garantizar la calidad del software, este plan está basado en el estándar IEEE 780-1998. El documento establece las actividades de aseguramiento de calidad para el sistema Administración Financiera durante su segunda etapa. Se planifican las actividades de revisión, auditorías, además de las herramientas y metodología para llevarlas a la práctica. Se identifican responsables de las actividades y el cronograma de trabajo del equipo de calidad. Los estándares y guías que se aplican durante el proceso y el plan de pruebas de software.

3.2.2 Objetivos de de Calidad.

Los objetivos de calidad establecidos son:

- ✓ Asegurar la calidad del trabajo, a través de la prevención, comprobación y control sistemático en el proyecto, a lo largo del ciclo de vida del mismo, velando porque el producto de software cumpla con los requerimientos establecidos por el cliente.
- ✓ Identificar mediante la gestión de riesgos posibles errores antes de que se conviertan en puntos fatales o problemáticos.
- ✓ Mantener el trabajo sobre la base de los diferentes estándares y normas internacionales existentes, así como la metodología establecida por RUP.
- ✓ Velar y asegurar el desarrollo e implantación de un sistema informático que soporte las decisiones estratégicas del cliente dentro del marco legal establecido.
- ✓ Corresponder y hacer cumplir con los lineamientos de calidad establecidos por Dirección de Calidad de Software de la Universidad para los proyectos productivos de la UCI.
- ✓ Asegurar y contribuir al alcance de los objetivos trazados para la Solución Tecnológica del Documento Técnico del Proyecto.
- ✓ Lograr que el equipo de calidad cuente con el personal capacitado con el conocimiento y las habilidades necesarias para realizar las tareas y actividades encaminadas a lograr la calidad del proyecto.
- ✓ Incorporar las actividades del grupo de Calidad Interna en el cronograma general de desarrollo del proyecto.
- ✓ Colaborar para que la Gestión de Configuración y demás procesos de soporte sean desarrollados de tal manera que satisfaga las necesidades de la evolución del producto software y los procesos de producción del mismo.
- ✓ Gestionar los registros de calidad del software.
- ✓ Extender al resto del equipo de desarrollo el compromiso con la calidad de software, haciendo de este una extensión del equipo de Calidad Interna.
- ✓ Garantizar que el comportamiento y resultados del sistema sean correctos alcanzando un sistema comprensible y apropiado para las necesidades del usuario.

3.2.3 Organización.

El proyecto Registros y Notarías está compuesto por estudiantes y profesores de la facultad. El Grupo de Aseguramiento de Calidad o grupo de Calidad Interna está compuesto por estudiantes con capacidades y motivaciones para desempeñar cada uno de los roles siguientes:

3.2.3.1 Roles.

Rol	Descripción	Conocimientos Mínimos	Nombre y Apellidos
Responsable de Calidad	<ul style="list-style-type: none">• Es una persona orientada al detalle.• Asegura que la aplicación producida se ajusta a las especificaciones y está razonablemente libre de errores.• Proporciona una metodología para realizar las pruebas.• Coordina las pruebas de Calidad Interna.• Evalúa los resultados que se obtienen de las pruebas de calidad.• Chequea que los artefactos generados se ajusten a las pautas y	<ul style="list-style-type: none">• Metodología RUP.• Lenguaje UML.• Calidad de Software.• Ingeniería de Software.• Conocimientos básicos sobre el negocio.	

	<p>lineamientos establecidos para su confección.</p> <ul style="list-style-type: none"> • Realiza el análisis de resultados de las revisiones. 		
Diseñador de Pruebas	<ul style="list-style-type: none"> • Diseña los casos de Prueba. • Evalúa y documenta el resultado de las pruebas realizadas al software. • Define listas de chequeo. 	<ul style="list-style-type: none"> • Metodología RUP • Lenguaje UML. • Pruebas del Software. 	
Probador	<ul style="list-style-type: none"> • Ejecuta las pruebas diseñadas. • Anota los resultados obtenidos. 	<ul style="list-style-type: none"> • Conocimientos del negocio. • Habilidades mínimas de computación. 	
Revisor Técnico	<ul style="list-style-type: none"> • Ejecuta las RTF. • Chequea que los artefactos generados se ajusten a las pautas y lineamientos establecidos para su confección. 	<ul style="list-style-type: none"> • Conocimientos mínimos del negocio. 	

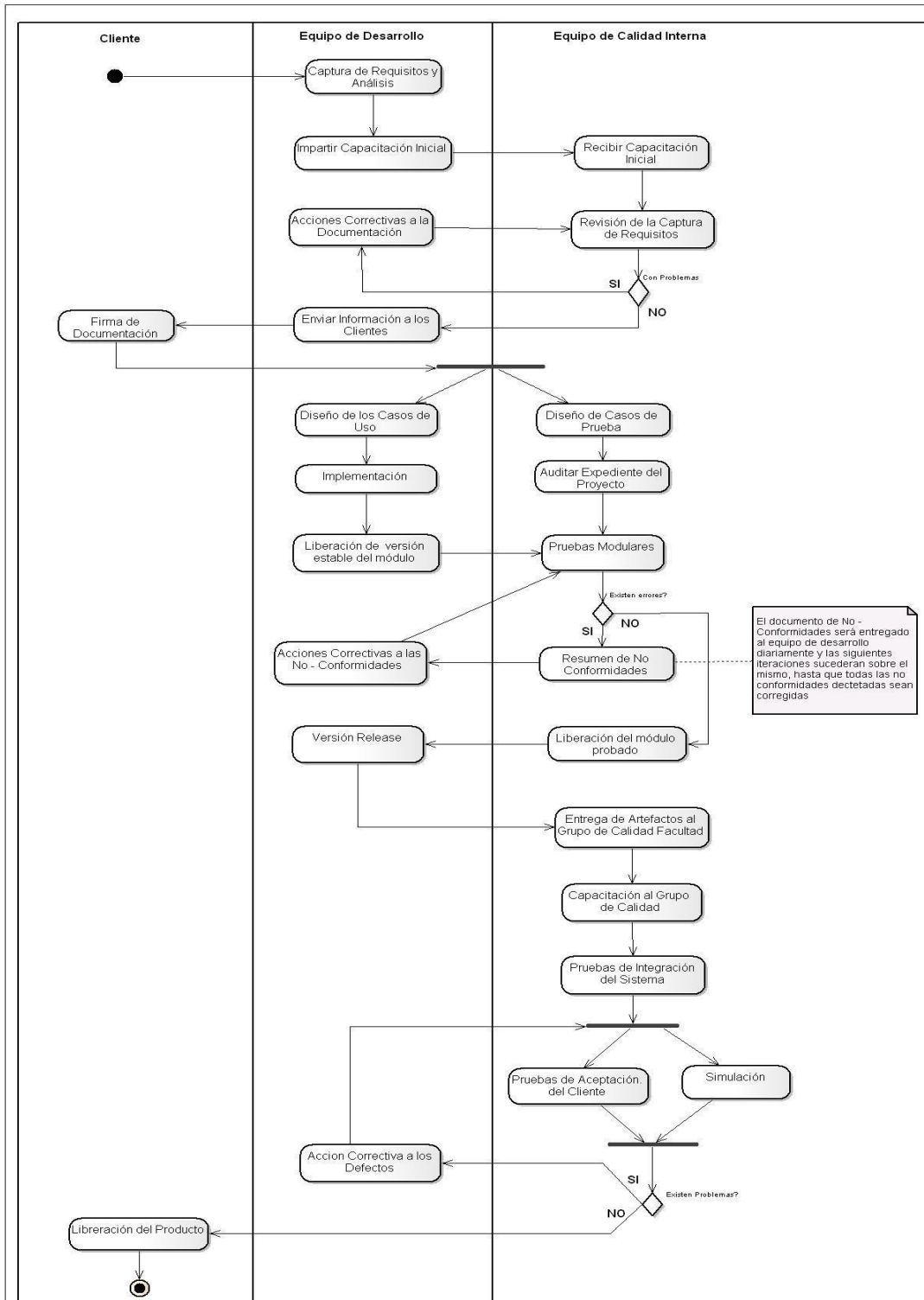
3.2.3.2 Tareas y Responsabilidades.

Tarea	Precondición	Poscondición	Responsable	Comentarios
Establecimiento del Plan de Aseguramiento de Calidad.			Responsable de Calidad	
Revisión de la Captura de Requisitos.		Análisis y Diseño	Equipo de Calidad	
Revisión de la Especificación de los Casos de Uso del Sistema.		Análisis y Diseño	Equipo de Calidad	
Confección de listas de chequeo.			Equipo de Calidad.	
Revisión del Prototipo de Interfaz de Usuario.			Equipo de Calidad	
Pruebas de Caja Negra. (Pruebas Modulares)	Implementación	Despliegue	Equipo de Calidad	
Pruebas de Integración	Implementación		Equipo de Calidad	

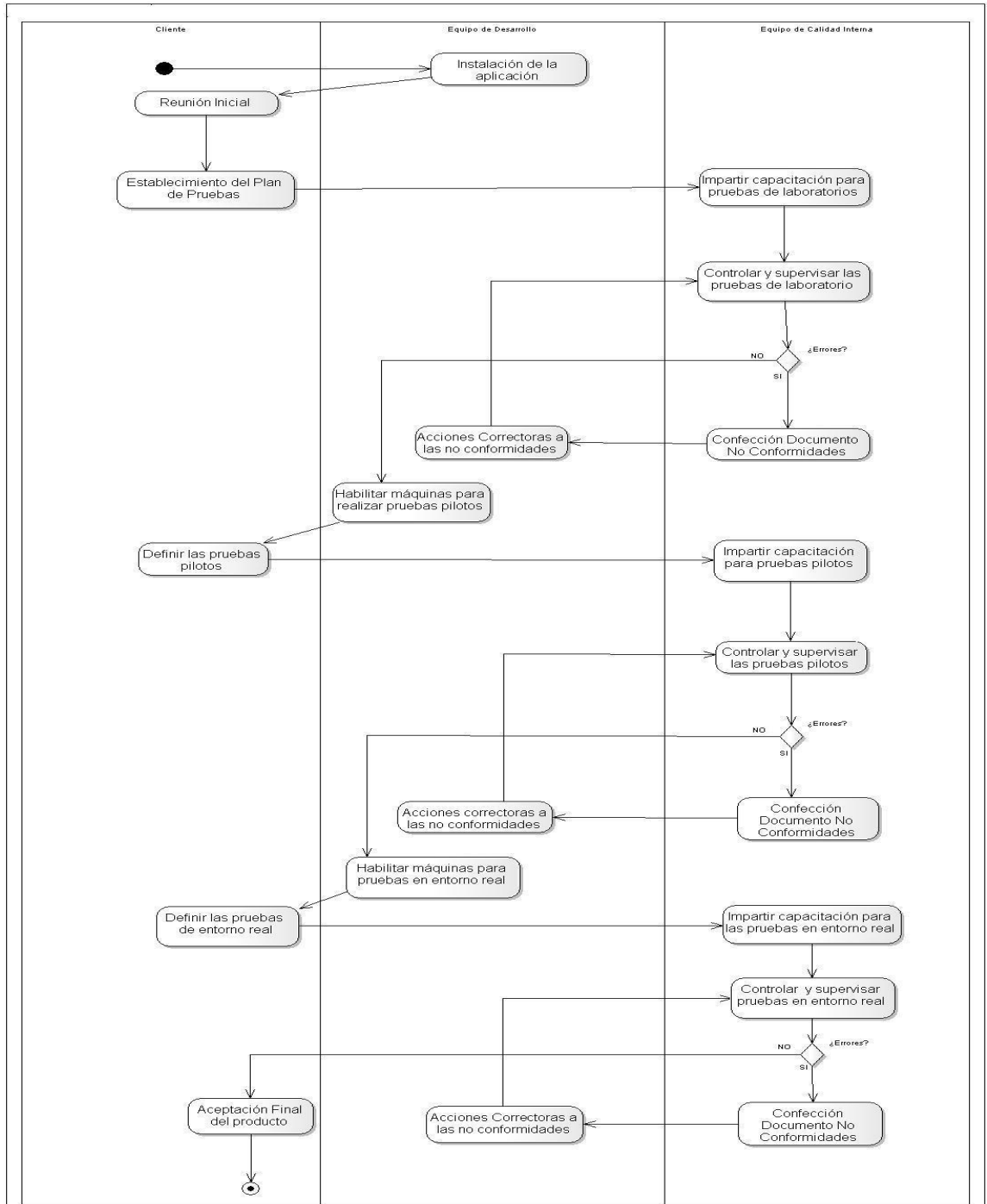
Pruebas de Unidad.	Implementación		Equipo de Calidad	
Revisar el expediente del proyecto.			Responsable de Calidad	
Definir estrategia de pruebas.			Responsable de calidad	
Definir Plan de Prueba.			Responsable de Calidad	
Diseñar los casos de prueba.			Equipo de Calidad	
Revisión de los artefactos generados por el quipo de Calidad Interna			Responsable de Calidad	
Gestión de los registros de calidad.	Durante todo el desarrollo del proyecto		Responsable de calidad	
Certificación final del producto.			DCS	
Pruebas Funcionales con los clientes			Equipo de desarrollo Equipo de Calidad	
Laboratorio de			Dirección del	

integración del sistema			proyecto.	
Capacitaciones generales referentes a temas del proyecto.			Dirección del proyecto.	
Capacitación de agentes externos del proyecto			Dirección del proyecto.	

3.2.4 Flujo de trabajo Primero (Antes de la Aceptación Inicial de los clientes).



3.2.4.1 Flujo de trabajo Segundo (Luego de la Aceptación Inicial de los clientes hasta la Aceptación Definitiva).



3.2.5 Documentación

Para la confección del plan se utilizaron los siguientes documentos del proyecto:

- Mecanismo propuesto para la Gestión de Calidad Interna del proyecto Registro y Notarias.
- Documentación referente a la Organización del Proceso de Desarrollo.

Se generaron los siguientes documentos con la aplicación del plan:

- Plan de Revisiones.
- Documento Único de No conformidades.
- Documento de No Conformidades.
- Plan de Mitigación de Riesgos.
- Plan de Pruebas.
- Listas de Chequeo.
- Minutas de Reuniones.
- Plan de Listado de Riesgos.
- Parte de Progreso.

3.2.6 Métricas.

Meta	Pregunta	Métrica
Planificación	¿Cuánto tiempo consume el tiempo de revisión?	EIP
Control y Seguimiento	¿Cuál es la calidad del software inspeccionado?	DD

Mejoramiento	¿Cuán efectivo es el proceso de revisión?	DD EED
--------------	---	-----------

3.2.6.1 Métrica Eficiencia del Inspector en la fase de preparación (EIP).

En la etapa de planificación se emplea esta métrica porque permite comparar lo planificado con lo real en cuanto al tiempo de preparación invertido por el equipo de Calidad Interna. Permite realizar un análisis del desempeño de los revisores y saber cuan eficiente es el rendimiento de cada integrante del equipo.

3.2.6.2 Densidad de Defectos (DD).

Esta métrica será utilizada para el control y seguimiento de las actividades de aseguramiento, permite una proporción de la cantidad de defectos en dependencia al tamaño del producto y el trabajo que debe rehacer el equipo de desarrollo para tomar las acciones correctivas.

$$DD = TP/DT$$

TP: Cantidad de Casos de Uso del sistema

DT: Cantidad total de defectos encontrados en el producto a través de las RTF.

3.2.6.3 Eficacia en la eliminación de defectos (EED).

Medida de la tarea de filtrar de las actividades de aseguramiento de la calidad y de control. Se define de la forma siguiente: $EED = E/(E + D)$

E: Es el número de defectos encontrados antes de entregar al usuario final.

D: Es el número de defectos encontrados después de la entrega. El valor ideal de EED es 1. Esto significa que no se han encontrado defectos en el software. EED será utilizada dentro del proyecto para evaluar la habilidad del equipo para encontrar errores antes de que pasen a la siguiente actividad.

EED se vuelve a definir como: $EED(i) = E(i)/(E(i) + E(i + 1))$

Donde $E(i)$ es el número de errores encontrados en la actividad i y $E(i + 1)$ los errores

encontrados durante la actividad $i + 1$. Para el caso del proyecto la actividad i estaría representada por las revisiones técnicas formales y las actividades $i + 1$ por las iteraciones de pruebas subsecuentes hasta lograr corregir la mayor cantidad de defectos posibles.

3.2.7 Estándares y Guías.

Estándar	Etapa a Aplicar	Observación
IEEE 830.	Captura de Requisitos.	Se utiliza en la confección de las listas de chequeo para los requerimientos.
ISO 12207.	Captura de Requisitos.	Se utiliza en la confección de las listas de chequeo para los requerimientos.
IEEE 1233.	Captura de Requisitos.	Se utiliza en la confección de las listas de chequeo para los requerimientos.
NC ISO 9126.	Métricas.	En la definición de las métricas para evaluar los resultados.
Estándares de Codificación.	Implementación.	Se utilizan para estandarizar la codificación realizada por los programadores.
Lineamientos Mínimos de Calidad en la universidad.	Durante todo el desarrollo del software.	
RUP	Durante todo el desarrollo del software.	

3.2.8 Cronograma.

Las tareas que componen el cronograma son aquellas que están contempladas en el cronograma general de desarrollo del proyecto. Se especifica además el responsable de la actividad, la fecha de inicio y fin de la misma y los recursos de entrada para cumplir con la tarea. Destacar también que la planificación de las actividades se realizan a corto plazo a medida que los módulos sean desarrollados.

Tarea	Responsable	Fecha Inicio	Fecha Fin	Entrada

3.2.9 Herramientas, Técnicas y Metodologías.

Se definen las siguientes herramientas, técnicas o metodologías para el trabajo del grupo de Calidad Interna en el proyecto:

- Aplicación de los Lineamientos Mínimos de Calidad de la Universidad.
- Utilización de los conceptos de RUP como apoyo a la estrategia de prueba.
- Aplicación de las listas de chequeo confeccionadas por el Equipo de Calidad a partir de las normas internacionales adaptadas.
- Utilización de las plantillas definidas por la DCS para registrar la documentación del proyecto.
- Estándares y Normas de la ISO, IEEE.
- Utilización de los conceptos de RUP.

- Evaluación bajo las pautas antes establecidas por los responsables de cada área de trabajo.

3.2.10 Acciones Correctivas.

A través de las revisiones se pueden detectar incongruencias entre los documentos del proyecto, incoherencias con los estándares o documentos incompletos. También se pueden detectar falta de funcionalidad en el código o incompatibilidad con estándares de codificación.

El proceso para la resolución de problemas y acciones correctivas de las No Conformidades tras las revisiones planificadas por el responsable de calidad a la documentación (Documentos de Requisitos, Prototipo de Interfaz de Usuario, Diseño de los Casos de Uso, Modelo de Casos de Uso del Sistema) así como las pruebas modulares está basado en:

- Los defectos encontrados deben ser recopilados en el documento No Conformidades, el mismo se pondrá a disposición del encargado de dar solución a los errores detectados.
- Después de la gestión de las No Conformidades por parte de algún integrante del equipo de desarrollo, se llevará a cabo una revisión para comprobar que los defectos fueron eliminados con éxito.
- El responsable de calidad guardará el Documento Único de No Conformidades y cada una de las versiones luego de ser probados nuevamente los defectos producto de la entrega del documento al equipo de desarrollo para corregir los errores como registro de calidad.
- Si la documentación a revisar ya ha sido firmada por los clientes, las No Conformidades encontradas de la documentación serán recopiladas en un documento como peticiones de cambio al cliente.
- De igual manera las auditorías serán realizadas por la DCS y los problemas detectados serán registrados según lo estipulado por esta dirección.

La plantilla para recoger las No Conformidades, es la propuesta por DCS (Plantilla DCS – No Conformidades (ampliada) v1.0)

3.2.11 Análisis de Riesgos.

Por ser la estrategia del proyecto, aceptar el riesgo se identificarán los riesgos y se realizará un análisis del impacto y la probabilidad de ocurrencia de los mismos. Conjuntamente se trazarán planes de contingencia y de mitigación para cada uno de los riesgos identificados. La plantilla para gestionar los riesgos es la propuesta por DCS (Plantilla DCS - Plan Mitigación de Riesgos v1.0). Se hará uso de la misma porque brinda más información acerca de los riesgos como es: impacto, probabilidad, responsable de llevar a cabo el plan de contingencia, entre otros.

3.2.12 Plan de Revisiones.

El Plan de Revisiones es un documento encargado de describir de forma específica cómo el Equipo de Calidad realizará las revisiones. Su planificación, flujos de trabajo, herramientas y funcionamiento de los roles, deben quedar muy bien definidos.

El plan es elaborado a partir de lo propuesto por RUP, sólo que ha sido adaptado a las condiciones específicas del proyecto de forma general. Por tanto, su uso es muy particular del proyecto.

El Responsable de Calidad del equipo es la persona que se encarga de planificar y organizar las revisiones, orientando los artefactos a revisar así como su entrega y las listas de chequeo que se utilizarán para ello.

El Revisor aplica las listas de chequeo orientadas, registrando los resultados de cada elemento.

El Responsable de Calidad conforma el Informe de No Conformidades con todos los problemas que se hayan detectado y lo hace llegar al responsable de sus soluciones.

A la par de esta actividad el Responsable de Calidad aplica métricas a los resultados de las listas de chequeo y realiza un resumen de los resultados obtenidos y se archivan los resultados para su posterior uso, quedando así concluido el flujo de trabajo de las revisiones.

La documentación que será objeto de revisión no debe constituir un documento contractual ya firmada por el cliente pues no sería factible realizar la revisión, las deficiencias encontradas no podrían ser corregidas rápidamente. (Ver Plan de Revisiones)

3.2.13 Gestión de Configuración.

Para mantener la integridad de los productos generados durante el desarrollo del software se mantendrá un control sobre los mismos, identificando las siguientes actividades que asegurarán la gestión de configuración

- Identificar y definir la línea base de la documentación del software a desarrollar.
- Mantener control de las modificaciones y liberaciones de los artefactos producto del desarrollo del software.
- Registrar y controlar las solicitudes de cambio producto de las revisiones realizadas por los grupos de Calidad.
- Asegurar la integridad y consistencia de la documentación generada.
- Conservar la documentación durante toda la vida del software.
- Proporcionar al equipo de desarrollo la versión más actualizada del producto que maneja.
- El equipo de calidad debe auditar el expediente del proyecto, la planificación de esta tarea debe estar contemplada en la planificación de las actividades a corto plazo.

3.2.14 Pruebas y Evaluación.

Para el desarrollo de las pruebas se confeccionará el Plan de Pruebas. En el mismo se especificará la planificación del trabajo a realizar, los responsables de las actividades, la estrategia que se seguirá para llevar a cabo las pruebas y la evaluación de los resultados obtenidos. (Ver el documento de Plan de Pruebas).

3.2.15 Registros de Calidad.

Los registros que serán almacenados durante el desarrollo del proyecto son:

- Minutas de Reunión: Las actas de las reuniones del Equipo de Calidad Interna se guardarán en el Repositorio del proyecto. En caso que existan problemas con el mismo o no se utilice deben guardarse en la estación de trabajo del Responsable de Calidad.

- Listas de Chequeo: Las listas de chequeo que sean aplicadas a los diferentes artefactos serán almacenadas durante todo el proceso de desarrollo en el Repositorio del proyecto.
- Casos de Prueba: Los casos de pruebas diseñados y aplicados a los diferentes módulos serán almacenados durante todo el proceso de desarrollo en el Repositorio del proyecto.
- Informes de No Conformidades: Los informes de No Conformidades como resultado de las revisiones serán almacenados durante todo el proceso de desarrollo en el Repositorio del proyecto.
- Resúmenes de Resultados: Los informes Únicos de No Conformidades como resultado de las revisiones serán almacenados durante todo el proceso de desarrollo en el Repositorio del proyecto.
- Aplicación de las métricas: Los resultados de la aplicación de métricas de calidad serán almacenadas en el Repositorio.

3.2.16 Entrenamiento.

Es de suma importancia que cada uno de los integrantes del equipo de Aseguramiento de Calidad o Calidad Interna del proyecto esté previamente capacitado para llevar a cabo su rol. En caso contrario se debe establecer un programa de capacitación sobre temas básicos y esenciales para el desarrollo del proyecto. Referente a los temas de calidad se debe prestar atención a temas como:

- Entrenamiento sobre la plantilla para el diseño de los casos de prueba.
- Capacitación de los procesos del negocio de los módulos que serán desarrollados.
- Estudio de normas internacionales para la confección de las listas de chequeo.
- Capacitación sobre temas necesarios para el buen desempeño del equipo de trabajo sobre temas como arquitectura, herramientas para el desarrollo de las pruebas de unidad y de gestión de proyecto.

3.3 Análisis de los resultados obtenidos con la aplicación del plan perfeccionado.

A partir de la aplicación del Plan de Aseguramiento de la Calidad Interna en el proyecto Registro y Notarías para el sistema Administración Financiera en su segunda etapa, el trabajo del equipo de Calidad Interna por asegurar la calidad del sistema mostró avances significativos en comparación con los resultados obtenidos de la primera etapa del sistema.

Para realizar el análisis de los resultados obtenidos tras la aplicación del Plan de Aseguramiento, se propone tomar como muestra los módulos Administración II y Requisiciones, ambos forman parte del sistema Administración Financiera en su segunda fase de desarrollo.

3.3.1 Planificación.

La etapa de preparación de los revisores contempla el tiempo que consumen los mismos en las revisiones, la distribución de la planificación debe estar en correspondencia con la complejidad de los módulos que serán objeto de revisión, en este caso:

Administración II (9 Casos de Uso)

Requisiciones (5 Casos de Uso)

La eficiencia de los revisores se puede medir a través de la métrica EIP que permite comparar lo planificado con lo real y realizar un análisis del desempeño y eficiencia de los integrantes del equipo de Calidad Interna. A partir de la experiencia obtenida por la aplicación de la propuesta para la gestión de calidad interna del proyecto Registro y Notarías en la primera fase de desarrollo del sistema y como se planteó en el análisis crítico en el capítulo 2, las tareas planificadas estuvieron en correspondencia con la complejidad de los módulos a revisar y probar. Se presta una especial atención al tiempo que debe consumir el equipo de desarrollo para implementar las acciones correctivas a las No Conformidades detectadas.

Al poner en práctica el cierre diario de No Conformidades se obtuvieron resultados alentadores, pues de continuar obteniendo 1 día de holgura (ver Tabla 3.1) durante las acciones correctivas, entonces se podrá recortar el tiempo previsto para estas actividades y contribuir a la mejora del proceso, debido a la puesta en práctica de la emisión de estos partes diarios la corrección de las No Conformidades se realiza en una única iteración.

En el caso del módulo Administración II y Requisiciones, la aplicación de la métrica EIP se muestra en la Tabla 3.1, a través de la distribución de las actividades de revisión y pruebas en la segunda fase de Administración Financiera.

Tabla 3.1 Resumen de planificación de revisiones y pruebas en el sistema Administración Financiera (Segunda Fase).

Módulo	Tarea	Fecha		Tiempo (Días)		Diferencia (Días)	
		Inicio	Fin	Est	Real	Sobrestimación	Subestimación
Administración II	Aplicación de las Listas de Chequeo	2/04	2/04	1	1	-	-
	Revisión de la Documentación	4/04	4/04	1	1	-	-
	Diseño de los Casos de Prueba	22/04	22/04	1	1	-	-
	Aplicación de los Casos de Prueba	22/04	22/04	2	1	1	-
	Revisión de Artefactos generados	23/04	23/04	1	1	-	-
	Acciones Correctivas	23/05	25/05	3	2	1	-
Requisiciones	Aplicación de las Listas de Chequeo	2/04	2/04	1	1	-	-
	Revisión de la	4/04	4/04	1	1	-	-

Documentación							
Diseño de los Casos de Prueba	5/05	6/05	2	2	-	-	
Aplicación de los Casos de Prueba	6/05	7/05	2	2	-	-	
Revisión de Artefactos generados	7/05	7/05	1	1	-	-	
Acciones Correctivas	7/05	9/05	3	2	1	-	

Est.: Estimado.

Como puede observarse en la Tabla 3.1 el trabajo realmente realizado por el equipo de Calidad Interna se ajustó a las planificaciones realizadas. Algunas de las actividades llevadas a cabo se ejecutaron en un tiempo menor de lo estimado, demostrando un proceso de planificación de mayor ajuste y cumplimiento. Estos resultados sirven como base para futuras planificaciones, pues muestran un avance y ajuste de las actividades. Por otra parte se utilizó la herramienta de soporte dotProject, como medio de control de las actividades asignadas a cada uno de los integrantes del proyecto, permitiendo observar sistemáticamente el avance de las tareas y la eficiencia de los integrantes del grupo de calidad en el cumplimiento de algunas de las actividades de aseguramiento.

Los resultados obtenidos a partir de la aplicación de la métrica puede observarse mejor en las Figura 3.1 y Figura 3.2. Las actividades que se muestran en las figuras coinciden con las especificadas en la Tabla 3.1.

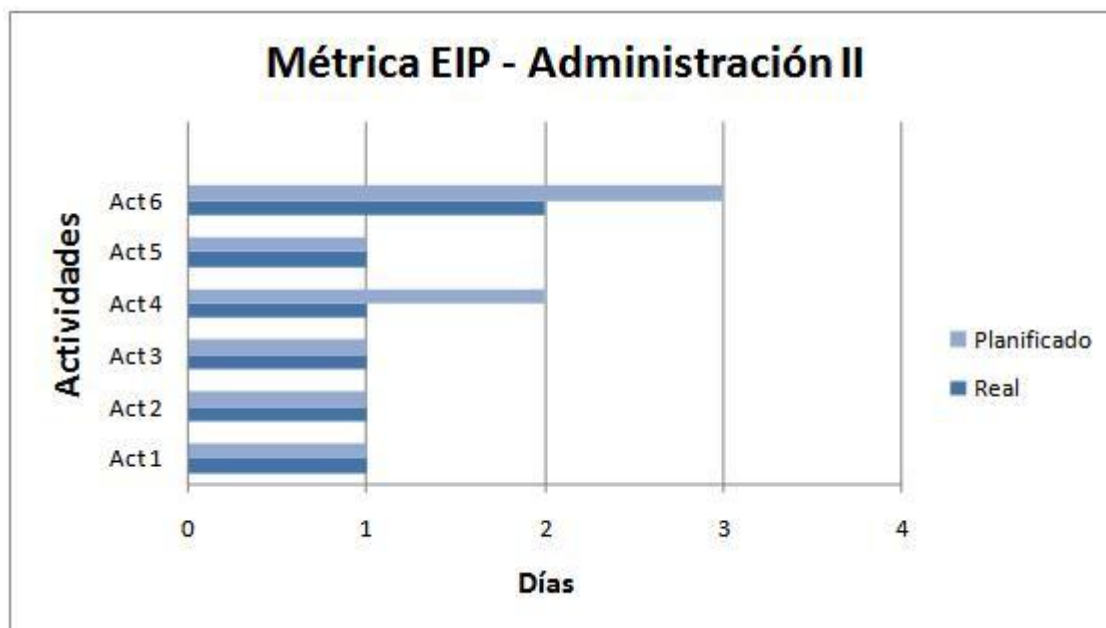


Figura 3.1 Métrica EIP aplicada al módulo de Administración II.

En el módulo Administración II las actividades fueron desarrolladas según la planificación realizada, y algunas de ellas fueron desarrolladas antes de su fecha límite de realización. Esto evidencia que no existieron retrasos en la entrega de información al grupo de Calidad de la Facultad para que realizaran las revisiones de la documentación y las pruebas modulares.

El módulo de Requisiciones, Fig.3.2, tuvo un comportamiento muy similar a Administración II, la experiencia tomada de los anteriores módulos permitió que la planificación fuese más acertada al trabajo que realmente desarrolla el equipo de Calidad Interna. Como parte de las actividades planificadas se encuentran las revisiones a la documentación de la captura de requisitos, tareas que en la primera fase del sistema no se realizaban de manera formal. Ya en esta segunda etapa se realiza antes de que constituya un documento contractual entre las partes involucradas.



Figura 3.2 Métrica EIP aplicada al módulo Requisiciones.

La inserción de las actividades del grupo de Calidad Interna en el cronograma general del sistema Administración Financiera, permite que el desarrollo de las mismas se realice de manera secuencial. La entrega de documentación al grupo de Calidad de la Facultad se realizó en el tiempo establecido y con un número de defecto menor, demostrando una mejora palpable de la calidad del software que se entrega, logrando con ello una mejor gestión de proyecto, recursos y personal, traduciendo esto en una reducción de costos y pérdida de tiempo.

3.3.2 Seguimiento y Control.

A partir de la aplicación de la métrica EIP, tratada en el acápite anterior, se puede analizar cual es el estado del proceso de revisión en la segunda fase del sistema y el desarrollo de las restantes actividades por asegurar la calidad. La calidad del software inspeccionado se puede medir a través de la densidad de defectos detectados en las etapas de revisión y pruebas. La Tabla 3.2 muestra los resultados obtenidos por la aplicación de la métrica DD en los módulos Administración II y Requisiciones.

Tabla 3.2 Densidad de Defectos (DD) y Eficiencia en Eliminación de Defectos (EED) aplicadas en Administración Financiera (2da Fase)

Módulo	Casos de Prueba		Cant-Defectos		DD	EED
	Dis.	Apl.	RTF	PM	CI	CI
Administración II	8	6	23	32	9.17	0.41
Requisiciones	5	5	46	67	22.6	0.40

Dis: Diseñados **Apl:** Aplicados **RTF:** Revisiones Técnicas Formales **PM:** Pruebas Modulares **CI:** Calidad Interna

Puede observarse que la densidad de defectos indica que las revisiones y pruebas se realizaron de manera exhaustiva, logrando identificar la mayor cantidad de defectos en las mismas. Estos valores además se traducen en un mayor esfuerzo por los integrantes del equipo de desarrollo para corregir los errores, por lo que vale destacar que aún falta una mayor conciencia en cuanto a la calidad interna en el proceso de desarrollo. A pesar que se trazan estrategias por parte del proyecto para que la densidad de defectos disminuya considerablemente, no existe una convicción en el equipo de desarrollo de realizar las tareas bien desde el comienzo de su desarrollo. Muchos de los errores corregidos en etapas iniciales del desarrollo, se muestran en las primeras iteraciones de las pruebas modulares.

En la Figura 3.3 se muestra más claramente la densidad de defectos de estos módulos Administración II y Requisiciones. A pesar que los mismos no presentan un número considerable de casos de uso (5 y 9 casos de uso respectivamente), la densidad de defectos fue mayor que los módulos analizados en la primera etapa, por lo que se evidencia un trabajo más profundo por parte del grupo de Calidad Interna. En esta segunda fase vale destacar que las revisiones se realizaron antes que el cliente firmase la documentación. Los errores detectados en las revisiones iniciales a los artefactos de requerimientos son corregidos por los analistas del equipo de desarrollo a medida que son detectados y luego se pasa a la firma de los mismos.

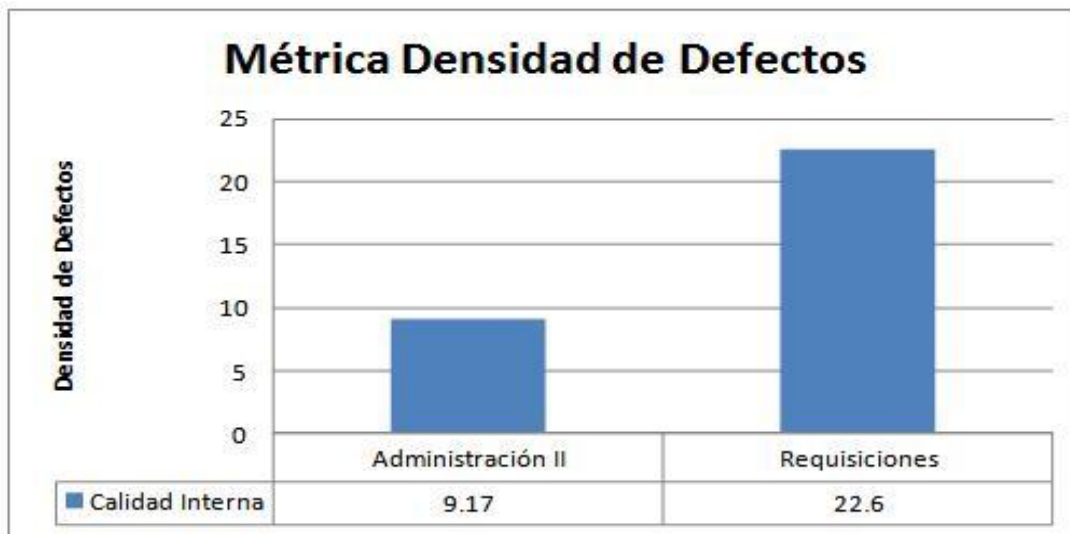


Figura 3.3 Métrica Densidad de Defectos aplicada al sistema Administración Financiera (2da Etapa).

La inserción de las actividades del grupo de Calidad Interna en el cronograma general evidencia la importancia de la calidad en el desarrollo del software. Una planificación bastante certera a lo que realmente se realiza y el compromiso con la calidad por parte del equipo de desarrollo, cosa que aún debe ir aumentando, permitió que los resultados obtenidos fuesen satisfactorios.

3.3.3 Mejora.

La efectividad del proceso de revisión en los módulos Administración II y Requisiciones se midió a través de la métrica EED. Filtrar los errores antes que pasen a la siguiente actividad y no influyan en el resultado de las pruebas modulares, es el objetivo principal del grupo de Calidad Interna.

Según los resultados obtenidos por la aplicación de la métrica, efectividad de la eliminación de defectos en los módulos Administración II y Requisiciones (Figura 3.4), el comportamiento de las mismas se muestra estable; aunque el verdadero propósito es que este índice aumente progresivamente a medida que las actividades de revisión y prueba se realicen de manera exhaustiva.

Por otra parte, la detección temprana de defectos en las revisiones de documentación de estos módulos, dio paso a un diseño más depurado de errores, y un aumento de confianza en la garantía de calidad del proyecto.

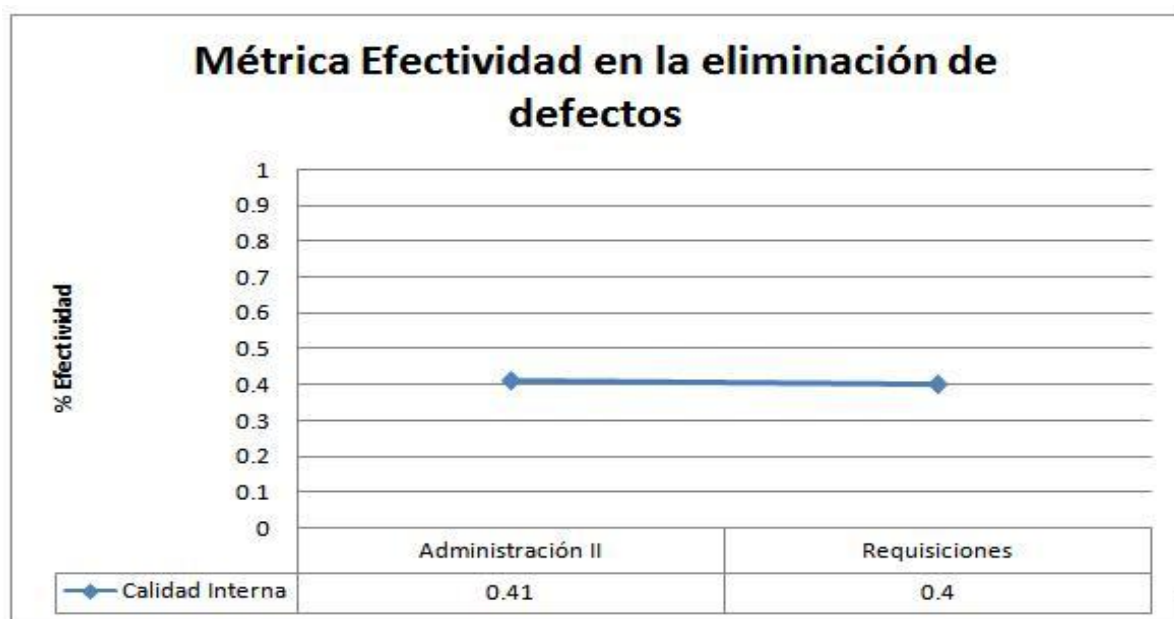


Figura 3.4 Aplicación de la métrica Efectividad de la Eliminación de Defectos (EED).

3.4 Análisis comparativos de los resultados obtenidos.

A partir de la aplicación del Plan de Aseguramiento propuesto en el año 2007 y su aplicación en los módulos de la segunda fase ya perfeccionado, se obtuvieron resultados, que permiten comprobar avances del trabajo del equipo de Calidad Interna en el proyecto.

3.4.1 Planificación.

La Figura 3.5 muestra como la planificación en los módulos Presupuesto y Administración contrasta bastante con los resultados obtenidos en los módulos Requisiciones y Administración II, en la segunda fase. Estos resultados muestran como la utilización de nuevas vías de trabajo para las acciones correctivas, corrigiendo las No Conformidades diariamente, permite que el desarrollo no se retrase y a medida que se realiza la detección de errores son corregidos, aumentando la dinámica de las planificaciones.

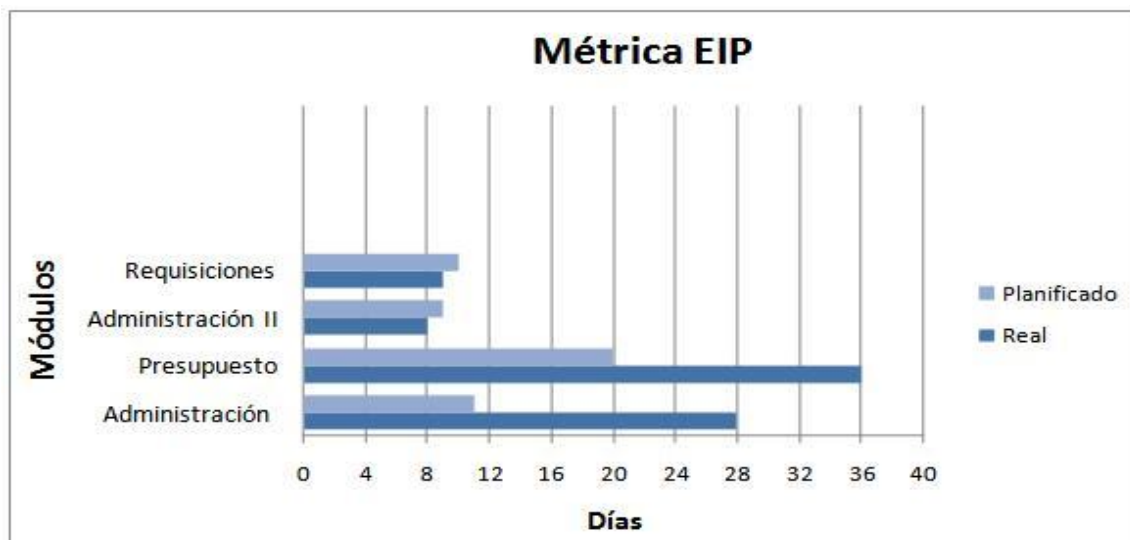


Figura 3.5 Aplicación de la métrica EIP

Otro de los factores que inciden sobre estos resultados, es el acumulamiento de habilidades por parte de los integrantes del grupo de Calidad Interna y un mejor conocimiento de ello por parte del responsable de calidad. Lo que se traduce en planificaciones más acertadas y en tiempo que se gana para la realización y/o experimentación sobre otras tareas que tributen a la mejora constante del Mecanismo para la Gestión de la Calidad en el proyecto Registros y Notarías. Finalmente, puede verse que la calidad del proceso de planificación en la segunda fase del sistema Administración Financiera es mayor.

3.4.2 Seguimiento y Control.

Para medir la calidad de los módulos que fueron desarrollados se presta atención a la densidad de errores detectados en las etapas de pruebas y revisiones. En el caso de los módulos de Administración y Presupuesto los índices de densidad son bajos y esto se debe que en esta primera fase las No Conformidades de documentación no incidían significativamente en los resultados, debido a que no se hacía una revisión exhaustiva de la documentación, por lo tanto la densidad de defectos estaba sustentada en su mayor parte, por los defectos encontrados en las etapas de pruebas.

El valor de 5.65 en el caso del módulo Administración (Fig. 3.6), equivale aproximadamente a 115 errores en las etapas de pruebas, que habiéndose desarrollado las revisiones a la documentación

inicialmente, muchos de estos hubiesen sido corregidos; y el trabajo del equipo de desarrolladores hubiese sido menor en las acciones correctivas.

En la segunda fase, donde se realizan las revisiones a la documentación antes que comience el diseño y las demás actividades de desarrollo, se puede observar una densidad de defectos mayor, esto es debido a que los índices de No Conformidades referentes a la documentación si se reflejan en los resultados, pero se reducen los errores en las etapas de pruebas en comparación con los módulos Administración y Presupuesto de la primera fase del sistema Administración Financiera.

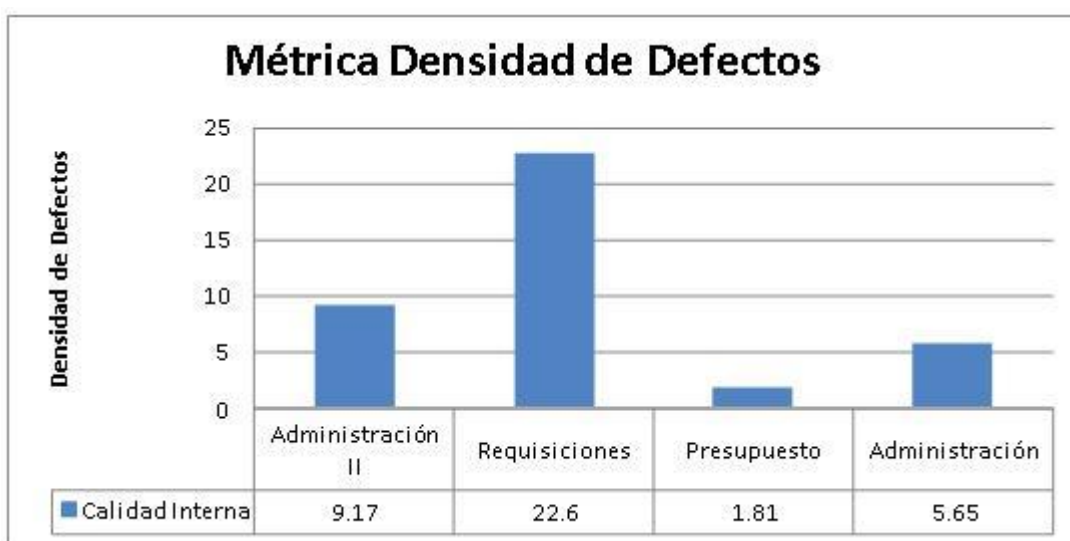


Figura 3.6. Aplicación de la métrica DD.

A partir de los resultados obtenidos, por la aplicación del mecanismo mejorado en los módulos iniciales de la segunda etapa, se evidencia la necesidad que se continúe con la aplicación del mismo en los restantes módulos que aún se encuentran en desarrollo. Comparando los resultados obtenidos, con los índices de densidad de defectos de estos módulos y manteniendo la comprobación sobre una eficiente planificación inicial y actividades de aseguramiento que se ajusten a la realidad de trabajo en el proyecto, velando por la reducción de la densidad de defectos aumentando la calidad del software que se desarrolla, constituyendo cada una de las iteraciones de mejora continua hasta el fin del ciclo de vida del proyecto.

La calidad del producto inspeccionado no sólo viene dada por la reducción de defectos encontrados durante las etapas de pruebas, como era el objetivo, sino también por el aumento en la densidad de

los defectos encontrados de manera general (durante las revisiones y pruebas); ya que son defectos que actualmente no forman parte de los entregables del producto por haber sido identificados y corregidos antes de la aceptación del cliente.

3.4.3 Mejora

En comparación con los módulos Administración y Presupuesto, de la primera fase del sistema Administración Financiera, la eficiencia en la eliminación de defectos se mostró más estable en los módulos de la segunda fase. Se evidencia que en la segunda etapa la efectividad de los revisores fue mayor, las inspecciones intensas a la documentación acarrió consigo que en la etapa de diseño e implementación de los casos de uso, estos errores no se manifestaran.



Figura 3.7 Aplicación de la métrica DD.

Prestando atención a los resultados arrojados por la aplicación del mecanismo propuesto en el 2007 (Fig.3.7), pues es evidente que el mismo no ofrece una panorámica real de cuán efectivo se es en la eliminación de defectos. La eliminación de defectos en los módulos que conforman la muestra

sometida a tal mecanismo estuvo determinada por las acciones correctivas durante las etapas de pruebas.

Observando los resultados arrojados en la misma figura por la aplicación del mecanismo mejorado se tiene un mayor conocimiento del estado real de los inspectores durante la eliminación de defectos y que las revisiones a la documentación fueron efectivas identificando errores en etapas tempranas del desarrollo del producto. Sentando las bases para planificaciones futuras ya no sólo centradas en conocer la efectividad real en la eliminación de defectos, sino orientadas en mejorarla con la inclusión y perfeccionamiento de actividades que permitan la identificación y eliminación de errores en etapas tempranas del desarrollo.

3.5 Conclusiones Parciales.

A partir del perfeccionamiento del mecanismo propuesto se evidenciaron mejoras en el trabajo del equipo de Calidad Interna durante el proceso de desarrollo del sistema en su segunda fase como son:

- Se integraron las actividades del grupo de Calidad Interna al cronograma general del proyecto alcanzando un mayor compromiso con la calidad del software.
- La aplicación de nuevas técnicas de trabajo permitió asegurar en mayor grado la calidad de los procesos y del producto como resultado de estos.
- Se demostró que las actividades de aseguramiento de la calidad en las etapas iniciales se pueden realizar desde el proyecto, obteniendo gran eficiencia en la detección de errores durante las revisiones.
- Se logró una mayor integración entre el equipo de Calidad Interna y el equipo de desarrollo alcanzando mayor calidad de procesos durante el desarrollo del sistema.
- Mayor eficiencia del equipo de Calidad Interna durante las revisiones y pruebas, evidenciada por los resultados obtenidos tras la aplicación de las métricas.

CONCLUSIONES.

Con el desarrollo de este trabajo se logró a través del perfeccionamiento del Mecanismo de Gestión de Calidad para el proyecto Registros y Notarías propuesto en el año 2007, reducir los errores encontrados en las etapas de pruebas a partir del seguimiento de las siguientes estrategias:

1. La profundización en el estudio del tema calidad permitió constatar que esta no es sólo responsabilidad de los grupos creados para gestionarla, sino de todo el equipo de trabajo, bajo la existencia de un compromiso y estrategias trazado desde la dirección del proyecto.
2. Durante la aplicación del mecanismo para la Gestión de Calidad del proyecto Registros y Notarías en el sistema Administración Financiera, se identificaron aspectos improcedentes producto de la falta de integración de la planificación del equipo de Calidad Interna en el cronograma general del proyecto.
3. Luego de la aplicación del mecanismo existente, se identificaron mejoras de mayor adaptación al proyecto y se llevó la propuesta a la reunión de determinación del cronograma general.
4. Finalmente se logró el ajuste de las actividades improcedentes, lo que hace que el equipo de Calidad Interna sea más efectivo en la identificación y eliminación de errores, minimizando la cantidad de defectos detectados durante las etapas de pruebas.

RECOMENDACIONES

- Continuar la integración por parte del grupo de Calidad Interna entre sus tareas y el cronograma de desarrollo del proyecto, así como gestionar la evaluación y control de la totalidad de los hitos y tareas previstas en el mismo.
- Establecer el espacio por parte de la dirección del proyecto para la aplicación de las pruebas de caja blanca.
- Brindar continuidad de aplicación a este mecanismo mejorado sobre los módulos del sistema Administración Financiera en la segunda fase que aún no han entrado a desarrollo para que el mismo pueda ser aplicado en su totalidad.
- Investigar sobre las herramientas de automatización de las pruebas del software.

BIBLIOGRAFÍA

- Antonio, Angélica de. 2008.** [Online] 2008. [Cited: Febrero 6, 2008.] **2001.** *La Gestión de Configuración del Software*. Chile : s.n., 2001.
- Consultoría, Grupo. 2008.** Grupo Consultoría. *Grupo Consultoría*. [Online] 2008. [Cited: Febrero 28, 2008.] <http://www.grupoconsultoria.com.co/cmimi.htm>..
- Dapena, MSc Martha Dunia Delgado. 2000.** *Garantía de Calidad. Inspecciones a Proyectos de Software*. Cuba : s.n., 2000.
- DGSCA, Sistemas. 2000.** Sistemas DGSCA. *Sistemas DGSCA*. [Online] 2000. [Cited: Febrero 4, 2008.] <http://sistemas.dgsc.unam.mx/publica/pdf/Control%20de%20Calidad.PDF>.
- Estevez, Isabel Pérez. 2002.** *Métricas para el control de proyectos de software*. Ciudad de la Habana : s.n., 2002.
- Fernández, Dra. Ester Michelena. 2008.** La mejora continua de los procesos que incluye un sistema de gestión de la calidad ISO 9000:2000. [Online] 2008. [Cited: Febrero 12, 2008.] <http://www.uh.cu/infogral/areasuh/vri/archivos/Calidad/calidad03/Industria/mejora2.pdf>.
- Humphrey, Watts S. 2001.** *Introducción al Proceso de Software Personal*. España : Pearson Education, 2001.
- IEEE1028. 1997.** *IEEE Standard for Software Reviews*. 1997.
- IEEE610-12. 1990.** *IEEE Standard Glossary of Software Engineering Terminology*. s.l. : The Institute of Electrical and Electronics Engineers, Inc., 1990.
- ISO/IEC12207. 2005.** *Procesos del ciclo de vida del software*. 2005.
- ISO/IEC15504. 2003.** *Modelo para la gestión de procesos (parte 2)*. 2003.
- ISO/IEC90003. 2004.** *Software engineering — Guidelines for the application of ISO 9001:200 to computer software*. 2004.
- ISO/IEC9126-1, NC. 2004.** *Ingeniería de Software. Calidad del Producto*. 2004.
- ISO9000. 2000.** *Sistemas de gestión de calidad*. Ginebra : Secretaria Central de ISO, 2000.
- Moya, José Pérez. 1997.** *Estrategia, Gestión y Habilidades directivas*. s.l. : Díaz de Santos Business & Economics/General, 1997. ISBN 8479782803.
- Pérez, Heney Díaz. 2007.** *Propuesta de Mecanismo de Gestión de Calidad para el proyecto Registros y Notarías*. Ciudad Habana : s.n., 2007.
- Pressman, Roger.S. 2005.** *Ingeniería de Software. Un enfoque práctico*. La Habana : Felix Valera, 2005.

Scalone, Lic. Fernanda. 2006. *Estudio Comparativo de los modelos y estándares de calidad del software.* Buenos Aires : Universidad Tecnológica Nacional.Facultad Regional, 2006.

2008, Software Engineering Institute. *Software Engineering Institute.* [Online] Carnegie Mellon University, 2008. [Cited: Marzo 2008, 23.]

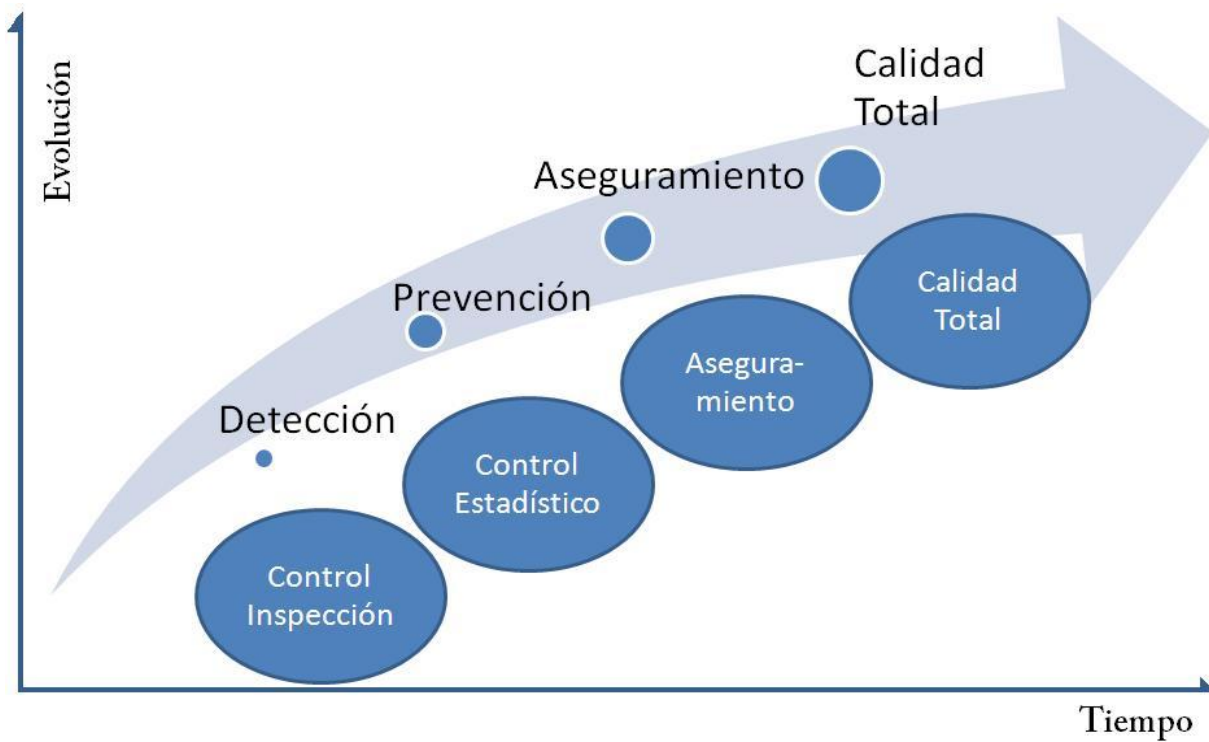
<http://www.sei.cmu.edu/cmami/general/index.html#cmmibenefits..>

ANEXOS

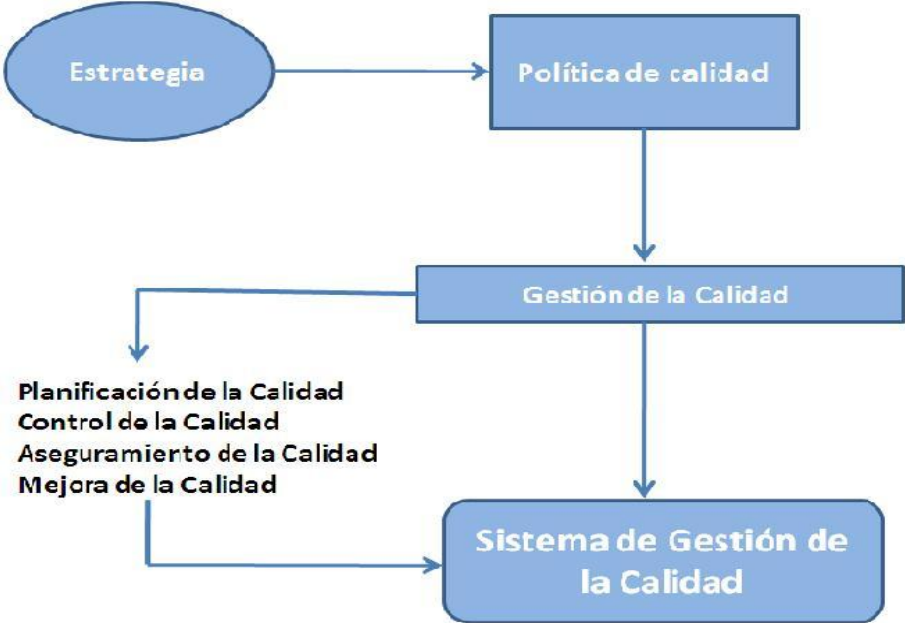
Anexo 1: Círculo de DEMING para la mejora continua.



Anexo 2: Gráfica general de la evolución de la calidad en el tiempo.



Anexo 3: Sistema de Gestión de Calidad.



Anexo 4: Desglose de procesos.

Procesos Generales	Procesos Específicos	Procesos Unitarios
Estratégicos	Definición y despliegue de los objetivos de calidad. Gestión de las operaciones.	Conjunto de tareas definidas para cumplir un proceso específico dado, que arroja un resultado de valor que constituye una entrada para otra tarea del mismo proceso o de otro que le sucede.
Gestión de recursos	Preparación del personal. Evaluación del desempeño. Establecimiento de las condiciones de trabajo.	
Realización de productos	Compra de materias primas y materiales. Diseño de productos. Validación del proceso.	
Medición, Análisis y Mejora	Procesamiento y análisis de los datos. Mejora de la calidad. Diseño y seguimiento de acciones correctivas y preventivas. Auditorías de la Calidad.	

Anexo 5: Proceso de Mejora Continua.



Anexo 6: Factores de Calidad (McCall)

Visión del usuario	Factores de Calidad según McCall
Operación del producto.	Facilidad de uso –Integridad – Corrección – Confiabilidad - Eficiencia
Revisión del producto.	Facilidad de mantenimiento – Facilidad de prueba - Flexibilidad
Transición del producto.	Reusabilidad – Interoperabilidad - Portabilidad

Anexo 7 Plan de Revisiones

Plan de Revisiones

SAREN

Sistema Administración Financiera

Versión 1.0

Revisiones históricas

Fecha	Versión	Descripción	Autor

Tabla de Contenidos

Plan de Revisiones

1. Introducción

1.1 Propósito.

Este documento describe la planificación de las revisiones para el proyecto Registros y Notarías en el Sistema Administración Financiera, en el módulo Administración.

1.2 Alcance

Establecer una planificación eficiente de las revisiones para la documentación del módulo Administración.

1.3 Definiciones, Acrónimos y Abreviaturas

RUP (Rational Unified Process): Proceso Unificado Rational.

UML (Unified Modeling Language): Lenguaje Unificado de Modelado

1.4 Referencias

No existen referencias en este documento.

1.5 Resumen

Este documento permite establecer una planificación de las revisiones que se aplicara al módulo Administración del sistema Administración Financiera. Incluye los responsables de las revisiones y el flujo de trabajo que debe seguir esta actividad.

2. Organización.

Rol	Descripción	Conocimientos mínimos
Responsable de calidad	Es una persona orientada al detalle. Asegura que la aplicación producida se ajusta a las especificaciones y está razonablemente libre de errores. Proporciona una metodología para realizar las pruebas. Coordina las pruebas de calidad internas, las pruebas de aceptación del cliente y pilotos. Evalúa los resultados que se obtienen en las pruebas de calidad.	Metodología RUP. Lenguaje UML Calidad de Software. Ingeniería de Software. Conocimientos básicos sobre el negocio.
Equipo de Calidad	Chequea que los artefactos generados se ajusten a las pautas y lineamientos establecidos para su confección.	Metodología RUP. Lenguaje UML Calidad del software.

3. Planificación.

Módulo	Documentos	Responsable	Listas de chequeo	Fecha Entrega

Módulo: Nombre del módulo al cual pertenece la documentación que será revisada.

Documento: Nombre de los documentos que serán revisados.

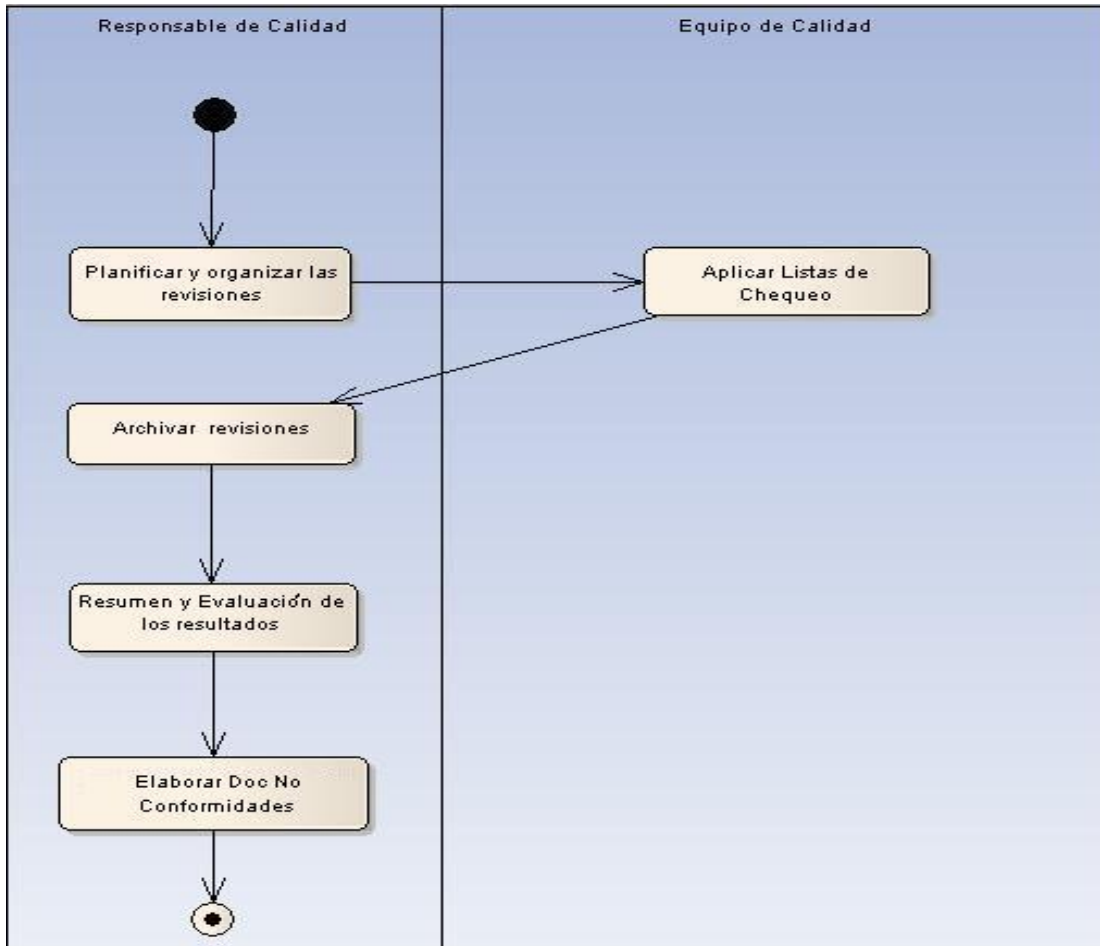
Responsable: Nombre y apellidos del responsable de la actividad a realizar.

Lista de Chequeo: Nombre de la lista de chequeo que será aplicada a cada uno de los documentos.

Fecha Entrega: Fecha tope para la entrega de la aplicación de la lista de chequeo.

Como salida de la aplicación de las listas de chequeo se obtiene el documento de No Conformidades

4. Flujo de Trabajo.



5. Metodología de aplicación.

El Responsable de Calidad del equipo es la persona que se encarga de planificar y organizar las revisiones, orientando los artefactos a revisar así como su entrega y las lista de chequeo que se utilizarán para ello.

El Equipo de Calidad aplica las listas de chequeo orientadas, registrando los resultados de cada elemento.

El Responsable de Calidad conforma el Informe de No Conformidades con todos los problemas que se hayan detectado y las hace llegar al responsable de sus soluciones.

Como última actividad el responsable de calidad realiza un resumen de los resultados y se archivan los resultados para su uso posterior. Queda así concluido el flujo de trabajo de las revisiones.

6.Herramientas

Inicialmente se usarán las listas de chequeo.

Anexo 8 Plan de Pruebas

Plan de Pruebas

SAREN

Sistema Administración Financiera

Versión 1.0

Revisiones Históricas

Fecha	Versión	Descripción	Autor

Tabla de Contenidos

Plan de Pruebas

1. Introducción.

1.1 Propósito

Establecer la planificación de las pruebas internas en el módulo Recaudación.

1.2 Alcance

Este documento tiene como objetivo establecer un Plan de Pruebas para el módulo Recaudación del sistema Recaudación Financiera

1.3 Referencias, Abreviaturas, Acrónimos.

CP: Caso de Prueba.

RUP (Rational Unified Process): Proceso Unificado Rational.

UML (Unified Modeling Language): Lenguaje Unificado de Modelado

1.4 Resumen.

El presente documento permite establecer de forma adecuada la planificación de las pruebas para el módulo Recaudación, estableciendo las responsabilidades que cada uno de los roles involucrados deben cumplir. Se especifican cuales serían las herramientas para llevar a cabo el proceso de prueba en el proyecto.

2. Organización.

Rol	Descripción	Conocimientos Mínimos	Nombre y Apellidos
Responsable de Calidad	<p>Es una persona orientada al detalle. Asegura que la aplicación producida se ajusta a las especificaciones y esta razonablemente libre de errores. Proporciona una metodología para realizar las pruebas. Coordina las pruebas de calidad interna. Evalúa los resultados que se obtiene en las pruebas de calidad.</p>	<p>Metodología RUP Lenguaje UML Calidad de Software Ingeniería de Software. Posee al menos conocimientos básicos sobre el negocio</p>	
Diseñador de Prueba	<p>Diseña los casos de prueba. Evalúa y documenta el resultado de las pruebas realizadas al software. Define listas de</p>	<p>Metodología RUP Lenguaje UML Pruebas de Software</p>	

	chequeo.		
Probador	Ejecuta las pruebas diseñadas. Anota los resultados obtenidos.	Conocimientos del negocio. Habilidades mínimas de computación.	

3. Metodología de Aplicación.

El responsable de calidad del equipo es la persona que se encarga de planificar y organizar las pruebas, orientando los artefactos a revisar así como su entrega.

Los integrantes del equipo que tienen la tarea de realizar las pruebas de acuerdo a la planificación realizada, deben recopilar toda la información en la planilla correspondiente.

El responsable de calidad conforma el Informe Único de No Conformidades con todos los problemas que se hayan detectado y las hace llegar al responsable de sus soluciones.

Después de la entrega a los responsables de solucionar las no conformidades, se recibe por parte del equipo de desarrollo, el Documento de No Conformidades con las que fueron arregladas y se pasa a otra fase de prueba sobre las mismas no conformidades para confirmar su ajuste a lo diseñado.

El responsable de calidad distribuye la tarea de probar el documento de No Conformidades a un integrante del grupo de calidad.

4. Pruebas de Caja Negra

Planificación del Diseño y Aplicación de los Casos de Prueba

Casos de Uso	Responsable	Fecha de entrega CP Diseñados	Fecha de aplicación de los CP

Caso de Uso: nombre del caso de uso que será diseñado y aplicado.

Responsable de la Actividad: nombre y apellidos del responsable de realizar el diseño y aplicación del caso de prueba.

Fecha de entrega CP Diseñados: fecha para la entrega del diseño de los casos de prueba.

GLOSARIO

Artefacto: Una parte de la información que es producida, modificada, o usada por un proceso, define un área de responsabilidad, y está sujeta al control de versión. Un artefacto puede ser un modelo, un elemento del modelo, o un documento. Un documento puede adjuntar otros documentos.

Cliente: Una persona u organización, interna o externa a la organización productora, que toma responsabilidad financiera por el sistema. El cliente es el último destinatario del producto desarrollado y sus artefactos. Beneficiado con el producto o servicio.

Defecto: Cualquier requerimiento, elemento de diseño o de implementación que si no es cambiado, causará un diseño, implementación, prueba, uso, o mantenimiento inapropiado del producto.

Equipo: Equipo de software. Dos personas o más que trabajan para lograr una meta, objetivo o misión común, donde cada individuo tiene asignado un rol específico y donde el completamiento de la misión depende de los miembros del equipo.

Error: Una acción humana que puede producir resultados incorrectos, como la introducción de uno o varios defectos.

Estándar: Que tiene el tamaño, la forma o cualquier otra característica que sigue al modelo. Se aplica a lo que se produce en serie. Que sigue una tendencia muy extendida. Aquello que se considera modelo.

Funcionalidad: (Functionality, ISO 9126): grado en que las necesidades asumidas o descritas se satisfacen. Se divide en las subcaracterísticas idoneidad, precisión, interoperabilidad, seguridad.

IEEE: (Institute of Electrical and Electronics Engineers) Asociación técnico-profesional mundial dedicada a la estandarización, entre otras cosas. Es la mayor asociación internacional sin fines de lucro formada por profesionales de las nuevas tecnologías, como ingenieros eléctricos, ingenieros en electrónica, científicos de la computación e ingenieros en telecomunicación. Se creó en 1884.

ISO: (International Organization for Standardization) Es la Organización Internacional para la Normalización; responsable para la normalización a escala mundial. ISO está formado por distintos comités técnicos, cada uno de los cuales es responsable de la normalización para cada área de especialidad. El propósito de ISO es promover el desarrollo de la normalización para fomentar a nivel internacional el intercambio de bienes y servicios y para el desarrollo de la cooperación en actividades

económicas, intelectuales, científicas y tecnológicas. El resultado del trabajo técnico dentro de ISO se publica en forma final como normas internacionales.

Madurez: (Maturity, ISO 9126) Subcaracterísticas de fiabilidad, que indica la frecuencia con que ocurren los fallos.

Mantenimiento: (Maintainability, ISO 9126) Esfuerzo requerido para implementar cambios. Se divide en las subcaracterísticas capacidad de ser analizado, cambiabilidad, estabilidad, facilidad de prueba.

Metodologías: Es un conjunto de procedimientos, técnicas, instrumentos y documentos para ayudar a los analistas y programadores a obtener un nuevo sistema informático. Consiste en fases que guían al diseñador en la elección de las técnicas más apropiadas en cada paso del proyecto, a planificar, dirigir, controlar y evaluar el mismo.

Métrica: Medida o medición. La continúa aplicación de técnicas basadas en la medición al proceso de desarrollo de software y a sus productos para proveer información administrativa significativa y oportuna, junto con el uso de esas técnicas para mejorar el proceso y sus productos.

Modelos de Calidad: Los modelos de calidad son herramientas que guían a las organizaciones a la mejora continua y la competitividad.

Módulo: Software que agrupa un conjunto de subprogramas y estructuras de datos. Los módulos son unidades que pueden ser compiladas por separado y los hace reusables y permite que múltiples programadores trabajen en diferentes módulos en forma simultánea, produciendo ahorro en los tiempos de desarrollo.

Norma: Una norma de calidad es un conjunto de normas en las que se basa un sistema de calidad. Existen organismos a nivel internacional y nacional que las elaboran.

No Conformidades: De acuerdo a la definición en la norma NC ISO 9000: 2005 una no conformidad es el incumplimiento de un requisito.

Peticiones de Cambios: Documento mediante el cual se gestiona el cambio o acción correctiva de una no conformidad resultante de un artefacto que ya constituye una herramienta contractual

Proceso: (ISO-15504) Proceso de Software, es el proceso (o procesos), usado por una organización (o proyecto), para planificar, administrar, ejecutar, monitorear, controlar y mejorar sus actividades, relacionadas con el software.

Producto de software: (IEEE-12207) Es el conjunto de programas de computadora, procedimientos, documentación y datos, asociados.

Proyecto de Software: En términos estrictamente económico, es una unidad económica que reúne una serie de factores de producción: recursos humanos, tecnológicos (o de capital) y financieros (que posibilitan la adquisición de los anteriores), y los utiliza para producir bienes y/o servicios, que vende a personas individuales, a otras empresas y/ o a las administraciones públicas.

Pruebas de Aceptación: La prueba de aceptación es una prueba determinante para la justificación de las ventajas que ofrece el empleo del producto desarrollado. En esta prueba se evalúa el grado de calidad del software, y es realizada por un grupo de usuarios finales o los clientes, para asegurarse de que el sistema cumple con los requisitos planteados.

Pruebas de Caja Blanca: Cada sentencia, condición en la decisión y cada decisión toma todos los resultados posibles al menos una vez.

Pruebas de Integración: Consiste en construir el sistema a partir de los distintos componentes y verificar la interacción entre los mismos.

Pruebas Modulares: Pruebas que se le aplican a un módulo luego de la integración de todos sus componentes para evaluar y controlar que las entradas y salidas sean las correctas.

Pruebas de Simulación: Se aplican a tareas definidas que son requeridas por el puesto de trabajo. Se somete el producto a condiciones de entorno y se le introducen juegos de datos simulados en un ambiente controlado.

Release: Configuración del sistema que se va a comercializar o entregar al cliente.

Requerimientos: Cualquier necesidad de un área usuaria que debe cubrirse mediante una solución de tipo informático.

Revisión: Reuniones de un grupo definido de personas cuyo objetivo es encontrar errores en un artefacto de software. Con revisiones para testear requisitos, diseño, planes, manuales y software. Participantes de las revisiones son: los autores que han escrito el artefacto; los revisores que tienen que detectar errores; el secretario que documenta los errores encontrados; el presentador que expone/explica el artefacto bajo testeo; el líder que dirige la reunión, elige la fecha para la reunión e invita a los participantes.

Rol: Papel, cometido o función que tiene o desempeña un actor.

RUP: (Racional Unified Process) El Proceso Unificado de Desarrollo Software o simplemente Proceso Unificado es un marco de desarrollo software iterativo e incremental. El refinamiento más conocido y documentado del Proceso Unificado es el Proceso Unificado de Rational o simplemente RUP.

Seguridad: (Security, ISO 9126) Subcaracterísticas de funcionalidad, que indica el grado en que un acceso no autorizado (accidental o deliberado) se prevenga y se permita un acceso autorizado.

Sistema: Conjunto de partes o elementos organizadas y relacionadas que interactúan entre sí para lograr un objetivo.

Subsistema: Sistema que es parte de otro sistema. Un sistema puede estar constituido por múltiples partes y subsistemas.