



Facultad 5

Trabajo de Diploma

**Título: Aseguramiento de la Calidad en la línea de producto
“Inspección de territorios”.**

Autoras: Dayana Pluma Clavel
Yaime Oduardo Tamayo

Tutora: Ing. Liudmila Reyes Álvarez

Co-Tutor: Ing. Minardo Gollun González López

Ciudad de La Habana
Junio de 2010

“La responsabilidad nuestra es luchar porque la calidad del producto que aquí se haga sea de las mejores y la mejor posible”.

Ernesto Che Guevara.

Declaración de Autoría

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 firmó la presente a los ____ días del mes de _____ del año _____.

Firma del Autor.

Dayana Pluma Clavel

Firma del Autor.

Yaime Oduardo Tamayo

Firma del Tutor.

Ing. Liudmila Reyes Álvarez

Firma del Co-Tutor.

Ing. Minardo Gollun González López

Agradecimientos:

A mi madre, por su entrega total, por todo su amor, comprensión, amistad y dedicación. Si volviera a nacer no hubiera querido conocer a otra madre en el mundo que no fuese tu. Gracias por existir mi mamita linda.

A mi padre, por todo su apoyo, por recordarme en todo momento que yo si puedo y que lo lograríamos. Gracias por darme tanta alegría en la vida mi papito lindo.

A toda la familia. En especial a:

Mis tías queridas, Arita y Haydee, porque han sido como dos madres para mí, por todo su cariño, preocupación y entrega. Gracias por todo su amor.

Mi prima Marleny, por ser la mujer tan especial que eres. Gracias por toda la armonía y la seguridad que me proporcionaste.

Mis abuelos Chino y Maita, mi hermana Yiri, mi tía María Elvira y Nelda, mis primos Yare, Oscarito y Yuli, por su preocupación.

A las amigas que conocí en la universidad:

A Daylin, por quererme y aceptarme como soy, por ser amiga y hermana. Por su incondicionalidad y cariño.

Te quiero titi

A mi compañera de tesis y amiga Dayana por pensar y confiar en mí para la realización de este trabajo. Le agradezco por todos esos momentos felices que me brindó durante estos cinco años en la universidad. Y por la paciencia que tuvo conmigo.

Agradecimientos

A Lisandra, por estar ahí cuando más lo necesitaba. Gracias por tu amistad y por toda tu paciencia.

Las quiero mucho, nunca las olvidaré

A mi novio Walny, por toda la confianza y la fe que siempre tuviste en mí, por tu ayuda, tu cariño y entrega. Fue muy bueno y especial el haberte conocido.

Te quiero mucho, nunca te olvidaré

A la familia de Dayana por acogerme en su casa durante estos cinco años.

A todas aquellas personas que verdaderamente se han preocupado por mí y me han ayudado para salir adelante. Gracias por todo.

Yaime.

Agradecimientos:

No puedo dejar de mencionar en un momento tan especial y deseado de mi vida a los protagonistas de que este sueño se haya realizado. Existen momentos en nuestras vidas en los que nos encontramos con personas que de una manera u otra, y en ocasiones sin darnos cuenta dejan una huella en nuestros corazones. Existen otras que te acompañan toda la vida llorando, riendo y sobre todo brindándote ese apoyo tan necesario cuando te propones realizar un gran sueño. A todos ustedes llegue mi agradecimiento:

A mi abuelita Chelita, mi otra madrecita, por ser mi luz, mi faro y mi mayor riqueza. Por creer en mí y brindarme tanto amor casi desde antes de salir del vientre de Mami, por su preocupación absoluta y por vivir para mí, deseando incluso más que yo que este día llegase.

A mi abuelito Papi que a pesar de no encontrarse entre nosotros donde quiera que esté hoy también se ha realizado su sueño. Gracias por tenerme siempre una sonrisa. ¡Lo logramos Papi!

A Mami por darme la vida, por su apoyo incondicional, por ser mi amiga, mi confidente, por creer siempre en mí, por darme su amor en los momentos más difíciles, por animarme y mostrarme el lado bueno de las cosas aún cuando para mí no existía.

A mi Papá por trasmitirme su carácter y actitud ante la vida. Gracias a ti es que soy la persona que ves hoy.

A mi Tata linda por ser mi mayor fuente de inspiración, para que algún día siga mi ejemplo y sea universitaria.

A mi amor Ángel por su confianza, apoyo, comprensión y dedicación. Por soportarme en esta etapa tan difícil, por ser tan bueno y atento conmigo, por mimarme, por aguantar mis majaderías y hacerme sentir la mujer más querida sobre la tierra.

A toda mi familia por preocuparse por mi futuro y bienestar. En especial a mi tía Mamita que la quiero tanto.

A Damays por ser mi amiga desde la cuna.

Agradecimientos

A la familia de mi novio por hacerme sentir parte de ellos, en especial a mis suegros Anselma y Jose por quererme como a una hija.

A mi compañera de tesis y amiga Yaime por soportarme estos cinco años y pensar en mí para la realización de este trabajo. Aunque ahora nos separemos serás mi amiga para siempre.

A mis amigos del preuniversitario Isidro y Luis Benito por recordarme a cada momento que yo si puedo.

A todas las personas que he conocido durante estos cinco años que quieren lo mejor para mí, que me han ayudado y que hicieron y hacen de mi paso por la universidad una experiencia inolvidable.

A mis vecinos de Santo Suárez por estar pendientes de mí, en especial a Livia, Mireya, Nelita, Lily y Angelita por darme el empujoncito necesario.

A todos ustedes gracias.

Dayana.

Agradecimientos generales:

A Fidel y a la Revolución Cubana por darnos la oportunidad de superarnos.

A Eniel por ser especial con nosotras y brindarnos su apoyo en todo momento.

A la tutora por dedicarnos un poquito de su valioso tiempo.

A Delmys por su ayuda y apoyo durante el desarrollo de la investigación.

A todas las muchachitas que han vivido con nosotras durante estos cinco años por las noches de estudio y de fiestas también, en fin por los momentos buenos y malos que pasamos juntas.

A Ernestintin por ser nuestro amigo y profesor y reírse con nuestras pesadeces. Paz y amor, Nesti.

A Kiko por tantas noches en vela.

A todos los que de una forma u otra nos han ayudado.

Dedicatoria

Le dedico todo mi esfuerzo y empeño en la realización de este trabajo a:

Mis dos grandes tesoros, a mis padres, por ser mi razón y motivo de vivir. Las personas más importantes y especiales de mi vida.

Los quiero mucho, mucho, mucho.....

A los pequeñitos de la familia: a mis sobrinitas bellas: Heydi y Beksy, a Marian, Lisvan, Lianis y Zamirita.

Yaime

A mi abuelita Chelita y a Mami, mis dos tesoros. Gracias por darme tanto amor. A ustedes dedico mi tesis, mi sueño, su sueño.

Dayana

Resumen

En los proyectos productivos de la Universidad de las Ciencias Informáticas se han aplicado revisiones y auditorías por parte de especialistas de la Dirección de Calidad de Software, donde se han detectado un conjunto de defectos que provocan atrasos en la entrega del software y afectan la calidad de los productos que se realizan en dichos proyectos, motivo que ha llevado a tomar medidas específicas en dependencia de las funcionalidades, procesos y productos que se desarrollen en cada proyecto.

De acuerdo al objetivo general del trabajo de diploma: Desarrollar un procedimiento para el Aseguramiento de la Calidad a los procesos y productos que se desarrollan en la línea de producto “Inspección de territorios”, se realizó un análisis de la situación en la que se encuentra el proyecto perteneciente a la línea de producto y se aplicaron listas de chequeo al mismo, donde se identificaron problemas que afectan el Aseguramiento de la Calidad de los procesos y productos. Lo cual permitió la confección de un procedimiento que conforma un conjunto de etapas que incluyen actividades a seguir por todos aquellos proyectos que en un futuro integren esta línea.

El procedimiento fue aplicado en la fase actual en que se encontraba el proyecto “Paseos Virtuales”, que fue la fase de construcción. En el Capítulo 3 del trabajo, se muestra el procedimiento y los resultados de la validación del mismo.

Índice

Capítulo 1: Fundamentación teórica del Aseguramiento de la Calidad en el desarrollo del software 7

Introducción.....	7
1.1 Calidad.....	7
1.1.1 Definición de calidad.....	8
1.1.2 Calidad de software.....	9
1.1.3 Factores que determinan la calidad del software.....	11
1.2 Gestión de la calidad de software.....	13
1.2.1 Planificación de la calidad.....	13
1.2.2 Aseguramiento de la Calidad de Software.....	14
1.2.3 Control de la calidad.....	24
1.2.4 Mejoramiento de la calidad.....	27
1.3 Estándares de calidad.....	29
1.3.1 Normas de calidad ISO.....	29
1.3.2 Modelo de calidad CMMI.....	32
1.3.3 Estándar IEEE.....	40
1.4 Calidad del software en la Universidad de las Ciencias Informáticas.....	41
1.5 Aseguramiento de la Calidad en la UCI.....	43

1.6 Línea de producto “Inspección de territorios”	44
1.7 ¿Qué es un procedimiento?	45
Conclusiones parciales.....	46
Capítulo 2: Análisis de la situación actual de la línea de producto “Inspección de territorios”	47
Introducción.....	47
2.1 Estado actual de la línea de producto “Inspección de territorios”	47
2.1.1 Estructura del proyecto Paseos Virtuales	49
2.1.2 Recursos humanos por roles	50
2.1.3 Roles y responsabilidades	50
2.1.4 Ambiente de trabajo	52
2.1.5 Ciclo de Desarrollo.....	53
2.1.6 Actividades para asegurar la calidad.....	54
2.1.7 Producto Paseo Virtual UCI	55
2.2 Problemas detectados en la línea de producto	56
Conclusiones parciales.....	57
Capítulo 3 Propuesta y validación del procedimiento	58
Introducción.....	58
3.1 Resumen.....	58
3.2 Nombre del procedimiento	58

3.3 Objetivo	58
3.4 Alcance.....	58
3.5 Referencias.....	59
3.6 Responsables	59
3.7 Términos y definiciones	59
3.8 Políticas a seguir.....	60
3.9 Descripción del procedimiento.....	61
3.10 Validación de procedimiento en el proyecto “Paseos Virtuales”	78
Conclusiones parciales.....	83
Conclusiones generales.....	84
Recomendaciones	85
Referencias bibliográficas	86
Bibliografía consultada	88
Anexos	89
Anexo 1. Roles y responsabilidades actuales del proyecto	89
Anexo 2. Lista de Chequeo. Lineamientos de calidad	91
Anexo 3. Lista de Chequeo. Actividades de PPQA.....	95
Anexo 4. Metodología OpenUp	97
Anexo 5. Competencias del personal del Equipo de Aseguramiento	97

Anexo 6. Roles y responsabilidades del Equipo de Aseguramiento de la Calidad	99
Anexo 7. Propuesta de estándares a utilizar en el proyecto	102
Anexo 8. Lista de chequeo para la Revisión Inicial del Proyecto	102
Anexo 9. Lista de Chequeo para la Revisión de los Requisitos	105
Anexo 10. Lista de Chequeo para la Revisión de la Arquitectura	107
Anexo 11. Lista de Chequeo para la Revisión de la Configuración.....	109
Glosario de términos	111

Introducción

En nuestros días la producción de software constituye una empresa muy rentable. En este sentido, el desarrollo de software constituye un sector de vital importancia mundial, encontrándose en el centro de todas las grandes transformaciones, sobre todo, si se considera que en los resultados de los grandes temas del momento, como son: la economía digital, la evolución de las empresas y la administración del conocimiento, tiene gran incidencia la producción de software.

La industria del software interviene en todos los procesos que habilitan la nueva economía, se le considera una industria blanca que no contamina y que genera fuentes de trabajo bien remuneradas. Dentro de las tecnologías de la informática y las comunicaciones, la industria del software es un elemento clave para el aumento del comportamiento económico de cada nación.

Para desarrollar software competitivo en el ámbito internacional se requiere estar comunicado con el mundo, tener acceso a las últimas tecnologías y contrarrestar uno de los problemas fundamentales que se afronta en esta esfera, la calidad del software. En el desarrollo del mismo aún subsisten problemas de calidad que desde la década del 70 han sido motivo de preocupación, llevando a investigadores e ingenieros a la indagación de los aspectos que hacen posible la ineficiencia de los productos de software, con el fin de obtener software con la mejor calidad posible, que responda a las exigencias del cliente y de incorporar en cada empresa dedicada a esta producción los conceptos de calidad.

Hace algunos años el Comandante en Jefe Fidel Castro Ruz expresó: “la informática se convertirá en una poderosísima fuerza científica, económica, e incluso política del país”. La máxima dirección del estado cubano ha puesto interés especial en la accesibilidad a las tecnologías de la información y las comunicaciones para convertir a Cuba, una nación pobre del tercer mundo y bloqueada por la política hostil del gobierno de los Estados Unidos, en paradigma de la sociedad de la información y del conocimiento para todos.

En nuestro país la idea de informatizar la sociedad, ha llegado a convertir la Industria Cubana de Software (ICSW) en una de las ramas más favorables y de gran prioridad para el estado cubano, por la alta perspectiva económica que aporta. Cuba ha estado inmersa en el profundo y novedoso proceso de transformaciones educacionales y sociales como programas de la Batalla de Ideas, a partir del cual se emprendieron y se emprenden nuevos programas destinados a elevar el nivel cultural de la población y su calidad de vida. En estas circunstancias surge la idea de convertir el territorio que ocupaba la base rusa, en la Universidad de Ciencias Informáticas (UCI), lo que sigue una tradición de la Revolución Cubana de convertir cuarteles en escuelas, como los cuarteles Moncada en Santiago de Cuba y el de Columbia en La Habana, devenidos ciudades escolares inmediatamente después del triunfo revolucionario del 1º de enero de 1959.

En el 2002 surge la UCI, centro docente dedicado a la producción de software tanto para la exportación como para la informatización de la sociedad cubana y como sueño del Comandante en Jefe Fidel Castro en el empeño de convertirla en un centro de excelencia, ya hoy es considerada como la mayor organización productora de software en el país. Entre los problemas que afecta la producción de software se encuentra la baja calidad de los productos que se realizan, y a raíz de esto, conjuntamente con otras universidades y entidades del Ministerio de la Informática y las Comunicaciones (MIC) colaboran con la implantación de una cultura de calidad, por ello nacionalmente se realizan convenciones informáticas, seminarios, foros, entre otros eventos centrados en este tema.

Existen también empresas vinculadas a la ICSW, que tienen definidas métricas basadas fundamentalmente en la norma ISO 9126 enfocada en la calidad del producto de software, aunque no se están aplicando en todos los proyectos, pues depende de la decisión de los líderes y desarrolladores. He aquí donde la Universidad de las Ciencias Informáticas (UCI) juega un papel importante: en el desarrollo de la ICSW y en la materialización de los proyectos asociados al programa cubano de informatización. Hoy por hoy nuestro centro posee políticas y estructuras para la calidad, por cada facultad existe un asesor y grupos de calidad, cuenta con lineamientos de calidad con el objetivo de guiar a los proyectos en la obtención de un producto final con calidad y existe un expediente de proyecto a nivel de universidad con

el fin de estandarizar y organizar los artefactos generados durante el proceso de desarrollo de software y contribuir a la calidad de los mismos.

En la actualidad, la UCI, se encuentra involucrada en un proyecto de mejora de procesos basado en el Modelo de Capacidad y Madurez Integrado (CMMI), con el apoyo del instituto Tecnológico de Monterrey. Muchas empresas e instituciones que producen software, como es el caso de la UCI, están integradas al nivel 1 de este modelo. Por lo que la universidad tiene entre sus propósitos alcanzar para el 2011 una certificación internacional del nivel 2 del modelo CMMI, de tal forma que se convertiría en la primera empresa cubana certificada con este modelo.

En los años que la universidad lleva en marcha, cuenta con una infraestructura productiva que ha sufrido varios cambios organizativos, y a raíz del proceso de mejora en el que se encuentra, actualmente está formada por centros productivos y líneas de productos; los centros están integrados a su vez por departamentos que están constituidos por grupos de trabajo y las líneas de productos están compuestas por proyectos de aplicación, los cuales producen software que en ocasiones suponen muy buenos resultados económicos para el país. La línea de producto “Inspección de territorios”, actualmente está formada por el proyecto Paseos Virtuales de la Facultad 5, en el cual se desarrollan productos para la universidad y también para instituciones que así lo requieran.

Por tanto, a partir de los antecedentes citados se puede enunciar la **situación problemática** de la siguiente forma:

El equipo de desarrollo de software de este proyecto ha logrado la entrega de productos que al ser liberados por los Laboratorios Industriales de Productos de Software en Calisoft (LIPS) han presentado una gran cantidad de no conformidades de tipo crítico. Esta situación está dada mayormente por una serie de insuficiencias detectadas durante el proceso de desarrollo de software, como son:

- Escasa supervisión durante el proceso de desarrollo del software.
- Control indebido del proceso de confección del software.

- Ineficiente uso del Plan de Aseguramiento de la Calidad del proyecto.
- El rol de Administrador de la Calidad incumple con las responsabilidades asignadas porque las actividades que este debe controlar no se llevan a cabo en el proyecto.
- Incompleta definición de los roles que intervienen en el proceso de Aseguramiento de la Calidad.
- Ineficaz toma de medidas para eliminar a tiempo las insuficiencias que aparecen durante las fases del ciclo de desarrollo de software.
- Deficiente documentación de las revisiones realizadas y ausencia de realización de auditorías, lo que provoca limitaciones en el Aseguramiento de la Calidad al proceso y al producto a desarrollar.

Al analizarse la situación problemática anterior surge como **problema científico**: ¿Cómo las acciones realizadas para asegurar la calidad en la línea de producto “Inspección de territorios” inciden en la calidad de los procesos y productos de software que se desarrollan en la misma?

Se determina como **objeto de estudio**: Aseguramiento de la Calidad para sistemas informáticos.

Por tanto, para dar solución al problema existente se define como **objetivo general**: Desarrollar un procedimiento para el Aseguramiento de la Calidad a los procesos y productos que se desarrollan en la línea de producto “Inspección de territorios”.

Para lo cual se ha delimitado como **campo de acción**: Actividades de Aseguramiento de la Calidad para entornos virtuales.

Se determinaron las siguientes **tareas investigativas**:

1. Análisis de las definiciones que se relacionan directamente con Aseguramiento de la Calidad para seleccionar los conceptos que más se correspondan con el objetivo de la investigación.

2. Análisis de las normas, estándares y modelos de calidad para seleccionar los elementos indicados que se correspondan mejor con el Aseguramiento de la Calidad en la línea de producto “Inspección de territorios”.
3. Caracterización de la situación actual del Aseguramiento de la Calidad en la línea de producto “Inspección de territorios” para obtener un diagnóstico del estado en que se encuentra.
4. Confección de un procedimiento para asegurar que el proceso y el producto en la línea de producto “Inspección de territorios” se realicen con calidad.
5. Validación del procedimiento propuesto en una de las fases del proyecto de aplicación que pertenece a esta línea de producto.

Como **idea a defender** se plantea que con la elaboración y puesta en práctica de un procedimiento de Aseguramiento de la Calidad al proceso y al producto en la línea de producto “Inspección de territorios”, se logrará llevar a cabo un proceso con calidad y la entrega de un producto con adecuados niveles de calidad acorde con los requerimientos del cliente.

Para la realización de la investigación se utilizaron los siguientes **métodos científicos**: a nivel teórico: el método analítico sintético, que se utilizó para, a partir de un análisis detallado de las tendencias y documentos relacionados con el tema de calidad, en especial el Aseguramiento de la Calidad, sintetizar los elementos más importantes y de mayor utilidad para el desarrollo del trabajo, de modo tal que dichos elementos contribuyan en el momento de proponer una solución acertada; el método histórico lógico donde se analizó el proceso de Aseguramiento de la Calidad que se lleva en la universidad en determinados proyectos pilotos, de forma tal que sirva de guía para la aplicación de este procedimiento en la línea de producto. A nivel empírico se utilizará la entrevista, para obtener información cualitativa acerca del proceso de calidad y de mejora inmerso en la universidad y, el método análisis de las fuentes de información, donde se analizará detenidamente toda la documentación relacionada con Aseguramiento de la Calidad a proceso y producto con el objetivo de analizar este proceso.

Capítulo 1 Fundamentación teórica del Aseguramiento de la Calidad en el desarrollo del software: En este capítulo se describe cómo ha evolucionado el término de calidad, así como los conceptos que se relacionan directamente con este y las definiciones que le han dado diferentes autores. Se hace énfasis en el Aseguramiento de la Calidad siendo fundamental para el desarrollo de la investigación y se realiza una breve descripción de los estándares fundamentales de calidad que son utilizados mundialmente para el desarrollo exitoso del software.

Capítulo 2 Diagnóstico de la situación actual de la línea de producto “Inspección de territorios”: En este capítulo se realiza una descripción de las características fundamentales del proyecto Paseos Virtuales, actualmente único perteneciente a la línea de producto y se elabora un diagnóstico de la situación existente en el mismo, en cuanto al Aseguramiento de la Calidad al proceso y al producto, detectando los problemas que lo afectan, para, a partir de estos desarrollar un procedimiento que contribuya al Aseguramiento de la Calidad.

Capítulo 3 Propuesta y validación del procedimiento: En este capítulo se especifica la propuesta de procedimiento que se confeccionó para viabilizar el Aseguramiento de la Calidad en la línea de producto “Inspección de territorios”. Se describe detalladamente el procedimiento a través de etapas, las cuales están formadas por un conjunto de actividades. Contiene además los resultados de la validación realizada en la línea de producto al proyecto “Paseos Virtuales”.

Capítulo 1: Fundamentación teórica del Aseguramiento de la Calidad en el desarrollo del software

Introducción

La calidad tiene diferentes definiciones según la evolución que ha tenido el término a lo largo de su historia, y el enfoque que le han dado diferentes autores. Este término se utiliza cada vez con más frecuencia en organizaciones o asociaciones del sector público o privado, ya sea en los sectores de alimentos, industria o servicios, especialmente en el sector de tecnología informática.

Actualmente, para muchas empresas, la preocupación por la calidad se traduce en una estrategia para competir en su mercado. Se ha convertido en una necesidad estratégica y en un arma para sobrevivir en mercados altamente competitivos. La empresa que desee ser líder debe saber qué espera y necesita su cliente, tiene que producir un buen producto y para lograrlo, es común que hoy día vinculen su estrategia de marketing a su sistema de calidad.

En el presente Capítulo se exponen aspectos tales como la definición de calidad, calidad de software, dirigida tanto al producto como al proceso, teniendo como base las definiciones de diferentes estándares, normas y personalidades reconocidas en el tema. También se hace un análisis de los estándares y modelos de calidad mundialmente utilizados, como el caso de CMMI, donde se hace énfasis en el área de proceso Aseguramiento de la Calidad del Proceso y el Producto (PPQA), por ser el área dentro del modelo más relacionado con la investigación. Además de mencionar el proceso que lleva la UCI para asegurar la calidad de los productos de software que desarrolla.

1.1 Calidad

La calidad ha experimentado diferentes cambios en torno a su concepción. Esta evolución ha ido progresando los mecanismos mediante los cuales las empresas han gestionado o administrado la calidad. Inicialmente se hablaba del control de la calidad, actividad responsable de la inspección de los productos

para verificar su conformidad con las especificaciones. Estas inspecciones se realizaban en un principio al producto ya acabado, más tarde se fueron aplicando durante el proceso de fabricación. En los años 50 surge el Aseguramiento o Garantía de la Calidad y posteriormente surgieron varios términos que se pueden simplificar y traducir por Calidad Total, como un sistema de gestión empresarial para conseguir la satisfacción no sólo del cliente, sino también en el ámbito empresarial y en toda la sociedad en general.

1.1.1 Definición de calidad

El significado de calidad se puede interpretar de diferentes formas, que seguidamente se citan:

- Es la forma de satisfacer necesidades de la mejor manera posible, no importa del punto de vista donde se vea, simplemente la conclusión es la misma, satisfacer necesidades según sean necesarias. [1]
- El modelo CMMI-DEV v1.2 define calidad como:” La capacidad de un conjunto de características inherentes de un producto, componente de un producto o proceso, para satisfacer los requerimientos de los clientes”. [2]
- El Instituto de Ingenieros Eléctricos y Electrónicos (IEEE) puntualiza que la calidad es el “grado con el que un sistema, componente o proceso cumple los requerimientos especificados y las necesidades o expectativas del cliente o usuario”. [3]
- La norma ISO 9000:2000 la define como: “La capacidad de un conjunto de características intrínsecas para satisfacer requisitos”. [4]

Según lo analizado, se ha observado que existen varias definiciones entorno al concepto de calidad, las autoras de la presente investigación asumen la calidad como conjunto de características propias ya sea de un producto, proceso o servicio que determinan la satisfacción de las necesidades o expectativas del cliente según los requisitos establecidos.

1.1.2 Calidad de software

Antes de profundizar en las definiciones del término calidad de software, resulta útil conocer qué se entiende por software. Según la IEEE es “la suma total de los programas de computadora, procedimientos, reglas, la documentación asociada y los datos que pertenecen a un sistema de cómputo”. [5]

A partir del concepto de software a continuación se mencionan algunos conceptos de calidad de software.

- Es el desarrollo de software basado en estándares con la funcionalidad y rendimiento total que satisfacen los requerimientos del cliente. [6]
- Concordancia con los requisitos funcionales y de rendimiento explícitamente establecidos con los estándares de desarrollo explícitamente documentados y con las características implícitas que se espera de todo software desarrollado profesionalmente. [7]

1.1.2.1 Calidad referente al proceso de software

Entiéndase como proceso de software:

- Según el Instituto de Ingeniería de Software (SEI) es un “conjunto de actividades, métodos, prácticas y transformaciones que la gente usa para desarrollar y mantener software y los productos de trabajo asociados (planes de proyecto, diseño de documentos, código, pruebas y manuales de usuario)”.
- Pressman define proceso de software como un “marco de trabajo de las tareas que se requieren para construir software de alta calidad”. [7]

Un proceso de desarrollo de software es un conjunto de personas, estructuras de organización, reglas, políticas, actividades y sus procedimientos, componentes de software, metodologías, y herramientas

utilizadas o creadas específicamente para definir, desarrollar, ofrecer un servicio, innovar y extender un producto de software.

La calidad del producto final está directamente relacionada con la calidad del proceso de producción empleado. De este modo el proceso de producción está determinado por un conjunto de actividades llevadas a cabo para construir, entregar y hacer evolucionar un producto de software, desde su concepción hasta su retiro. Si posteriormente en el producto de software se detectan fallas o errores, será consecuencia de que el proceso a través del cual se desarrolló no tuvo la calidad adecuada.

Las autoras del trabajo consideran la calidad a nivel de proceso como un conjunto ordenado de prácticas que se llevan a cabo durante el desarrollo del software que ayudan a mantener y mejorar el producto final.

1.1.2.2 Calidad referente al producto

La definición de producto en términos generales es el punto central de la oferta que realiza toda empresa u organización a su mercado meta para satisfacer sus necesidades y deseos, con la finalidad de lograr los objetivos que persigue. [8]

En el glosario de términos de CMMI-DEV v1.2 un producto, es un producto de trabajo o servicio que se destina a la entrega de un cliente o al usuario final. [2]

A partir de estos conceptos las autoras del trabajo de diploma opinan que el término producto es el resultado del proceso de desarrollo del software.

Expertos que se han dedicado a estudiar este tema definen la calidad referente al producto como:

- Según Joseph Moses Juran: Conjunto de características de un producto que satisfacen las necesidades de los clientes y en consecuencia hacen satisfactorio el producto. [9]

- Según Dr.Genichi Taguchi: Las pérdidas que un producto o servicio infringe a la sociedad desde su producción hasta su consumo o uso. A menores pérdidas sociales, mayor calidad del producto o servicio. [10]

Para el modelo CMMI la calidad de un producto es en su mayor parte, consecuencia de la calidad de cada uno de los procesos utilizados durante su desarrollo y mantenimiento. Significa que la única vía para mejorar un producto de software es ir mejorando el proceso a medida que se vaya desarrollando el software. [2]

Las autoras del trabajo opinan que la calidad de un producto de software además de ser la capacidad que posee un producto para tener un determinado nivel de aceptación por parte del cliente, también viene dada del resultado de la calidad de los procesos empleados durante todas las etapas del ciclo de vida del software.

1.1.3 Factores que determinan la calidad del software

Factores que determinan la calidad del software según McCall se clasifican en tres grupos, estos son los siguientes: [11]

Características operativas

- Corrección: Hasta qué punto un programa cumple sus especificaciones y satisface los objetivos del usuario.
- Fiabilidad: Hasta qué punto se puede confiar en el funcionamiento sin errores del programa.
- Eficiencia: Cantidad de código y de recursos informáticos (CPU, memoria) que precisa un programa para desempeñar su función.
- Integridad: Hasta qué punto se controlan los accesos ilegales a programas o datos por personas no autorizadas.

- Facilidad de uso: El coste y esfuerzo de aprender a manejar un producto, preparar la entrada de datos e interpretar la salida del mismo.

Capacidad para soportar cambios

- Facilidad de mantenimiento: El coste de localizar y corregir defectos en un programa que aparecen durante su funcionamiento.
- Facilidad de prueba: El coste de probar un programa para comprobar que satisface sus requisitos.
- Flexibilidad: El coste de modificación del producto cuando cambian sus especificaciones.

Adaptabilidad a nuevos entornos

- Portabilidad (Transportabilidad): El coste de transportar o migrar un producto de una configuración hardware o entorno operativo a otro.
- Facilidad de Reutilización: Hasta qué punto se puede transferir un módulo o programa del presente sistema a otra aplicación, y con qué esfuerzo.
- Interoperabilidad: El coste y esfuerzo necesario para hacer que el software pueda operar conjuntamente con otros sistemas o aplicaciones software externos.

A partir de lo analizado anteriormente las autoras del trabajo consideran que un software tiene calidad cuando cumple con las expectativas esperadas. Para esto es importante documentar detalladamente todo lo que se realice en el proyecto y cumplir con la especificación de los requisitos funcionales, los factores de calidad anteriormente mencionados y hacer uso de estándares o metodologías que guíen la parte de la ingeniería del software. También un aspecto fundamental que influye en la calidad del software es el personal involucrado en la confección del mismo, que debe estar dedicado y comprometido en cada etapa del proceso, ya que son los responsables de la calidad del producto final y por ende del grado de aceptación del cliente.

1.2 Gestión de la calidad de software

La Gestión de la calidad es una estrategia organizativa y un método de gestión que hace participar a todos los empleados y pretende mejorar continuamente la eficacia de una organización en satisfacer el cliente. [10]

Según la norma ISO 9000:2000 son “las actividades coordinadas para dirigir y controlar una organización en lo relativo a calidad”. [12]

Al dirigir y controlar una organización en lo relativo a calidad, generalmente se incluye el establecimiento de políticas, objetivos, planificación, control, mejoramiento y Aseguramiento de la Calidad.

A consideración de las autoras del trabajo de diploma la Gestión de la calidad es una actividad que contribuye a guiar el trabajo durante el proceso de desarrollo del software. Es responsabilidad de todos los niveles ejecutivos, pero debe estar guiada por la alta gerencia que debe encargarse de establecer un conjunto de actividades relacionadas con la calidad de los productos o servicios que se ofrezcan en la organización, en busca siempre de la satisfacción de sus clientes.

1.2.1 Planificación de la calidad

La Planificación de la calidad es la parte enfocada al establecimiento de los objetivos de calidad, la especificación de los procesos operativos necesarios y de los recursos relacionados para cumplir los objetivos de la calidad. [12]

Los aspectos a considerar en la Planificación de la calidad de software son: modelos/estándares de calidad de software a utilizar, costos de la calidad de software, recursos humanos y materiales necesarios, etc.

Según Humphrey un plan de calidad puede contener la siguiente estructura:

- Introducción al producto: una descripción del producto, su objetivo en el mercado y expectativas de calidad del producto.
- Planes del producto: fechas críticas de acuerdo a la liberación del producto y responsabilidades del producto respecto de su distribución y servicio.
- Descripciones del proceso: procesos de desarrollo y servicios que serían utilizados en el desarrollo y en la administración.
- Objetivos de calidad: objetivos y planes de calidad del producto, los cuales incluyen la identificación de los atributos de calidad del producto.
- Manejo del riesgo: principales riesgos que pueden afectar la calidad del producto.

Para las autoras del trabajo la Planificación de la calidad es un proceso que permite determinar los objetivos de calidad, la programación de las actividades destinadas a la calidad, y aquellos elementos y recursos necesarios para efectuar dichas tareas. Todo proyecto deberá elaborar los documentos necesarios que permitan almacenar toda la información referente a la calidad del proceso de software.

1.2.2 Aseguramiento de la Calidad de Software

Con la idea de prevenir los errores antes de eliminarlos o corregirlos se incorpora a la Gestión de la calidad el concepto de la "prevención" bajo la denominación de Aseguramiento de la Calidad. Nace como una evolución del Control de calidad, pero no lo sustituye, sino que lo absorbe y lo complementa.

Según la ISO 8402 el Aseguramiento de la Calidad es el conjunto de acciones planeadas y sistemáticas, necesarias para generar una confianza adecuada de que un producto o servicio podrá satisfacer todos los requerimientos dados de calidad. [13]

Desde la perspectiva de CMMI Aseguramiento de la Calidad de Software (SQA) es un conjunto de actividades planificadas y constantes requeridas para asegurar que el software cumplirá con ciertos criterios esperados de calidad, debe planificarse antes de desarrollar el software, nunca después o en el camino. [2]

La IEEE la define como conjunto de actividades para evaluar el proceso mediante el cual se desarrolla el software.

Dentro de una empresa, el SQA es básicamente un sistema documental de trabajo, en el cual se establecen reglas claras, fijas y objetivas, sobre todos los aspectos ligados al proceso operativo, es decir, desde el diseño, planeación, producción, presentación, distribución, servicio postventa y las técnicas estadísticas de control del proceso y, desde luego, la capacitación del personal. Ello significa, vigilar que a lo largo de todo el proceso operativo se cumplan las instrucciones de trabajo y se respeten las especificaciones técnicas del servicio.

El SQA es una actividad de soporte o protección que se aplica durante todo el proceso de desarrollo de software y cada persona implicada en esta actividad significa un impacto en la calidad del software final. Está presente en métodos y herramientas de análisis, diseño, programación y prueba, inspecciones técnicas formales, ajuste de estándares, control de la documentación y de los cambios realizados durante todo el proceso de desarrollo del software.

El Aseguramiento de la Calidad engloba principalmente:

- Enfoque de Gestión de la calidad.
- Métricas del software.
- Verificación y validación a lo largo del ciclo de vida del software, se incluyen las pruebas y procesos de revisión y auditorías.
- Gestión de configuración del software.

- Control de la documentación del software.
- Procedimiento que asegure los ajustes a los estándares en el proceso de desarrollo de software siempre que esto sea posible.

La adopción de una buena política contribuye en gran medida a lograr la calidad del software, pero no la asegura del todo. Para el Aseguramiento de la Calidad también es necesario su control o evaluación.

Para asegurar la calidad de los productos resultantes el equipo de calidad deberá realizar un conjunto de actividades que servirán para:

- Reducir, eliminar y prevenir las deficiencias de calidad de los productos a obtener.
- Alcanzar una razonable confianza en que las prestaciones y servicios esperados por el cliente o el usuario queden satisfechas.

1.2.2.1 Actividades de Aseguramiento de la Calidad de Software

El equipo de software debe identificar un conjunto de actividades de Aseguramiento de la Calidad del software que eliminarán los errores de los productos realizados antes de que ocurran. Según SEI estas actividades son: [14]

- Establecimiento del Plan de Aseguramiento de la Calidad para el proyecto.
- Participación en el desarrollo de la descripción del proceso de software del proyecto.
- Revisión de las actividades de ingeniería del software para comprobar su ajuste al proceso de software definido.
- Auditorías de los procesos de software designados para verificar el ajuste con los definidos como parte del proceso de software.
- Registrar lo que no se ajuste a los requisitos e informar a los superiores.

- Coordinar el control de cambio.

CMMI en su versión 1.2, en una de las áreas de proceso del nivel 2, Aseguramiento de la Calidad del Proceso y el Producto, propone las siguientes actividades: [2]

- Evaluar objetivamente los procesos y productos.
- Comunicar y asegurar la resolución de las no conformidades detectadas.
- Registrar y comunicar los resultados de las evaluaciones.

Según Pressman estas son las actividades que realiza un grupo independiente de SQA: [7]

- Establecimiento de un plan de SQA para el proyecto: el plan se desarrolla durante la planificación del proyecto y es revisado por todas las partes interesadas. Las actividades de aseguramiento de calidad realizadas por el equipo de ingeniería del software y el grupo SQA son gobernadas por el plan. El plan identifica: evaluaciones a realizar, auditorías y revisiones a realizar, estándares que se pueden aplicar al proyecto, procedimientos para información y seguimiento de errores, documentos producidos por el grupo SQA, realimentación de información proporcionada al equipo de proyecto del software.
- Participación en el desarrollo de la descripción del proceso de software del proyecto: el equipo de ingeniería del software selecciona un proceso para el trabajo que se va a realizar. El grupo de SQA revisa la descripción del proceso para ajustarse a la política de la empresa, los estándares establecidos y a otras partes del plan de proyecto del software.
- Revisión de las actividades de ingeniería del software para verificar su ajuste al proceso de software definido: el grupo de SQA identifica, documenta y sigue la pista de las desviaciones desde el proceso y verifica que se han hecho las correcciones.
- Auditoría de los productos de software designados para verificar el ajuste con los definidos como parte del proceso del software: el grupo de SQA revisa los productos seleccionados; identifica,

documenta y sigue la pista de las desviaciones; verifica que se han hecho las correcciones, e informa periódicamente de los resultados de su trabajo al Líder de Proyecto.

- Asegurar que las desviaciones del trabajo y los productos del software se documentan y se manejan de acuerdo con un procedimiento establecido: las desviaciones se pueden encontrar en el plan del proyecto, en la descripción del proceso, en los estándares aplicables o en los productos técnicos.
- Registrar lo que no se ajuste a los requisitos e informar a sus superiores: los elementos que no se ajustan a los requisitos están bajo seguimiento hasta que se resuelven.
- Además de estas actividades, el grupo de SQA coordina el control y la gestión de cambios.

Plan de Aseguramiento de la Calidad

Cada proyecto debe contar con un Plan de Aseguramiento de la Calidad específico, que sirva como una guía para el desarrollo de las actividades de Aseguramiento de la Calidad.

Un plan de aseguramiento según el estándar IEEE 730 debe contener por lo general. [14]

- Objetivos de calidad del proyecto y enfoque adoptado para alcanzarlos.
- Documentación referenciada en el plan (manuales, procedimientos, etc.). Describe cada uno de los productos de trabajo utilizados por el plan.
- Gestión del Aseguramiento de la Calidad (organización, actividades y responsabilidades). Describe la situación del Aseguramiento de la Calidad dentro de la estructura organizativa.
- Documentación mínima exigida a los desarrolladores tanto del desarrollo del software (especificaciones, diseño, manuales de usuario, etc.) como de control (planes de Validación y Verificación).

- Estándares que se deben aplicar obligatoriamente.
- Actividades de revisión y auditoría que se van a llevar a cabo por el grupo de Aseguramiento de la Calidad y el cliente.
- Gestión de la configuración del software (mediante un plan de gestión específico o describiendo sus actividades).
- Informes de problemas, especificando la forma de tratar y corregir los problemas, así como los responsables de corregirlos.
- Pruebas, se hace referencia al plan de pruebas del software.
- Herramientas para apoyar el Aseguramiento de la Calidad (revisiones, inspecciones, analizadores de código, generadores de entornos de prueba, etc.), especificando sus objetivos y la manera de utilizarlas.
- Control del código (almacenamiento y versiones), control de acceso a equipos y prevenciones de seguridad y control de las características del software a los suministradores.
- Recogida, almacenamiento y mantenimiento de datos sobre el Aseguramiento de la Calidad.

Es importante el establecimiento de un Plan de Aseguramiento de la Calidad porque con el mismo se lleva el control de todas las actividades definidas para el Aseguramiento de la Calidad dentro del proyecto, los responsables de llevar a cabo dichas tareas, así como las técnicas, herramientas y documentos que se usarán para asegurar la calidad del producto software.

Validación y verificación:

Las actividades que engloban la validación y verificación están muy relacionadas con el control de la calidad como son las pruebas, revisiones y auditorías.

La Verificación se realiza para comprobar que los productos construidos en una fase del ciclo de vida satisfacen los requisitos, es decir que lo realizado hasta el momento es correcto, completo y consistente.

La Verificación implica revisiones y reuniones para evaluar documentos, planes, código, requerimientos, especificaciones, para confirmar la conformidad o cumplimiento de los requerimientos utilizando técnicas como las pruebas, inspecciones y revisiones.

La Validación se realiza sobre el producto terminado y ya verificado y comprueba que funciona como quiere el cliente y realiza todas las funciones requeridas.

Revisiones

Las revisiones del software según Pressman son un “filtro” para el proceso de ingeniería de software. Se aplican en varios momentos de desarrollo del software y sirven para detectar errores y defectos que puedan así ser eliminados. Las revisiones del software sirven para “purificar” las actividades de Ingeniería del Software que suceden como resultado del análisis, el diseño y la codificación. [7]

Tipos de revisiones: [14]

- Reuniones Informales: Reunión que tiene lugar alrededor de una máquina, u otro espacio en cual se discuten problemas técnicos.
- Presentación Formal: 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 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.
- 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.

- Revisiones Técnicas Formales (RTF).

Las autoras del trabajo de diploma hacen énfasis en RTF por ser la revisión más efectiva desde el punto de vista del Aseguramiento de la Calidad. [7]

Revisiones Técnicas Formales son efectivas en el momento de detectar no conformidades durante las distintas etapas del ciclo de vida del software, para que no se propaguen al proceso siguiente que le continúa. Cada RTF se lleva a cabo mediante una reunión y sólo tendrá éxito si es bien planificada, controlada y atendida. Tienen como objetivo:

- 1) Descubrir errores en la función, la lógica o la implementación de cualquier representación de software.
- 2) Verificar que el software bajo revisión alcanza los requisitos.
- 3) Garantizar que el software ha sido representado de acuerdo a varios estándares predefinidos.
- 4) Conseguir un software desarrollado de forma uniforme.

Las RTF se centran en una parte específica del software total, es decir se hacen revisiones para cada módulo (componente) o pequeño grupo de módulos, así la probabilidad de descubrir errores es mayor.

Pasos a tener en cuenta para realizar las revisiones:

- Realizar las revisiones de acuerdo al plan de proyecto.
- Definir el producto a revisar.
- Definir día y hora para la revisión.
- Determinar qué es necesario y quién debe hacerlo.
- Definir el tipo de revisión a realizar.

- Identificar a las personas que deben participar e invitarlas indicándole su responsabilidad en la revisión.
- Si se realiza una reunión definir quien la organizará. Desarrollar una agenda de la reunión.
- Definir qué se debe hacer durante la revisión y quién debe hacerlo.
- Definir los criterios de éxito para la revisión.
- Identificar y almacenar los resultados que deben conservarse de la revisión.

Auditorías

Las auditorías de calidad según la ISO 8402 es un examen metódico e independiente, que se realiza para determinar si las actividades y los resultados relativos a la calidad cumplen las disposiciones previamente establecidas y si estas disposiciones se llevan a cabo de forma efectiva y son adecuadas para alcanzar los objetivos establecidos.

Se consideran tres tipos de auditorías:

- Auditoría del proceso: El objetivo es evaluar el proceso de desarrollo o de gestión, y evaluar su completitud y efectividad, determinando dónde se puede mejorar. En el desarrollo de software se suelen realizar dos tipos de auditorías del proceso:
 - Auditorías de proyecto: cuyo objetivo es evaluar la productividad y eficacia del equipo que trabaja en un proyecto así como la efectividad de los métodos y herramientas utilizados.
 - Auditorías de gestión de proyecto: cuyo objetivo es evaluar la efectividad de las prácticas de gestión realizadas y la organización del proyecto.
- Auditorías del sistema: El objetivo es evaluar la completitud y efectividad del propio sistema de calidad establecido.

- Auditorías del producto: Corresponden a la comprobación de que los productos o servicios se ajustan a los requerimientos exigidos. Las más comunes de este tipo son la auditoría Funcional y la Física. La primera comprueba que todos los requerimientos han sido cumplidos y la segunda verifica que tanto el software como su documentación están completos y preparados para ser entregados.

Etapas de la auditoría:

- Preparación de las actividades de la auditoría.
- Ejecución de dichas actividades.
- Preparación del informe de auditoría.
- Seguimiento de la auditoría.

Gestión de configuración:

La gestión de configuración del software (GCS) es una actividad de autoprotección que se aplica durante el proceso del software. Como el cambio se puede producir en cualquier momento, las actividades de GCS sirven para (1) identificar el cambio, (2) controlar el cambio, (3) garantizar que el cambio se implementa adecuadamente e (4) informar del cambio a todos aquellos que puedan estar interesados. [7]

Para la Gestión de Configuración del Software incluye las siguientes actividades:

- Identificación de la Configuración: Consiste en identificar la estructura del producto, sus componentes y el tipo de estos, y en hacerlos únicos y accesibles de alguna forma.
- Control de Cambios en la Configuración: Consiste en controlar las versiones y entregas de un producto y los cambios que se producen en él a lo largo del ciclo de vida.

- Generación de Informes de Estado: Consiste en informar acerca del estado de los componentes de un producto y de las solicitudes de cambio, recogiendo estadísticas acerca de la evolución del producto.
- Auditoría de la Configuración: Consiste en validar la completitud de un producto y la consistencia entre sus componentes, asegurando que el producto es lo que el usuario quiere.

Para asegurar que el cambio se ha implementado correctamente se realizan: [7]

- RTF
- Auditorías de configuración del software

Como criterio de las autoras del trabajo el Aseguramiento de la Calidad es la parte que se encarga de prevenir la aparición de errores, que pueden ser eliminados a través de una serie de actividades planificadas antes de comenzar el desarrollo del software. Para esto primeramente cada proyecto debe diseñar un Plan de Aseguramiento de la Calidad, de tal forma que el mismo contenga los objetivos de calidad del proyecto en específico y las actividades de Aseguramiento de la Calidad que estén ligadas al control de la calidad y que deben realizarse durante todo el proceso de software, como las pruebas, para llevar un control sistemático o evaluaciones continuas de los factores que afectan la calidad; las auditorías periódicas para evaluar la manera en que la organización está utilizando sus recursos; revisiones, entre ellas las revisiones técnicas formales que se caracterizan por efectuarse por medio de una reunión formal que contribuyen a detectar las no conformidades que van apareciendo en el transcurso del proceso del software; el control de la documentación, la gestión de la configuración para identificar y controlar los cambios realizados al software y el conocimiento y aplicación de estándares.

1.2.3 Control de la calidad

Es la parte de la Gestión de la calidad orientada al cumplimiento de los requisitos de calidad. [12]

Son las técnicas y actividades de carácter operativo, utilizadas para satisfacer los requisitos relativos a la calidad, centradas en dos objetivos fundamentales: mantener bajo control un proceso y eliminar las causas de los defectos en las diferentes fases del ciclo de vida. En general son las actividades para evaluar la calidad de los productos desarrollados. [13]

Para Pressman el control de la calidad es una serie de inspecciones, revisiones y pruebas utilizadas a lo largo del proceso del software para asegurar que cada producto cumple con los requisitos que le han sido asignados. [7]

Para las autoras del trabajo el control de la calidad son un conjunto de actividades tales como pruebas y revisiones encaminadas a la eliminación de los errores o defectos que se identifiquen durante todo el ciclo de vida del software.

1.2.3.1 Pruebas de software

Se llama prueba de software al proceso en el que se ejecuta un sistema con el objetivo de detectar fallos. Es un proceso destructivo que determina el diseño de los casos de prueba y la asignación de responsabilidades. [7]

Las actividades principales del control de la calidad lo constituyen las pruebas. Están presentes en las diferentes fases del ciclo del software dentro de la Ingeniería de Software y según Pressman son un elemento crítico para el Aseguramiento de la Calidad y representa una revisión final de las especificaciones, del diseño y de la codificación. Con la puesta en práctica de las pruebas a un sistema no representa que haya mejora de forma directa o aseguramiento en el proceso de desarrollo del software pero si contribuye en parte al Aseguramiento de la Calidad, así como también las revisiones y auditorías, que constituyen otras de las actividades para llevar acabo el control de la calidad y que además apoyan el proceso de Aseguramiento de la Calidad.

El proceso de pruebas consta de 4 etapas:

- **Planificación:** se elabora el Plan de prueba para determinar quién, cómo y cuándo se aplicarán las pruebas.
- **Diseño de casos de prueba:** es donde se especifica el alcance de las pruebas, las estrategias y tipos de pruebas que se aplicarán a partir de los casos de uso del proyecto.
- **Ejecución:** se ejecutan las pruebas previstas.
- **Evaluación:** se evalúa el resultado de las pruebas, comparando el resultado que se obtuvo de la ejecución de las mismas con los objetivos que se establecieron en el Plan de prueba.

Estrategias de pruebas [7]

- **Pruebas de Unidad:** La prueba de unidad centra el proceso de verificación en la menor unidad del diseño del software: el componente software o módulo.
- **Pruebas de Integración:** Se utilizan para verificar que los componentes interaccionan entre sí de la forma apropiada después de haber sido integrados en una construcción.
- **Pruebas de Validación:** Comprueban que el software funciona de acuerdo con las expectativas razonables del cliente.
- **Pruebas de Sistema:** Verifican que se han integrado adecuadamente todos los elementos del sistema y que realizan las funciones apropiadas.

Las técnicas para la aplicación de cada una de estas pruebas son las siguientes:

- **La prueba de comportamiento o "prueba de caja negra"**: verifica el comportamiento de la unidad observable externamente. Es decir se centra en los requisitos funcionales del software.

La prueba de caja negra intenta encontrar errores de las siguientes categorías:

- (1) Funciones incorrectas o ausentes.
- (2) Errores de interfaz.
- (3) Errores en estructuras de datos o en accesos a bases de datos externas.
- (4) Errores de rendimiento.
- (5) Errores de inicialización de terminación.

- **La prueba de caja de cristal o "prueba de caja blanca"**: verifica la implementación interna de la unidad.

La prueba de caja blanca permite que se:

- (1) Garantice que se ejercita por lo menos una vez todos los caminos independientes de cada módulo.
- (2) Ejerciten todas las decisiones lógicas en sus vertientes verdadera y falsa.
- (3) Ejecuten todos los bucles en sus límites y con sus límites operacionales.
- (4) Ejerciten las estructuras internas de datos para asegurar su validez.

1.2.4 Mejoramiento de la calidad

Es la parte de la Gestión de la calidad orientada a aumentar la capacidad de cumplir con los requisitos de calidad. [10]

El mejoramiento de la calidad incluye la mejora continua que es un proceso que identifica las oportunidades para la mejora, es decir, a través del resultado de auditorías, análisis de los datos, revisiones u otros medios conducen a las acciones correctivas o preventivas.

Las acciones correctivas son aquellas que se toman para eliminar las causas de las no conformidades que aparecen durante el proceso del software para evitar que se repitan y las acciones preventivas son utilizadas para prevenir la ocurrencia de posibles no conformidades.

Acciones destinadas a la mejora:

- Análisis y evaluación de la situación existente para identificar áreas para la mejora.
- El establecimiento de los objetivos para la mejora.
- La búsqueda de posibles soluciones para lograr los objetivos.
- Evaluación de dichas soluciones y su selección.
- Implementación de la solución seleccionada.
- La medición, verificación, análisis y evaluación de los resultados de la implementación para determinar que se han alcanzado los objetivos.
- La formalización de los cambios.

Para las autoras del trabajo de diploma es importante esta actividad dentro de una organización, empresa o proyecto debido a que este proceso permite generar acciones para eliminar las fallas que van apareciendo durante todo el ciclo de vida de fabricación del producto de forma tal que no se repitan en otra fase del proyecto y además estas acciones previenen la ocurrencia de errores que afectan la calidad del software.

1.3 Estándares de calidad

De acuerdo con la definición de la Real Academia Española, estándar es aquello que sirve como tipo, modelo, norma, patrón o referencia.

¿Qué es un estándar de calidad?

Estándar de calidad es el que reúne los requisitos mínimos en busca de la excelencia dentro de una organización institucional. Los estándares definen un conjunto de criterios de desarrollo que guían la forma en que se aplica la ingeniería del software. Si no se sigue ningún estándar siempre habrá falta de calidad. [15]

1.3.1 Normas de calidad ISO

ISO es la denominación con que se conoce a la Organización Internacional para la Estandarización. Es el organismo encargado de promover el desarrollo de normas internacionales de fabricación, comercio y comunicación para todas las ramas industriales a excepción de la eléctrica y la electrónica. Su función principal es la de buscar la estandarización de normas de productos y seguridad para las empresas u organizaciones a nivel internacional.

Los estándares internacionales ISO establecen una serie de pautas y patrones que las entidades deberán seguir con la finalidad de implementar un sistema de gestión y Aseguramiento de la Calidad en el desarrollo de sus procesos.

Las normas ISO se las puede definir como: “Un conjunto de normas internacionales que establecen sistemas de Gestión de la calidad aplicados por organizaciones de cualquier tipo o tamaño que fabrican productos o componentes (hardware), fabrican software, fabrican materiales procesados, ofrecen servicios, desempeñan funciones de administración pública”. [16]

La norma ISO 9000 ha evolucionado a lo largo de varias revisiones. En 1987 se publicaron por primera vez la familia de normas ISO 9000 para el Aseguramiento de la Calidad y en 1994 sufrió una profunda revisión. En diciembre del año 2000 se crea la versión de la norma 9001 y 9004 y en el año 2004 surge la versión 90003 o también conocida como 90003:2004. La versión 2000 de la norma ISO 9001, es decir la norma ISO 9001:2000 se concentra principalmente en los procesos utilizados para producir un servicio o producto, esto es algo muy bueno pues ayuda a tener controlados los procesos, también esta norma obliga a tener auditorías internas y una vez al año externas, mientras que la versión 1994 de la norma ISO 9001, es decir la norma ISO 9001:1994 se centra fundamentalmente en el producto.

Normas ISO 9000: 1994		Normas ISO 9000:2000	
ISO 8402	Vocabulario.	ISO 9000:2000	Sistemas de Gestión de la calidad - Principios y vocabulario.
ISO 9000	Principios y conceptos, lineamientos para su selección y utilización: Ayuda a decidir qué modelo de aseguramiento es el más adecuado a utilizar.	ISO 9001:2000	Sistemas de Gestión de la calidad – Requisitos
ISO 9001	Modelo de aseguramiento de calidad. Es la más amplia de las normas ISO 9000 ya que es aplicable al diseño, desarrollo, fabricación, instalación, y servicio a sus productos.		
ISO 9002	Modelo de Aseguramiento de la Calidad, aplicable a la fabricación y a		

	la instalación.		
ISO 9003	Modelo de Aseguramiento de la Calidad, aplicable a la inspección y control en los productos terminados.	ISO 9004:2000	Sistemas de Gestión de la calidad - recomendaciones para llevar a cabo la mejora.
ISO 9004	Principios y conceptos, lineamientos para la gestión de calidad y elementos del sistema de calidad: Proporciona al usuario un conjunto de lineamientos bajo los cuales puede ser desarrollado e implantado el sistema gerencial de calidad		

Tabla 1.1. Familia de normas ISO.

Las ISO 9000 y 9004 son documentos orientados sólo para efectos de aseguramiento interno de calidad; las cuales son actividades orientadas a que la gerencia de la organización confíe en garantizar que se ha logrado la calidad deseada. El propósito de la calidad interna es implementar los medios para permitir la mejor descripción posible de la organización y detectar y limitar los funcionamientos incorrectos. Los beneficiarios de la calidad interna son la administración y los empleados de la compañía.

Las ISO 9001, 9002 y 90003 se utilizan para propósitos externos de Aseguramiento de la Calidad, que implica: actividades orientadas a proveer confianza al comprador. El logro de la calidad externa requiere proporcionar productos o servicios que satisfagan las expectativas del cliente. Por lo tanto, este tipo de procedimientos requiere escuchar a los clientes y también debe permitir que se consideren las necesidades implícitas que los clientes no expresan.

La ISO 9003:2004 provee las especificaciones de cómo aplicar la ISO 9001:2000 a los procesos de software, entre ellos los procesos de adquisición, provisión, desarrollo, operación y mantenimiento y servicios de ayuda relacionados. Este estándar no es más que la ISO 9001:2000 aplicada a programas informáticos y servicios relacionados. No cambia ni añade los requisitos de ISO 9001:2000, sólo explica y describe cómo se puede cumplir con estos requerimientos. [17]

En general esta norma se compone de requisitos y directrices. Los requisitos vienen de la norma ISO 9001 sin modificaciones mientras que las directrices son únicas de la ISO 9003 que explican cómo los requisitos de la ISO 9001 pueden ser aplicados a programas informáticos y servicios asociados. Distingue además dos tipos de directrices: recomendaciones y sugerencias. Recomendaciones son aspectos que se deben tener en cuenta para cumplir con los requisitos de ISO 9001, mientras que las sugerencias son cosas que se pueden hacer dentro de los límites establecidos por el estándar ISO 9001.

1.3.2 Modelo de calidad CMMI

Antes que todo es necesario dominar que los modelos de calidad indican qué hacer para obtener un software con calidad, el cómo hacerlo depende de la determinación de las metodologías y de los objetivos del negocio presentes en la empresa u organización.

Ventajas para implantar un modelo de calidad:

- Disminuye el número de defectos totales.
- Disminuye el tiempo de entrega.
- Disminuyen los costes.
- Aumenta la satisfacción del cliente.
- Aumenta los beneficios.

Modelo de Madurez y Capacidad Integrado (CMMI)

Desarrollado por el Instituto de Ingeniería del Software de la Universidad Carnegie Mellon (SEI), y publicado en su primera versión en enero de 2002. Es un modelo enfocado a la mejora continua o evaluación de los procesos de desarrollo, mantenimiento de sistemas y productos de software durante el desarrollo de un proyecto, departamento u organización. Es empleado para medir o evaluar la madurez y capacidades de la organización. Le proporciona a las organizaciones los elementos esenciales para procesos eficientes. Centrado tanto en procesos de Administración como de Ingeniería de Sistemas y Software.

El principio fundamental de CMMI se refiere a que la calidad de un producto o de un sistema es en su mayor parte consecuencia de la calidad de cada uno de los procesos utilizados durante su desarrollo y mantenimiento. Significa que la calidad se construye en base al ciclo de vida, la única vía para mejorar un producto de software es ir mejorando el proceso a medida que se vaya desarrollando el software. [2]

CMMI requiere de mucho esfuerzo y compromiso de toda la organización, debe diseñar y documentar los procesos y posteriormente ponerlos en práctica, se requiere cómo mínimo de no menos de 10 personas en el grupo de desarrollo y se necesita de una fuerte inversión económica.

Posee dos representaciones o enfoques que tienen como finalidad atender las diversas necesidades de las organizaciones que quieren realizar la mejora de sus procesos, estos son: continuo y escalonado. El enfoque continuo (*Figura 1.1*) hace hincapié en la capacidad de ciertas áreas para realizar sus actividades de manera adecuada. El enfoque escalonado o por niveles (*Figura 1.2*) hace especial énfasis en el grado de madurez de los procesos, o sea, la madurez de la organización aumenta al incorporar un conjunto de prácticas. Su diferencia está en que en la representación continua se mide el nivel de capacidad por áreas de proceso mientras que en la representación escalonada se mide el nivel de madurez de la organización a través de ciertos niveles.



Figura 1.1. Representación Continua.



Figura 1.2. Representación Escalonada.

Primeramente un área de proceso agrupa un conjunto de prácticas relacionadas entre sí cuya ejecución permite alcanzar una serie de objetivos y metas. (CMMI-DEV v1.2). Son un conjunto de actividades agrupadas para facilitar el camino de la mejora, establecen la capacidad de proceso de la organización o madurez organizacional. [2]

Enfoque continuo

Las 22 áreas de proceso con que cuenta CMMI se agrupan en 4 categorías generales:

1. Gestión de Proyectos
2. Gestión de Procesos
3. Ingeniería
4. Soporte

Entre las áreas de procesos de soporte se encuentran la Administración de configuración y Aseguramiento de la Calidad del Producto y el Proceso, estas cubren las actividades de apoyo al desarrollo y mantenimiento de productos y servicios. Dirigiendo los procesos hacia el proyecto, los cuales guían a la organización en la consecución de sus objetivos.

Enfoque escalonado

Se clasifica las empresas en niveles de madurez. Los cuales sirven para conocer la madurez de los procesos que se realizan para producir software, donde cada nivel tiene asignado un conjunto de áreas de procesos.

Los niveles CMMI son 5:

1. Inicial o Nivel 1
2. Repetible o Nivel 2
3. Definido o Nivel 3
4. Cuantitativamente Gestionado o Nivel 4
5. Optimizado o Nivel 5

Las autoras del trabajo de diploma enfocan la atención en los dos primeros. Y aún más en el nivel 2, por ser el nivel que se desea alcanzar en un futuro cercano en la universidad.

- Inicial o Nivel 1: Este es el nivel en donde están todas las empresas que no tienen procesos. Sólo por el hecho de su existencia como empresa de software están en el nivel 1.
- Repetible o Nivel 2: Quiere decir que el éxito de los resultados obtenidos se pueden repetir. La principal diferencia entre este nivel y el anterior es que el proyecto es gestionado y controlado durante el desarrollo del mismo. El desarrollo no es opaco y se puede saber el estado del proyecto en todo momento. También es conocido como nivel Administrado.

Procesos que hay que implantar para alcanzar este nivel:

- Gestión de requisitos

- Planificación de proyectos
- Seguimiento y control de proyectos
- Gestión de proveedores
- Aseguramiento de la Calidad
- Gestión de la configuración

La mayoría de las empresas que quieren optimizar su manera de trabajar para conseguir mejores resultados quieren avanzar hasta el nivel 2, que a pesar de ser el primer nivel para empresas productoras de software, es el más difícil de alcanzar ya que requiere de cambios en la forma de trabajar de la empresa y por ende inciden también en la cultura de la misma. Por lo tanto la dirección juega un papel fundamental, tanto es así que si se pretende alcanzar el nivel 2 de CMMI sin el apoyo constante de la dirección, es en vano cualquier intención.

1.3.2.1 Nivel 2 de CMMI

Este nivel posee una serie de características significativas que apoyan y mejoran el proceso de desarrollo de software en cualquier equipo desarrollador como son: los procesos definidos y administrados; los recursos son los adecuados; se asignan responsabilidades; la dirección tiene control y visibilidad de las actividades y de los productos en puntos predefinidos; se definen las actividades básicas para la administración de proyectos.

El nivel 2 contiene 7 áreas de proceso. A continuación se mencionan. [2]

- Administración de Requerimientos (**REQM**): Gestionar los requerimientos técnicos y no técnicos pactados en un contrato, estándar o especificación formalmente documentado. El software no sólo necesita funcionalidad sino usabilidad.

- **Planeación del proyecto (PP):** Estimar razonablemente el uso de recursos y tiempo para la realización de un proyecto, debe actualizarse conforme avance el proyecto y deberá tomar en cuenta escenarios tanto a favor como en contra. Hay que estimar realísticamente y tomar en cuenta que una donación de tiempo de trabajo tiene un costo, por lo tanto no hay que desperdiciarlo.
- **Monitoreo y control del proyecto (PMC):** Basados en el Plan del Proyecto debemos monitorear las acciones a llevarse a cabo, así como aplicar medidas correctivas de ser necesario, tomar en cuenta que estas impactarán en nuestro Plan de Proyecto. El compromiso del equipo de desarrollo debe ser real, deben trazarse metas bien definidas.
- **Administración de acuerdos con proveedores (SAM).**
- **Medición y análisis (MA):** Acopiar datos y seleccionar indicadores que permitan medir la evolución de los procesos críticos del proyecto, comparar lo real contra lo planificado.
- **Administración de la configuración (CM):** Administración y control de los elementos que conforman nuestro proyecto, es el proceso más largo y sólo culmina cuando el software es retirado de circulación, requiere una organización impecable de los componentes en desarrollo. Acompañar el software de toda la documentación necesaria para seguir su evolución, cambios, mejoras, etc.
- **Aseguramiento de la Calidad del Proceso y el Producto (PPQA):** Conjunto de actividades planificadas y constantes requeridas para asegurar que el software cumplirá con ciertos criterios esperados de calidad, debe planificarse antes de desarrollar el software, nunca después o en el camino.

1.3.2.2 Aseguramiento de la Calidad del Proceso y el Producto (PPQA)

El propósito del Aseguramiento de la Calidad del Proceso y el Producto es proporcionar a los equipos de desarrollo de software y a la dirección la visibilidad adecuada sobre los procesos y productos de trabajo asociados que se realizan durante toda la vida del proyecto de software.

Si no se asegura la calidad en base a procesos y productos no se conocen los procesos que se controlan en la organización, ni se sabe si se respetan los estándares definidos y los productos se entregan con diferentes niveles de calidad.

Tomando en cuenta el principio de CMMI de que, la calidad de un producto o de un sistema es en su mayor parte consecuencia de la calidad de los procesos empleados en su desarrollo y mantenimiento, se hace necesario enfocar el proceso productivo como elemento principal ya que es el elemento unificador entre las personas y la tecnología, sin éste el esfuerzo y la capacidad de estudiantes y profesores puede desperdiciarse y la tecnología puede ser desaprovechada.

Puntos importantes de PPQA [18]

- Evaluación objetiva de procesos, productos y servicios aplicando la descripción de los procesos, estándares y procedimientos.
- Identificación y documentación de no conformidades.
- Informar al equipo y gerentes sobre los resultados de las actividades de Aseguramiento de la Calidad.
- Asegurar que las no conformidades sean tratadas.

PPQA posee Objetivos Específicos (OE) los cuales proporcionan Prácticas Específicas (PE) para asegurar la calidad, enfocadas a evaluar objetivamente los procesos realizados, los productos de trabajo y servicios contra las descripciones de los procesos, estándares y procedimientos. Cada una de estas PE está subdividida en sub-prácticas. Consultar Libro IPP-3520:2009- Libro de Proceso para PPQA.

OE Evaluar objetivamente los procesos y productos de trabajo

- PE: Evaluar objetivamente los procesos.
- PE: Evaluar objetivamente los servicios y productos de trabajo.

OE Proveer información objetiva

- PE: Comunicar y asegurar la solución de cada no-conformidad encontrada.
- PE: Establecer y mantener registros de las actividades de Aseguramiento de la Calidad.

Esta área establece 4 sub-procesos principales:

- IPP-3520:2009- PPQA
- IPP-3521:2009-Evaluación de la adherencia de procesos y productos
- IPP-3522:2009-Seguimiento/escalamiento de no conformidades
- IPP-3523:2009-Análisis de Resultados

Cada uno de los sub-procesos tiene implícita una serie de actividades: [18]

Actividades del subproceso IPP-3520:2009- PPQA

- Definir las evaluaciones que se van a hacer y el momento en que se van a realizar.
- Seleccionar procesos y productos a evaluar.

Actividades el subproceso IPP-3521:2009-Evaluación de la adherencia de procesos y productos:

- Reunión de inicio.
- Aplicar listas de verificación y entrevistas.
- Preparar los resultados de la evaluación.
- Comunicar los resultados de las evaluaciones.
- Entrega de las acciones correctivas.

Actividades del subproceso IPP-3522:2009-Seguimiento/escalamiento de no conformidades:

- Escalar la no conformidad.
- Documentar el permiso.

Actividades del subproceso IPP-3523:2009-Análisis de Resultados:

- Analizar la información.
- Generar información de tendencias.

1.3.3 Estándar IEEE

Corresponde a las siglas del Instituto de Ingenieros Eléctricos y Electrónicos. Fue formado en 1963 por la fusión del Instituto Americano de Ingenieros Eléctricos (AIEE por sus siglas en inglés), fundado en 1884 y el Instituto de Ingenieros de Radio (IRE por sus siglas en inglés), fundado en 1912. Es una asociación técnico-profesional mundial dedicada entre otras cosas a la estandarización. Es la mayor asociación internacional, formada por profesionales de las nuevas tecnologías, como ingenieros eléctricos, ingenieros en electrónica, científicos de la computación, ingenieros en informática, ingenieros en biomédica e ingenieros en telecomunicaciones.

La IEEE tiene definidos estándares para actividades relacionadas con la calidad como pruebas, verificación y validación, revisiones, etc.

- IEEE 829:1998 Documentación de pruebas del software
- IEEE 1008:1993 Pruebas de unidad del software
- IEEE 1012:2004 Verificación y validación del software
- IEEE 1028:1997 Revisiones del software

1.4 Calidad del software en la Universidad de las Ciencias Informáticas

En la Universidad de las Ciencias Informáticas por cada facultad se conforma un grupo de calidad dirigido por un asesor de calidad, encargados estos de controlar la calidad de sus proyectos. A nivel de universidad se cuenta con el Centro de Calidad de Software (Calisoft) encargado de controlar y dirigir la calidad de los productos de software que se desarrollan en los proyectos de la universidad.

Actualmente la UCI está acometiendo un proyecto de mejora de sus procesos basado en el modelo CMMI, contando con la contratación de los servicios de consultoría del SIE Center (Software Industry Excellence Center) del Tecnológico de Monterrey.

Con la implantación de este modelo se espera alcanzar beneficios como la mejora del ciclo de vida dentro del desarrollo de los productos de software, que los calendarios y presupuestos se tornen predecibles, mayor productividad y calidad de los productos y servicios que brinda la universidad a sus clientes, logrando de esta forma satisfacer sus necesidades y elevar el prestigio de la universidad.

El servicio de consultoría que ofrece el SEI ayuda a la UCI a revisar su estrategia de mejora de procesos de software, para asegurar que su organización está basada en procesos y con un programa de mejora continua alineado con sus objetivos de negocio; ayuda a establecer las bases y fundamentos para seguir mejorando sus procesos y fortalece su cultura de calidad en el desarrollo de software; permite alinear los procesos de desarrollo de software con los principios y requisitos del modelo CMMI, estableciendo planes de mejora con los que la organización oriente sus procesos hacia el propósito de sus metas.

Debido a este proceso de mejora en el que se encuentra inmersa la UCI, se encuentran definidos y en pilotos cinco procesos de este modelo: Aseguramiento de la Calidad a Procesos y Productos (PPQA), Administración de Requisitos (REQM), Planeación del Proyecto (PP), Monitoreo y Control del Proyecto (PMC) y Medición y Análisis (MA) y en definición se encuentran los procesos de Administración de Acuerdos con Proveedores (SAM) y Administración de la Configuración (CM). También han tenido lugar

cursos de postgrado a los profesores, dedicado a la capacitación de analistas, líderes de proyecto y otros agentes involucrados con el área de proceso de Administración de Requisitos, que permitirá mejorar el desempeño de los diferentes roles de los proyectos productivos.

Para el Aseguramiento de la Calidad se cuenta con Lineamientos de Calidad que representan una guía a seguir por los proyectos de desarrollo de software que ayudan a definir los artefactos que deben generar y los procesos que deben realizar para obtener un producto final con calidad. Con el objetivo de estandarizar y organizar los artefactos generados durante el proceso de desarrollo de software y contribuir a la calidad de los mismos, se ha confeccionado el Expediente de Proyecto (EP) por la Dirección de Calidad de Software de la universidad, como una herramienta que agrupa y organiza todos los artefactos que se generan durante el desarrollo de software. Desde los inicios de un proyecto debe abrirse un expediente que recoja toda la documentación necesaria para asegurar la calidad del proceso de producción del software y del producto como tal. Para evaluar la documentación según el tipo de proyecto se definió una estructura para el EP y una serie de plantillas para dicho expediente, basados en el análisis de varios modelos y estándares que norman la documentación de software como CMMI [CMMI, 2002] en su versión 1.2, las normas ISO y los estándares de la IEEE [IEEE, 1990][IEEE, 1998]. Actualmente ya se encuentra terminada la versión 2.0, basado en el proceso de mejora que se lleva en marcha, pero existen muchos proyectos productivos que utilizan el EP v1.0.

Basado en las áreas de proceso que divide CMMI, las áreas de Ingeniería, Soporte y Gestión de proyectos, se utilizaron para agrupar las plantillas en el EP, conjuntamente con otra categoría legal, agregada por los especialistas que consideraron conveniente.

- Ingeniería: Están presentes los documentos relacionados con proceso de Ingeniería de software. Aunque no están definidos para ninguna metodología en específico, tiene presente los procesos básicos para la construcción del software.
- Gestión de proyecto: Contiene los documentos necesarios para la administración efectiva de un proyecto software, como la ejecución de cada uno de los procesos presentes en el desarrollo de

software así como aquellos aspectos generales del proyecto (cronogramas, recursos, presupuestos, etc.).

- Soporte: Está dividido en dos grupos: Gestión de Configuración del software y Aseguramiento de la Calidad, los cuales garantizan el soporte para la confección del software.

1.5 Aseguramiento de la Calidad en la UCI

En la universidad se realizan revisiones por los especialistas de Calisoft a los proyectos productivos tanto a los documentos como a los productos de los mismos. Este proceso tiene en cuenta las actividades que se realizan en los proyectos, las entradas y salidas que requiere cada actividad, así como los que participan en su ejecución. Estas revisiones la mayoría de las veces dan lugar a defectos tales como: el incumplimiento del cronograma del proyecto y hasta existen proyectos que no tienen establecido el mismo, no se tienen determinados los roles y responsabilidades, no se realiza la gestión de requisitos, las herramientas de desarrollo no están definidas ni se utilizan, no se establece la Gestión de la Configuración ni el Plan de Aseguramiento de la Calidad, el EP no está completo, debido a que no se ajusta a las propiedades de los proyectos, entre muchos otros aspectos.

Desde el curso pasado en algunos proyectos pilotos, se ha puesto en marcha la aplicación del área de proceso PPQA para el Aseguramiento de la Calidad. En la universidad cada proyecto productivo define su propia estrategia para la calidad, puesto que depende del tipo de producto que desarrolla, las metodologías y estándares que se emplean para la realización del mismo.

En la Facultad 5 se han realizado auditorías a los proyectos y desde el año 2008 hasta la actualidad se han detectado las siguientes dificultades:

- Problemas en el Proceso de Medición y análisis de la calidad.
- Incoherencias en los planes de Aseguramiento de la Calidad con el Cronograma del proyecto.
- No actualización de los planes de capacitación.

- Deficiencias con el plan de gestión de Configuración.
- No correspondencia del Plan de Desarrollo de Software con el Cronograma del proyecto.
- Cronograma del proyecto desactualizado.

1.6 Línea de producto “Inspección de territorios”

Una línea de productos de software (SPL) es un conjunto de software de sistemas intensivos que comparten algo en común, gestionado conjunto de características para satisfacer las necesidades específicas de un determinado segmento del mercado o de la misión y que se desarrolló a partir de un conjunto común de activos centrales de una manera prescrita.

Estos activos centrales forman la base para la línea de productos y en ellos se incluyen, entre otros, la arquitectura, las especificaciones de requisitos, los planes y casos de prueba y componentes de software reutilizables.

Inspección de territorios

En el área ‘Inspección de territorios’ se ubican soluciones enfocadas a ofrecer al usuario una idea más realista de los entornos que quiera conocer. Son aplicables a cualquier entidad tanto nacional como internacional que esté interesada en recrear virtualmente sus entornos.

Es aplicable en Desarrollo de Sistemas Georeferenciados de Información Tridimensionales (GIS3D), Desarrollo de Realidad Virtual y representaciones arquitectónicas aplicables en galerías de arte, museos, lugares de interés cultural o cualquier área externa o interna con un nivel alto de detalles.

Principales aplicaciones que se identifican en esta área:

- Productos cartográficos: Levantamiento arquitectónicos en 3D, levantamientos fotogramétricos de fachadas, modelación 3D y aplicaciones de realidad virtual adecuados. Ejemplo: planos gráficos en dos o tres dimensiones, paseos virtuales, estudios de impacto, estudios de materiales, etc.)

- Productos culturales: Se pueden catalogar de diferentes tipos por ejemplo: edificios importantes, sitios con valor patrimonial, conjuntos arquitectónicos, entre otros.
- Itinerarios y rutas: Construcción de itinerarios y rutas virtuales, de lugares de interés histórico, cultural, etc.

En la universidad lo que más se relaciona con esta área es el proyecto Paseos Virtuales de la Facultad 5 que se encarga de realizar paseos virtuales en 3D, por lugares de interés para el cliente donde se modelan objetos de la vida real.

1.7 ¿Qué es un procedimiento?

Es un conjunto de instrucciones específicas y detalladas de los procesos o actividades, e incluyen tanto la experiencia y práctica del trabajo cotidiano como los códigos, normas y especificaciones a los que hay que ajustarse.

Elementos que contiene un procedimiento:

- Nombre
- Objetivo
- Alcance
- Referencias
- Responsables
- Políticas a seguir
- Descripción

Conclusiones parciales

En el presente capítulo se realizó un estudio de los conceptos básicos relacionados con el tema de calidad y con la calidad de software, así como las distintas definiciones que ha adoptado a medida que ha evolucionado el concepto, haciendo mucho más énfasis en las definiciones de Aseguramiento de la Calidad por ser el tema que ocupa el trabajo de diploma. El análisis de estos conceptos ha permitido comprender mejor el tema, realizar una valoración de los mismos y marcar las diferencias y relaciones entre unos y otros. Se investigó sobre las normas, modelos y estándares que facilitan una mejor documentación del procedimiento a desarrollar, como la familia de la norma ISO 9000, utilizadas mundialmente para la gestión y el Aseguramiento de la Calidad, el modelo CMMI para la evaluación de los procesos de desarrollo y estándares IEEE relacionados con el control de la calidad. El análisis del estado del arte permitió determinar que las prácticas que propone al área de proceso PPQA, por la capacidad que posee de proporcionarle al equipo del proyecto a través de evaluaciones, visión clara de los procesos y productos de trabajo que se realizan; entre otras actividades como la gestión de configuración, el control a través de pruebas, revisiones y auditorías, el uso de estándares son acciones que se llevan a cabo para el Aseguramiento de la Calidad.

Capítulo 2: Análisis de la situación actual de la línea de producto “Inspección de territorios”

Introducción

En este capítulo se realiza una descripción de la situación que presenta actualmente la línea de producto “Inspección de territorios”. Primeramente se describe el estado actual de los proyectos que conforman esta línea, la estructura, su funcionamiento interno incluyendo el proceso de Aseguramiento de la Calidad, entre otros aspectos. Y a partir de estos elementos y listas de chequeo aplicadas al proyecto se determinaron las deficiencias que afectan esta línea de producto.

2.1 Estado actual de la línea de producto “Inspección de territorios”

La línea de producto “Inspección de territorios” actualmente está formada por un sólo proyecto cuyo nombre es Paseos Virtuales. En el mercado nacional existen pocas empresas que se especializan en el área de entornos virtuales y la UCI desde sus inicios trabaja el tema de realidad virtual, lo que ha permitido cierto grado de reconocimiento a nivel nacional, por lo que dicho proyecto de aplicación pretende convertirse en líder nacional en el desarrollo de este tipo de producto.

Este proyecto surgido en el año 2003, se centra en realizar paseos virtuales y maquetas digitales donde se modelan objetos de la vida real o posible a crear en un tiempo determinado, diseñados en 3D con vistas y recorridos en diferentes ángulos. Los modelos a realizar son aplicables a cualquier área tales como la medicina, educación, turismo, o para cualquier entidad interesada en un producto a modelar. Este proyecto posee amplias perspectivas económicas por sus características de emplear poco tiempo para el desarrollo de un producto y por tener alta demanda en el mercado tanto nacional como internacional.

Se ha logrado la entrega de productos tales como:

- Paseo Virtual UCI 2003, presentado en la Feria Internacional de la Informática en Suiza.
- Paseo Virtual de la Infraestructura Productiva UCI 2004.
- El Video Juego: Laberinto del Saber 2, UCI 2005.
- Paseo Virtual Docente 1 UCI 2007.
- Demo Paseo Virtual 2008.
- Paseo Virtual “Prado de las Esculturas”.

También se ha logrado impulsar el desarrollo de Paseos Virtuales sobre la Web con la creación de:

- Paseo Virtual Plaza de la escultura de Niemeyer, UCI 2009.
- Paseo Virtual del Salón Virtual de la Industria Informática Cubana.

En el proyecto existen las siguientes líneas de producto:

- Diseño 3D
- Motor Gráfico

El proyecto Paseos Virtuales, se rige actualmente por el Expediente de Proyecto v1.0, donde se hace referencia al Plan de Aseguramiento de la Calidad, en el mismo se proponen una serie de actividades para asegurar el producto a desarrollar.

Metas del proyecto actualmente:

- Producir un software que responda a las necesidades definidas por el Grupo de Cooperación Internacional de la UCI.
- Responder las no conformidades y nuevos requerimientos de los clientes con la entrega de nuevas versiones del producto.
- Brindar la documentación y ayuda de cada producto liberado.
- Brindar cuantos cursos estimen necesarios los clientes para el adiestramiento en el uso de esta herramienta.

2.1.1 Estructura del proyecto Paseos Virtuales

La estructura del proyecto está conformada de la siguiente forma:

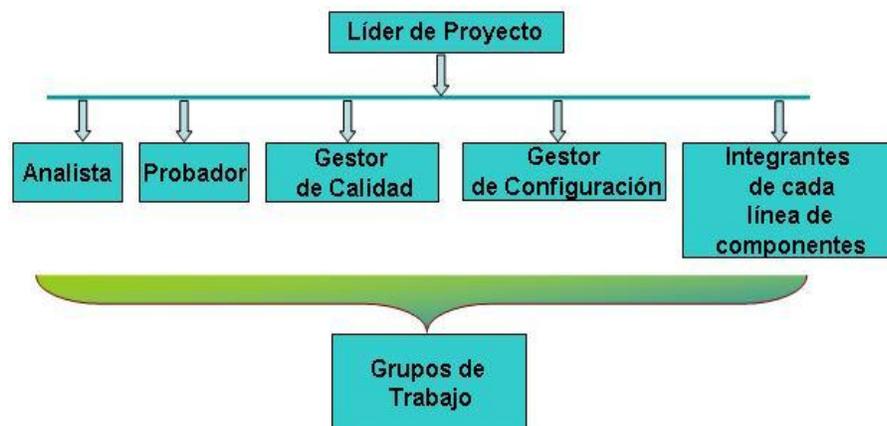


Figura 2.1. Estructura de proyecto Paseos Virtuales.

El Líder de Proyecto se reúne solamente con el responsable de cada grupo de trabajo, éstos son los que responden por el cumplimiento o no de las tareas que se planifiquen en el desarrollo del proyecto. Y luego

que son precisadas las actividades, cada una de estas personas responsables, se encarga de asignar directamente las tareas a los miembros del grupo de trabajo que dirigen.

2.1.2 Recursos humanos por roles

Actualmente los recursos humanos por roles están conformados de la siguiente forma:

Líder de Proyecto: 1 profesor

Probador: 1 estudiante

Analista: 3 estudiantes

Administrador de la Calidad: 1 profesor

Diseñador gráfico: 7 estudiantes

Programador: 3 estudiantes

Administrador de Configuración: 1 estudiante

El proyecto cuenta con 13 estudiantes y 2 profesores, para un total de 15 integrantes.

2.1.3 Roles y responsabilidades

Roles que están definidos actualmente:



Figura 2.2. Roles del proyecto Paseos Virtuales.

Todos los roles y responsabilidades que se encuentran definidos en el proyecto, se pueden ver en el [Anexo 1](#).

Anteriormente el proyecto contaba con un Planificador de la Calidad y partir del mes de febrero del presente año se sustituyó por el rol de Administrador de la Calidad, pero manteniendo las mismas responsabilidades que el primero. Los roles implicados en el Aseguramiento de la Calidad tienen asignadas las siguientes responsabilidades:

Administrador de la Calidad:

- Planificar el proceso de Aseguramiento de la Calidad en el proyecto (Plan de Calidad).
- Realizar el Plan de Prueba, de Revisión y Auditoría de cada iteración.
- Coordinar el proceso de recopilación, análisis y reporte de las estadísticas de calidad (Plan de mediciones).

- Hacerle seguimiento a estos planes.
- Guiar las revisiones técnicas formales.
- Guiar las pruebas que se realicen.
- Guiar las auditorías que se realicen.
- Manejar todo lo relacionado con los riesgos de calidad (Lista de Riesgos).
- Realizar el Resumen de Evaluación de Pruebas.

Probador:

- Ejecutar las pruebas diseñadas.
- Registrar los resultados.

Las autoras del trabajo opinan que los roles para el Aseguramiento de la Calidad dentro del proyecto son escasos por lo que no se desempeñan todas las actividades que se deben realizar, motivo por el cual se considera importante incorporar más roles para el Aseguramiento de la Calidad dentro del proyecto y al resultar escaso el personal asociado a dicho proyecto, se propone que una misma persona pueda desempeñar más de un rol y que se revisen bien las competencias que debe tener el personal que desempeñe cada rol. En el Capítulo 3 se proponen estos roles y sus competencias.

2.1.4 Ambiente de trabajo

A continuación se hace mención al conjunto de herramientas que se utilizan:

- Herramienta básica para desarrollo de sistemas de realidad virtual: SceneToolKit
- Herramientas de diseño 2D y 3D: Blender 2.48

- Herramienta de diseño privativa: 3D Max 2009
- IDE de programación: Code Blocks 8.02
- Lenguaje modelado: UML
- Se trabaja sobre el sistema Operativo: Windows XP y en ocasiones Linux
- Herramienta de diseño 2D privativa: Photoshop
- Herramienta de diseño 2D de software libre: Gimp
- Metodología propia: MP
- Metodología RUP

2.1.5 Ciclo de Desarrollo

El Proyecto anteriormente hacía uso de la metodología RUP y debido a que la misma es para proyectos de desarrollo de software de larga duración, no se ajusta a las características propias de este proyecto de aplicación. Por lo que se utiliza actualmente una metodología propia desarrollada por el Líder de Proyecto, aunque la misma no se encuentra documentada. En la siguiente figura se muestra:

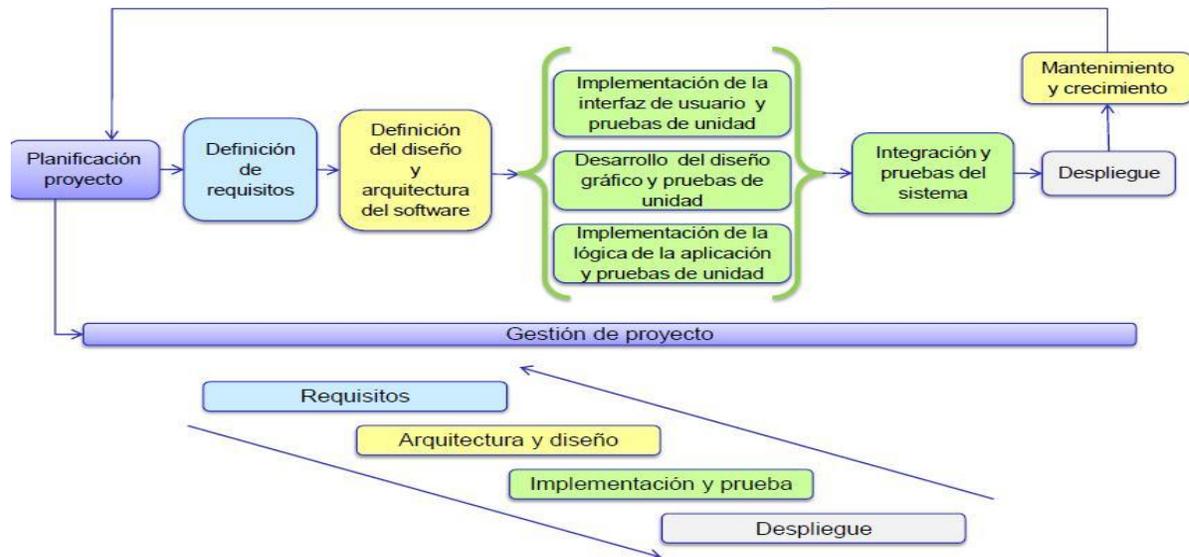


Figura 2.3. Metodología Propia del proyecto Paseos Virtuales.

2.1.6 Actividades para asegurar la calidad

Entre las tareas designadas en el proyecto para el Aseguramiento de la Calidad, se encuentran:

- Pruebas de caja negra.
- Pruebas a versiones liberadas.
- Revisión del EP.
- Revisiones internas a los artefactos y procesos.
- Certificación final del producto.
- Evaluación de la satisfacción del cliente.

Las revisiones las realiza el Líder de Proyecto periódicamente, debido a que en el proyecto no se cuenta con un rol designado para realizar esta actividad.

Para la resolución de los problemas detectados en las revisiones se siguen los siguientes pasos:

- Definir el problema y poner en marcha acciones contenedoras.
- Identificar y priorizar las causas raíz del problema.
- Definir la solución del problema.
- Implantar la solución y confirmar resultados.

2.1.7 Producto Paseo Virtual UCI

El proyecto Paseos Virtuales tiene como producto principal el “Paseo Virtual UCI”. Actualmente el equipo de desarrollo está inmerso en el desarrollo de la versión 2 de dicho producto, logrando obtener la versión 1.0 en el 2003, que nace de la idea de que la Cooperación Internacional UCI no contaba con un recorrido virtual de la universidad, por lo que en ocasiones se veían en la necesidad de realizar un recorrido real en auto por aquellos lugares que no son del interés del visitante o que no están en condiciones óptimas para ser mostrados.

Se espera desarrollar una herramienta digital que permita mostrar la universidad y los lugares de mayor interés para el visitante u otros interesados. La versión 2 del Paseo Virtual UCI tiene fecha de inicio y de entrega: 16/10/08 y 26/04/2010 respectivamente.

Este producto debe cumplir con los siguientes criterios:

- El recorrido debe mostrar sólo las áreas de interés por el cliente.
- La calidad visual del recorrido debe ser la más aproximada a la real, con algunos retoques artísticos para sobresaltar los detalles de interés.

- Fácil manejo para usuarios inexpertos.
- Mostrar datos adicionales referentes a los lugares u objetos de interés.
- Realizar un recorrido automático de modo expostivo.

El recorrido virtual se realizará por escenas, donde se divide el recorrido oficial en secciones, dándole la opción al usuario al iniciar cada escena, de recorrerla o de recorrer otra y el modo en que se realizará el recorrido, puede ser de tipo (1) Paseo: se presenta un recorrido estándar por el centro, tratando de mostrar de forma detallada los principales lugares de interés; (2) Libre: el mismo usuario haciendo uso del teclado y el mouse, dirige su movimiento por la escena de su interés; (3) Dirigido: el usuario es transportado por la escena con la posibilidad de mirar hacia cualquier ángulo horizontalmente, dirigido con el mouse.

Esta aplicación es totalmente gratuita. El costo se enmarca en los gastos en energía eléctrica y recursos de hardware de PC, así como el tiempo dedicado por los miembros del proyecto.

2.2 Problemas detectados en la línea de producto

Con la aplicación de las listas de chequeo al proyecto Paseos Virtuales basadas en los Lineamientos de Calidad establecidos por Calisoft y en las actividades incluidas en los subprocesos principales del área de proceso PPQA, (ver [Anexo 2](#) y [Anexo 3](#)) se detectaron problemas que inciden negativamente en el Aseguramiento de la Calidad del proyecto, como son:

No documentan:

- La metodología que utilizan con las actividades, roles y artefactos en cada fase.
- Las revisiones que se realizan.
- El seguimiento de las no conformidades que se detectan.

No tienen definido:

- Los estándares para el desarrollo del proyecto.
- El Plan de Prueba, Diseño de casos de prueba.
- Las listas de chequeo para las revisiones y pruebas.
- La cantidad de revisiones a hacer y en qué fase se van a realizar.

No se planifican auditorías y Revisiones Técnicas Formales.

Para el Aseguramiento de la Calidad sólo se cuenta con los roles de Administrador de la Calidad y Probador.

Conclusiones parciales

A través del análisis de la situación actual de la línea de producto y de las Listas de Chequeo realizadas al proyecto Paseos Virtuales se dieron a conocer los problemas que afectan el Aseguramiento de la Calidad en el mismo.

Con la puesta en práctica del procedimiento se espera reducir o eliminar estos problemas que afectan seriamente el proceso de desarrollo del proyecto y maximizar la calidad de los productos que se realizan en la línea. A partir de su aplicación se espera que los futuros proyectos miembros de esta línea desarrollen procesos y productos con elevados niveles de calidad, que permitan ser reconocidos nacionalmente por la amplia satisfacción que le brindarán al cliente con la entrega de la aplicación deseada.

Capítulo 3 Propuesta y validación del procedimiento

Introducción

Durante este capítulo se describe el procedimiento para el Aseguramiento de la Calidad en la línea de producto “Inspección de territorios”, en el ciclo de vida de cada uno de los proyectos que pertenecen a la línea. También se realiza una descripción detallada de los pasos a seguir para el desarrollo exitoso del proceso de Aseguramiento de la Calidad. Además de que se exponen los resultados de la validación del procedimiento en una de las fases del proceso de desarrollo del producto Paseo Virtual UCI.

3.1 Resumen

El procedimiento propuesto para el Aseguramiento de la Calidad en la línea de producto “Inspección de territorios”, está conformado por 5 etapas las cuales tienen incluidas actividades. Dichas actividades deben llevarse a cabo por el Equipo de Aseguramiento de la Calidad.

3.2 Nombre del procedimiento

Aseguramiento de la Calidad en la línea de producto “Inspección de territorios”.

3.3 Objetivo

Establecer una guía para asegurar que los proyectos de aplicación de la línea de producto “Inspección de territorios” desarrollen procesos con calidad durante todo el ciclo de vida del proyecto y por ende obtengan productos que cumplan con los requisitos de calidad esperados por el cliente.

3.4 Alcance

Línea de producto “Inspección de territorios”.

3.5 Referencias

Área de proceso PPQA en CMMI v1.2.

IPP-3520:2009: Libro de Proceso para PPQA.

3.6 Responsables

La persona encargada de desempeñar el rol de Administrador de la Calidad de cada proyecto perteneciente a la línea de producto es el responsable de establecer el procedimiento posteriormente descrito.

La persona encargada de examinar este procedimiento es el Jefe del Grupo de Gestión de la Calidad del Centro de Informática Industrial (CEDIN) que es al que pertenece esta línea de producto.

Los facultados para controlar el cumplimiento estricto del procedimiento en la línea de producto es el Administrador de la Calidad que dirige esta línea y cada uno de los líderes de los proyectos que formen parte de la misma.

3.7 Términos y definiciones

(A)(E): Artefacto de entrada.

(A)(S): Artefacto de salida que evidencia el cumplimiento de la actividad.

Calisoft: Dirección de Calidad de Software.

Competencias: Aptitudes personales demostrables para aplicar conocimientos y habilidades.

EP: Expediente de Proyecto.

Equipo de Trabajo: Se refiere al equipo desarrollador del proyecto, incluye el Líder de Proyecto.

MP: Metodología Propia.

RTF: Revisión Técnica Formal.

Redmine: Herramienta que se utiliza para el control de las tareas, de los artefactos, actividades y documentos generados por los proyectos y grupos de trabajo que pertenecen al Centro de Informática Industrial. Cada centro de la UCI tiene su Redmine.

(R): Responsable.

RUP: Rational Unified Process.

UCI: Universidad de Ciencias Informáticas.

3.8 Políticas a seguir

3.8.1 La planificación de la calidad se realiza con la planificación de las fases y las iteraciones del ciclo de vida del proyecto y con la elaboración del Plan de Aseguramiento de la Calidad en las primeras fases del proyecto.

3.8.2 El Aseguramiento de la Calidad es una actividad de soporte que se realiza durante todo el ciclo de vida del proyecto, por tanto, una vez terminada la aplicación se da por terminada la actividad.

3.8.3 El Aseguramiento de la Calidad se diseña para cada aplicación antes de comenzar a desarrollarla y no después.

3.8.4 La mejora de la calidad se lleva a cabo con la realización de las acciones correctivas a partir del surgimiento de las no conformidades que aparecen durante todo el proceso de desarrollo del software.

3.8.5 La duración de la reunión de revisión debe ser menor de dos horas.

3.8.6 El Equipo de Aseguramiento del proyecto es independiente del equipo desarrollador.

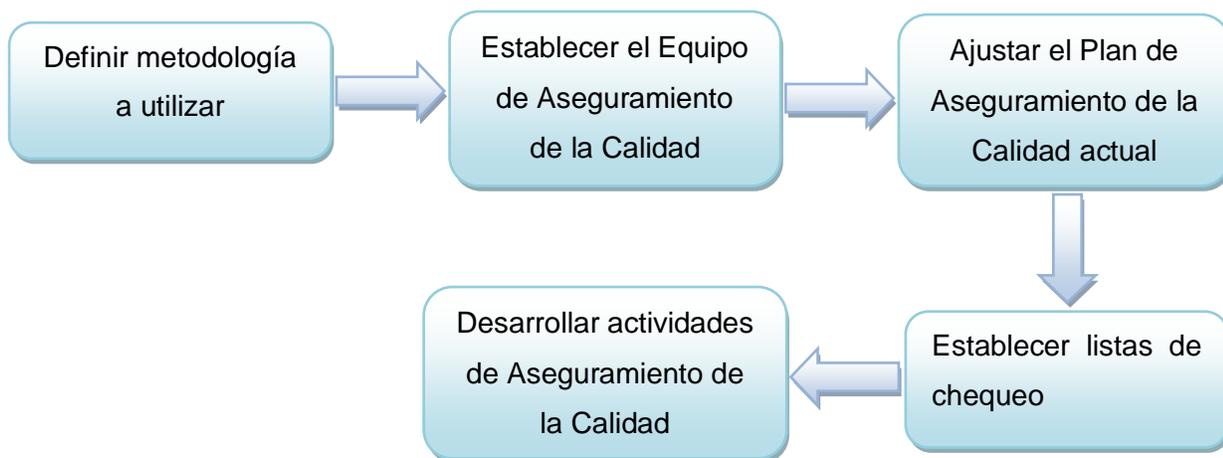
3.8.7 El responsable de asignar los roles y responsabilidades del Equipo de Aseguramiento de la Calidad es el Líder de Proyecto.

3.8.8 Las revisiones y pruebas a realizarse serán aprobadas por el Líder de Proyecto y el Administrador de la Calidad.

3.8.9 El equipo de desarrollo de software tiene que entregar la información solicitada por el Equipo de Revisiones, el día planificado para la reunión de inicio de la revisión.

3.9 Descripción del procedimiento

El procedimiento está conformado por las siguientes etapas:



Etapa 1. Definir metodología a utilizar

La Dirección de Calidad de Software de la UCI considera la metodología RUP como la más idónea para el desarrollo de software en la universidad, el problema consiste en que esta metodología es adaptable a proyectos de largo plazo lo que no se aplica a Paseos Virtuales por ser un proyecto que realiza productos de corto plazo, esto provoca que la manera de llevar a cabo el proceso de dicho proyecto no se ajusta

adecuadamente al modo de producción de la metodología en general, llevando al Líder de Proyecto a hacer uso de una Metodología Propia (MP).

Actividad 1.1 Realizar un análisis acerca de las diferentes metodologías utilizadas mundialmente para desarrollar software

Se propone que el Líder de Proyecto realice un análisis acerca de las metodologías que se utilizan para la implementación de software. Luego de conocer las características de las metodologías analizadas, elegir una teniendo en consideración las características propias de los productos que realiza el proyecto, el tiempo de duración aproximado del proceso de desarrollo, si es un proyecto de corto o largo plazo y ver si la metodología elegida se acomoda al tipo de aplicación que usualmente realiza o que sirva de guía para la documentación de la MP en caso de que se decida seleccionar dicha MP.

Se recomienda utilizar la metodología OpenUp, utilizada actualmente en la universidad para proyectos de corta duración. OpenUP es un proceso unificado, iterativo e incremental. El ciclo de vida está estructurado en las mismas fases e hitos de RUP. Este ciclo de vida permite al equipo la visibilidad, y puntos de decisión a lo largo del proyecto. Esto permite una supervisión eficaz, y le permite tomar las decisiones en el momento oportuno. Un plan de proyecto define el ciclo de vida, y el resultado final es una aplicación liberada. Además de ser iterativo e incremental, es dirigido por casos de uso, y centrado en la arquitectura. Los flujos de trabajo de OpenUP son los siguientes:

- Requisitos.
- Arquitectura.
- Desarrollo.
- Prueba.
- Gestión de proyectos.

En el [Anexo 4](#) se presenta el proceso de esta metodología.

En caso de no querer usar Open Up se recomienda al líder que describa la Metodología Propia que lleva tiempo usando y con la que ha desarrollado varios productos, para que esta MP pueda ser utilizada por todos los proyectos que en un futuro pertenezcan a la línea de producto “Inspección de territorio”.

Actividad 1.2 Documentar la metodología seleccionada

Cuando haya sido seleccionada la metodología que más se ajuste, se procede a documentar la misma, donde se describa claramente el ciclo de vida del proyecto, desde que comienza hasta que termina, que incluya en cada fase:

- Procesos o secuencia de actividades.
- Artefactos.
- Roles principales con las responsabilidades.

Además se debe especificar qué herramientas se usarán junto con las técnicas que apoyen el cumplimiento de la metodología seleccionada. Todo esto contribuye a la organización y la estructuración en la producción de software.

(R): Líder de Proyecto.

(A)(S): Plan de Desarrollo de Software.

Etapa 2. Establecer el Equipo de Aseguramiento de la Calidad

Actividad 2.1 Definir las competencias del personal

Para seleccionar el personal que va a formar parte del Equipo de Aseguramiento de la Calidad se tiene en cuenta que dichas personas posean las habilidades, conocimientos y valores aptos para desempeñar el

rol que se les asigne. Esto garantiza que el personal seleccionado sea el indicado para cumplir con las tareas a desarrollar. Se definieron las competencias del personal presentes en el documento Roles y Responsabilidades para el programa de mejora propuesto por Calisoft, (ver [Anexo 5](#)).

(R): Líder de Proyecto.

(A)(S): Roles y responsabilidades.

Actividad 2.2 Establecer roles y responsabilidades

Se deben establecer un conjunto de roles para conformar el equipo responsable del Aseguramiento de la Calidad dentro del proyecto, los cuales llevarán a cabo un conjunto de tareas que ayudarán a detectar con mayor facilidad los elementos que atenten contra la calidad de los procesos y productos que se realizan. Este equipo tiene la responsabilidad de la planificación, supervisión, registros, análisis e informes del Aseguramiento de la Calidad. Se recomienda que el Equipo de Aseguramiento de la Calidad esté formado por los siguientes roles:

- Administrador de la Calidad
- Diseñador de Pruebas
- Probador
- Revisor
- Responsable de la Gestión de Configuración

Se reflejan los roles y responsabilidades en el [Anexo 6](#). Para determinar los roles y responsabilidades del Equipo de Aseguramiento de la Calidad se utilizó el documento 0516_Roles y responsabilidades para los proyectos sometidos al programa de mejora definido por Calisoft.

(R): Líder de Proyecto.

(A)(S): Roles y responsabilidades.

Actividad 2.3 Capacitar al Equipo de Aseguramiento de la Calidad

Cada uno de los miembros debe estar capacitado y poseer los conocimientos para resolver cualquier situación que se presente en su área de trabajo, así como en caso de ser necesario deberá ser guiado inicialmente por el asesor de calidad del centro al que pertenezca, hasta adquirir la destreza necesaria para desempeñar correctamente su trabajo. Se propone incluir en el artefacto que se genera en esta actividad la capacitación del Equipo de Aseguramiento de la Calidad.

Se proponen algunos temas en los que se puede capacitar a dichas personas:

- Realizar las actividades referentes a revisiones técnicas formales, pruebas y gestión de configuración.
- Identificar las no conformidades que resultan de las actividades de Aseguramiento de la Calidad.
- Evaluar los procesos y productos de trabajo mediante las revisiones.
- Estándares que ayuden al desarrollo de las revisiones técnicas formales, pruebas y gestión de configuración.

(R): Administrador de la Calidad.

(A)(S): Plan de capacitación.

Etapas 3. Ajustar el Plan de Aseguramiento de la Calidad actual

El proyecto Paseos Virtuales cuenta con un Plan de Aseguramiento de la Calidad, aunque ciertos aspectos no se llevan a cabo en el mismo y sin embargo son importantes dentro del proceso de Aseguramiento de la Calidad del proyecto, entre los que se encuentran:

Actividad 3.1 Establecimiento de un Plan de Pruebas y el Diseño de Casos de Prueba: El establecimiento de estos documentos son importantes para especificar los requerimientos y funcionalidades que deben ser probadas en el producto, con la puesta en práctica del plan y diseño de las pruebas se detectan errores, además de que constituyen un elemento crítico para el Aseguramiento de la Calidad y representan una revisión final de las especificaciones, del diseño y de la codificación. Para su realización se recomienda utilizar la plantilla Plan de Pruebas del Sistema y Diseño de Casos de Prueba Funcionales basados en CU definidas en el EP v 2.02, en Ingeniería \ implementación y pruebas.

(R): Administrador de la Calidad y Diseñador de Pruebas.

(A)(S): Plan de Pruebas del Sistema y Diseño de Casos de Prueba Funcionales basados en CU.

Actividad 3.2 Establecimiento de un Plan de revisiones: Para su realización se recomienda que se realice el producto de trabajo Plan de Aseguramiento de la Calidad como está establecido. Se propone que el punto que trata acerca de las revisiones y auditorías debe incluir una sección en la cual se incorporen los procesos y productos de trabajo que van a ser revisados.

(R): Líder de Proyecto y Revisor.

(A)(S): Plan de Aseguramiento de la Calidad.

Actividad 3.3 Incluir al cronograma del proyecto las revisiones programadas en cada una de las fases del proyecto.

(R): Líder de Proyecto.

(A)(S): Cronograma del proyecto.

Etapas 4. Establecer listas de chequeo

Para la realización de las actividades de pruebas y revisiones se deben conformar una serie de listas de chequeo. Para la confección de las mismas se proponen las listas de chequeo definidas por Calisoft, utilizadas en los Laboratorios de liberación y las listas de chequeo presentes en Bases para auditorías y revisiones. Entre las Listas de chequeo a proponer se encuentran:

- Lista de Chequeo para la Revisión Inicial del Proyecto.
- Lista de Chequeo para los Requisitos.
- Lista de Chequeo para la Arquitectura.
- Lista de Chequeo para el Diseño.
- Lista de Chequeo para la Gestión de Configuración.
- Lista de Chequeo para la Implementación.
- Lista de Chequeo para las Pruebas.
- Lista de Chequeo para el cumplimiento de los Lineamientos.

(R): Equipo de Aseguramiento de la Calidad.

(A)(S): Listas de chequeo.

Etapas 5. Desarrollar actividades de Aseguramiento de la Calidad

Para la selección de las actividades de aseguramiento se tuvieron en cuenta los siguientes documentos:

- Libro de Proceso para PPQA.
- Libro CMMI for Development versión 1.2.

- Estándares de calidad.

Actividad 5.1 Documentar los procesos de desarrollo

Un problema detectado durante el análisis de la situación actual en la línea de producto “Inspección de territorios” fue que los procesos que se desarrollan en el proyecto Paseos Virtuales no se documentan, es decir, no existe constancia física de que el desarrollo de los productos que realizan es enfocado a proceso por esta razón se recomienda documentar los procesos de desarrollo de los productos.

(R): Líder de Proyecto.

(A)(S): Plan de Desarrollo de Software.

Actividad 5.2 Identificar estándares de calidad

El proyecto debe definir un conjunto de estándares que permitan asegurar el proceso de desarrollo de software y que contribuyan a desarrollar las distintas actividades que se incluyen en el Plan de Aseguramiento de la Calidad de los proyectos miembros de la línea de producto. Se proponen una serie de estándares en el [Anexo 7](#).

(R): Equipo de Aseguramiento de la Calidad.

(A)(S): Plan de Aseguramiento de la Calidad.

Actividad 5.3 Identificar lineamientos de calidad

Los lineamientos de calidad constituyen una guía a seguir por los proyectos de desarrollo de software de la universidad. Permiten identificar los artefactos que se deben generar y los procesos que se deben realizar para alcanzar un producto con calidad. Existe una política en la universidad que plantea que es obligatorio el cumplimiento de los lineamientos en todos los proyectos de la UCI.

De los lineamientos establecidos por Calisoft se identificaron aquellos con los que no se cumple o no se realizan apropiadamente en esta línea de producto, los cuales son:

Ingeniería:

- Definir estándares para el desarrollo del proyecto.
- Efectuar seguimiento de las no conformidades.
- Planificar y ejecutar pruebas del proyecto.
- Diseñar artefactos de prueba.

Gestión de proyectos:

- Registrar los acuerdos de trabajo y las minutas de las reuniones.

Soporte:

- Definir configuración de la metodología a utilizar.

Para comprobar el cumplimiento de todos los lineamientos se propone aplicar listas de chequeo, las cuales deben quedar registradas en el EP.

(R): Equipo de Aseguramiento de la Calidad.

(A)(E): Lineamientos de calidad.

(A)(S): Plan de Aseguramiento de la Calidad.

Actividad 5.4 Realizar actividades de control de la calidad

Tanto las pruebas como las revisiones y auditorías son actividades de control de la calidad. Todas estas actividades son importantes para detectar y eliminar los errores durante cada fase del ciclo de vida del proyecto.

5.4.1 Conformar el Equipo de Revisiones y Pruebas

Para el desarrollo del proceso de revisiones y para las pruebas se conforman los roles involucrados y las responsabilidades asignadas durante el tiempo que duren los procesos dentro del proyecto:

El Equipo de Revisiones lleva a cabo las revisiones definidas en el Plan de Aseguramiento de la Calidad, con el objetivo de encontrar errores en el software. Queda conformado de la siguiente forma:

Líder de Proyecto: El encargado de seleccionar y entregarle al Administrador de la Calidad los artefactos o documentos que van a ser revisados en cada fase.

Administrador de la Calidad: Participa en las RTF supervisando y organizando el proceso de revisión.

Revisor: Es la persona encargada de efectuar las revisiones según las tareas que le son asignadas. Registra y analiza el resultado de las revisiones efectuadas.

El Equipo de Pruebas es el encargado de ejecutar las pruebas definidas en el Plan de Pruebas del Sistema. Queda conformado de la siguiente forma:

Administrador de la Calidad: Elabora el Plan de Pruebas del Sistema.

Diseñador de Pruebas: Define las listas de chequeo, identifica los tipos de pruebas que se van a ejecutar, así como las técnicas que se utilizarán para el desarrollo exitoso de las mismas. Participa conjuntamente con el Administrador de la Calidad en la confección de la estrategia y el Plan de Pruebas, diseña los casos de prueba y documenta el resultado de las pruebas realizadas.

Probador: Ejecuta las pruebas diseñadas y genera las no conformidades asociadas a las mismas. Registra y analiza detalladamente los resultados de las pruebas.

(R): Administrador de la Calidad.

(A)(S): Roles y responsabilidades.

5.4.2 Revisiones

5.4.2.1 Realizar reunión de inicio y de fin de las revisiones

La realización de esta actividad es importante para asegurar la calidad de los procesos y productos que se desarrollan porque en estas reuniones quedará planificado y controlado el proceso de revisiones del proyecto y los resultados obtenidos en las mismas; las revisiones contribuyen a encontrar defectos en etapas tempranas del desarrollo, ya sean revisiones a documentos, planes o de cumplimiento de los requerimientos. En estas reuniones participan el Líder de Proyecto, Administrador de la Calidad y el Revisor.

En la minuta de reunión de inicio se tratarán los siguientes aspectos:

- Confirmación de los objetivos y alcance de la revisión.
- Confirmación de las políticas a revisar.
- Confirmación del cronograma de revisiones.
- Acuerdos tomados.
- Tareas.

En la Minuta de reunión del cierre se abarcarán los siguientes aspectos:

- Presentación de los hallazgos y conclusiones de la revisión por parte del Revisor.
- Acuerdos tomados.
- Tareas.

(R): Administrador de la Calidad.

(A)(S): Minuta de reunión.

5.4.2.2 Se propone realizar las revisiones programadas como Revisiones Técnicas Formales internas, donde se revisen todos los procesos y productos de trabajo determinados en el proyecto mediante una reunión, en la cual el Revisor revisa el producto, registra y toma nota de todos los problemas identificados en la RTF. Luego se genera un informe sumario de revisión que contiene: qué se revisó, quién lo revisó, qué se descubrió, y cuáles son las conclusiones, este informe se incluirá en la Minuta de reunión.

Revisión Inicial del Proyecto: abarca la revisión de los artefactos creados en la primera fase y su ajuste con las plantillas propuestas en el Expediente de Proyecto (EP) para comprobar que coincidan los datos de los documentos con los datos reales del proyecto. Entre los documentos a revisar se encuentran:

- Documento Visión: se verifica que el documento contenga los problemas que pueden ser resueltos con el proyecto, la descripción de los usuarios y todos los involucrados, la visión general del producto y características básicas del proyecto.
- Roles y responsabilidades: se revisa que el documento contenga los roles y responsabilidades según las necesidades del proyecto.
- Plan de capacitación del proyecto: se comprueba que se tengan especificados los cursos de capacitación, los responsables de impartirlos y las personas que reciban los mismos.

- Cronograma del proyecto Paseos Virtuales: se revisan las actividades incluidas en cada fase del proyecto.
- Lista de Riesgos: se comprueba que se tengan identificados los riesgos, especificando el tipo, el impacto que tiene en el proyecto y la probabilidad de ocurrencia de cada riesgo.
- Plan de Mitigación de Riesgos: se verifica que se halla elaborado una estrategia de mitigación para reducir el impacto de los riesgos identificados, así como también el Plan de contingencia.

Para darle el cumplimiento a esta actividad se propone realizar la aplicación de la Lista de Chequeo para Revisión Inicial del Proyecto, definida en la Lista de Chequeo Revisiones Exp v 2.0, (ver [Anexo 8](#))

(R): Revisor.

(A)(E): Lista de Chequeo para la Revisión Inicial del Proyecto.

(A)(S): No Conformidades y Minuta de reunión.

Revisión de los Requisitos: se corresponde con la revisión de los requisitos elaborados para comprobar si se hizo una buena captura de requisitos. Garantiza que el sistema cumpla con las condiciones o capacidades para satisfacer los requerimientos presentados por el cliente.

Para la realización de esta actividad se propone la Lista de Chequeo para la Revisión de Requisitos, (ver [Anexo 9](#)), definida en la Lista de Chequeo Revisiones Exp v 2.0, el procedimiento mediante el cual se verifica esta actividad es por medio de la revisión de los documentos Especificación de Requisitos y el Plan de Gestión de Requisitos del proyecto Paseos Virtuales.

(R): Revisor.

(A)(E): Lista de Chequeo para la Revisión de Requisitos.

(A)(S): No Conformidades y Minuta de reunión.

Revisión de la Arquitectura: para realizar este tipo de revisión se debe elaborar primeramente el documento Arquitectura de Software.

Para la realización de esta actividad se propone la Lista de Chequeo para la Revisión de la Arquitectura, (ver [Anexo 10](#)), definida en la Lista de Chequeo Revisiones Exp v 2.0, el procedimiento mediante el cual se verifica esta actividad es por medio de la revisión del documento Arquitectura de Software del proyecto Paseos Virtuales.

(R): Revisor.

(A)(E): Lista de Chequeo para la Revisión de la Arquitectura.

(A)(S): No Conformidades y Minuta de reunión.

Revisión del Diseño: se relaciona con la revisión del diseño crítico para detectar errores antes de pasar a la fase de implementación.

Para darle el cumplimiento a esta actividad se propone la Lista de Chequeo para la Revisión del Diseño, definida en Calisoft utilizadas en los Laboratorios de liberación. Consultar en <http://calisoft.uci.cu>.

(R): Revisor.

(A)(E): Lista de Chequeo para la Revisión del Diseño.

(A)(S): No Conformidades y Minuta de reunión.

Revisión de la Configuración: permite comprobar que se estén identificando los elementos de configuración del software y efectuando correctamente los cambios y las versiones del producto.

Para darle cumplimiento a esta actividad se debe realizar la aplicación de una Lista de Chequeo, basada en los Lineamientos mínimos de calidad y en la norma ISO 12207 para procesos del ciclo de vida del Software, donde uno de los procesos que se establece es el de Gestión de Configuración, (ver [Anexo 11](#))

(R): Revisor.

(A)(E): Lista de Chequeo para la Revisión de la Configuración.

(A)(S): No conformidades y Minuta de reunión.

Revisión a la Implementación y a las Pruebas: Se realiza mediante la utilización de las Listas de Chequeo presentes en Calisoft utilizadas en los Laboratorio de liberación del centro. Consultar en <http://calisoft.uci.cu>.

(R): Revisor.

(A)(S): No conformidades y Minuta de reunión.

5.4.3 Auditorías

Se propone que el proyecto solicite la realización de auditorías cuando se termine alguna versión del producto en caso de que no haya ninguna auditoría planificada para el mismo en ese mes. Esta solicitud de auditoría se realiza a la jefa del Departamento de Revisiones y Auditorías de Calisoft.

5.4.4 Pruebas

Durante el desarrollo del producto serán aplicadas las siguientes pruebas:

Pruebas de Unidad: esta prueba es realizada con el objetivo de comprobar la calidad del código de cada uno de los componentes partiendo del diseño de los casos de pruebas. En esta se descubren la mayoría de los errores de programación. Si un error permanece un tiempo largo en el sistema eliminarlo será más difícil y puede repercutir negativamente en otras secciones del software.

Para aplicar este tipo prueba se utilizará la técnica de prueba de caja blanca para realizar un seguimiento del código fuente de cada módulo, de manera que se determinen las instrucciones y bloques en los que existen errores.

Pruebas de Integración: esta actividad se realiza con el objetivo de comprobar que la integración de los componentes es de la manera correcta. Se va combinando un componente con el siguiente que debe ser probado, la integración se realiza de los componentes de los niveles más bajos, es decir, una integración ascendente.

Pruebas de Validación: con esta prueba se comprueba que el producto final funciona de acuerdo a las expectativas razonables del cliente.

Pruebas de Sistema: con la realización de esta prueba se desea verificar el programa final después de que todos los componentes hayan sido integrados. Se comprueba la funcionalidad del producto.

Para aplicar este tipo prueba se utilizará la técnica de prueba de caja negra para comprobar las funcionalidades del producto.

Para la realización de todas estas actividades se recomienda utilizar el estándar ISO 12207 para procesos del ciclo de vida del software, donde uno de los procesos que se establece es el de verificación y validación del software.

Para el proceso de pruebas se deben seguir los siguientes pasos:

- **Planificación:** Elaborar el Plan de Prueba del proyecto, en el cual se detalla, quién, cómo y cuándo se aplicarán las pruebas.

(R): Administrador de la Calidad.

(A)(E): Plan de Desarrollo del Software, Plan de Gestión de Requisitos y Especificación de Requisitos.

(A)(S): Plan de Pruebas del Sistema.

- **Diseño de Casos de Prueba:** Elaborar el Diseño de casos de prueba partiendo de los casos de uso determinados en el proyecto Paseos Virtuales.

(R): Diseñador de Pruebas.

(A)(E): Casos de uso del proyecto.

(A)(S): Diseño de Casos de Prueba Funcionales basados en CU.

➤ Ejecutar las pruebas definidas.

(R): Probador.

(A)(E): Diseño de Casos de Prueba Funcionales basados en CU.

(A)(S): No Conformidades.

➤ Evaluación y resumen: al ser aplicadas cada una de las pruebas planificadas el Líder de Proyecto deberá efectuar una reunión para el resumen de este proceso, donde estarán presentes los involucrados en el proceso de ejecución de pruebas y el Administrador de la Calidad. Este último deberá redactar un resumen de las pruebas realizadas mediante la comparación de los resultados de las pruebas con los objetivos definidos en el Plan de Prueba. Para documentar los puntos tratados en la reunión, los acuerdos tomados y el informe final de pruebas se recomienda utilizar la plantilla Minuta de reunión.

(R): Líder de Proyecto y Administrador de la Calidad.

(A)(S): Minuta de reunión.

Actividad 5.5 Realizar el seguimiento y/o escalamiento de las no conformidades

5.5.1 Monitorear las no conformidades

El Administrador de la Calidad se encarga de documentar las no conformidades que se detectan durante el desarrollo de las actividades de Aseguramiento de la Calidad utilizando la plantilla No Conformidades.

Las no conformidades detectadas deben ser seguidas de cerca por el Administrador de la Calidad del proyecto de modo tal que esté al tanto de su evolución. En caso de que no se resuelva la no conformidad en el proyecto se realiza el escalamiento de acuerdo al nivel de impacto que tenga dentro del proyecto.

(R): Administrador de la Calidad.

(A)(E): Listas de chequeo.

(A)(S): No Conformidades.

5.5.2 Desarrollar las acciones correctivas para resolver las no conformidades

Las acciones correctivas son los métodos que se utilizan para eliminar las causas que provocan que existan no conformidades en el software desarrollado. El desarrollo de las acciones correctivas en el proyecto representa el motor impulsor de la mejora continua en el sistema de calidad, por lo que es fundamental llevar un estricto control en el seguimiento de las no conformidades desde su detección hasta que se elimine completamente la causa raíz, pero para que esto se cumpla las acciones correctivas deben ser efectivas de modo tal que contribuyan al rendimiento y al aumento del desempeño de los desarrolladores y de la satisfacción del cliente.

(R): Líder de Proyecto y Equipo de Trabajo.

(A)(S): No Conformidades.

3.10 Validación de procedimiento en el proyecto “Paseos Virtuales”

El procedimiento descrito anteriormente fue aplicado en el proyecto Paseos Virtuales, perteneciente a la línea de producto “Inspección de territorios”. Las cinco etapas que conforman el procedimiento con sus actividades fueron distribuidas entre las autoras de la investigación. En cuanto a los roles que se necesitaba que participaran en cada actividad, estos se distribuyeron dentro del equipo de trabajo del proyecto y del Grupo de Gestión de Calidad del Centro de Informática Industrial al que pertenece esta

línea de producto, para la que fue realizado este procedimiento. Tras una reunión con el Líder del proyecto Paseos Virtuales se procedió a establecer el período de aplicación del procedimiento para una quincena (del 10 al 24 de mayo) de la fase actual en que se encontraba el proyecto que era construcción, así como a documentar cada una de las actividades en cada una de las plantillas establecidas por el EP v2.02.

Durante la quincena de validación del procedimiento se lograron desarrollar todas las etapas en un 77% porque hubo actividades que no se pudieron desarrollar porque en la fase en que se encontraba y en 15 días se hizo imposible. A continuación se describe cómo se aplicó el procedimiento y los resultados alcanzados por cada actividad. Los artefactos generados en cada actividad se encuentran en el “Redmine” en el Grupo de Calidad del Centro como actividades de varias estudiantes que pertenecen al grupo. Estas actividades fueron supervisadas por las autoras de la investigación y la tutora.

En la etapa 1: *Definir metodología a utilizar*, las actividades 1.1 y 1.2 asociadas a la misma se desarrollaron de manera exitosa y lograron que el proyecto comenzara a usar la metodología Open Up porque en esta metodología el ciclo de vida está estructurado en las mismas fases e hitos que RUP lo que permitió al proyecto estar acorde con lo establecido a nivel institucional y además esta metodología tiene mucha relación con la MP que venía usando el proyecto desde sus inicios, esto le evitó al líder tener que documentar la MP y le permitió realizar una supervisión eficaz, y tomar las decisiones en el momento adecuado, cosa que no se había logrado en fases anteriores. Se realizó un Plan de proyecto para esta última fase del proyecto donde se definió el ciclo de vida del proyecto, y el resultado final fue una aplicación liberada (un demo del producto) que se presentó en la feria de productos realizada en la universidad a partir del 24 de mayo.

En la etapa 2: *Establecer el Equipo de Aseguramiento de la Calidad*, se logró conformar el Equipo de Aseguramiento de la Calidad del proyecto, el cual fue seleccionado de acuerdo a lo establecido por el documento Roles y Responsabilidades propuesto por Calisoft. El Equipo de Aseguramiento se conformó con los roles siguientes: Administrador de la Calidad, el cual lo integró una estudiante que forma parte del Grupo de Gestión de la Calidad del Centro y una profesora que también forma parte de este grupo, ambas desempeñan este rol en el proyecto; el rol de Diseñador de Pruebas al igual que el rol de Probador fue

desempeñando por miembros del Grupo de Pruebas del Departamento de Integración y Despliegue del Centro donde se recibió el apoyo del jefe de este grupo; el rol de Revisor fue desempeñado por una profesora miembro del Grupo de Gestión de la Calidad del Centro, la cual tiene las competencias necesarias para desempeñar este rol porque ha recibido los cursos de Revisión y Auditoría o Auditorías de Software impartido por Calisoft. Se definió el rol Responsable de la Gestión de Configuración pues este no existía en el proyecto, pero no se logró establecer una línea base de los requisitos de software ni se contó con el documento Control de Cambios porque esto no se hacía en el proyecto pero se logró establecer las bases para que a partir de este momento se controlen los cambios en el mismo.

En la etapa 3: *Ajustar el Plan de Aseguramiento de la Calidad actual*, se logró establecer un Plan de Pruebas internas para esta última fase del producto y Diseñar los Casos de Prueba para el demo que se terminaba en el proyecto, ambos artefactos están guardados en el EP pero estos todavía no han sido subidos al Redmine del mismo por negligencia del Líder de Proyecto pero ya se encuentran en su poder. Se estableció el Plan de revisiones correspondientes a la fase de construcción y se lograron seleccionar los procesos y productos de trabajo que serían revisados. El Líder de Proyecto y el miembro que se asignó del Grupo de Pruebas del Centro jugaron un papel fundamental en el desarrollo exitoso de las actividades de esta etapa. Se logró incluir al cronograma del proyecto las revisiones programadas para la fase actual del proyecto por la estudiante que desempeña el rol de Administrador de la Calidad y el Revisor del proyecto.

Para la etapa 4: *Establecer listas de chequeo*, no se pudo utilizar todas las listas de chequeo propuestas en el procedimiento, ya que el proyecto se encontraba en una fase avanzada de producción, sólo se aplicaron las correspondientes con la última fase, como la Lista de chequeo a la implementación del demo para controlar el desarrollo exitoso de esta etapa definida en el ciclo de vida del proyecto y así verificar que todos los procesos y productos de trabajo se hicieron correctamente. Se aplicó esta lista de chequeo por la estudiante que desempeña el rol de Administrador de la Calidad del proyecto y se detectaron un grupo de problemas que no se conocía que tenía el proyecto desde la fase de inicio. Los resultados de la aplicación de esta lista de chequeo se encuentran archivados como tarea del Grupo de Gestión de la Calidad del centro y se están realizando los trámites para que el líder los actualice en el EP.

En el caso de la etapa 5: *Desarrollar actividades de Aseguramiento de la Calidad*, se identificaron los procesos que se desarrollan en el proyecto y se documentaron los mismos como lo establecen los lineamientos de calidad. Se identificaron los estándares de calidad utilizados por el proyecto y se logró identificar de qué modo el proyecto le daba cumplimiento a los lineamientos de calidad que no se cumplían. Por último se lograron realizar algunas de las actividades de control de la calidad como son: se logró conformar el Equipo de Revisiones y Pruebas con personal capacitado; se realizó una revisión utilizando la lista de chequeo a la implementación que establece Calisoft debido a que el proyecto se encontraba en la fase de construcción y se archivaron y se le dieron respuestas a las no conformidades detectadas en el documento No Conformidades, se realizaron pruebas de validación internas al demo que fue presentado en la feria de productos de la universidad, estas pruebas dieron lugar a un conjunto de no conformidades que fueron agregadas junto a las anteriores. No se pudieron realizar auditorías porque estas se planifican a nivel de universidad por Calisoft y fueron suspendidas debido al proceso de cambio en que se encontraba inmersa la infraestructura productiva de la universidad, aunque en caso necesario estas pueden ser solicitadas a la jefa del Departamento de Auditorías y Revisiones de Calisoft.

Cada una de estas etapas generó artefactos que fueron entregados al Líder de Proyecto para que este los archivara en el EP del proyecto Paseos Virtuales. Aunque hubo actividades del procedimiento que no se pudieron realizar porque correspondían a etapas anteriores del ciclo de vida del proyecto, se puede afirmar que estas se realizaron en un 77% y los resultados mejoraron de manera notable el desarrollo de los procesos y los productos del proyecto en la fase actual utilizado para la validación el cual logró mejorar muchas de los problemas que se describen en el Capítulo 2. Entre los problemas que se eliminaron se encuentran que se logró:

- Documentar la metodología que finalmente utilizan en el proyecto con las actividades, roles y artefactos en cada fase.
- Definir los estándares para el desarrollo del proyecto.
- Establecer listas de chequeo para las revisiones y pruebas.

- Planificar y realizar RTF.
- Para el Aseguramiento de la Calidad no sólo se cuenta con los roles de Administrador de la Calidad y Probador sino que se le agregaron nuevos roles como Revisor, Diseñador de Pruebas y Responsable de la Gestión de Configuración.

En la siguiente figura se muestra el porcentaje de cumplimiento de cada etapa del procedimiento, teniendo en cuenta las actividades asociadas en cada etapa.

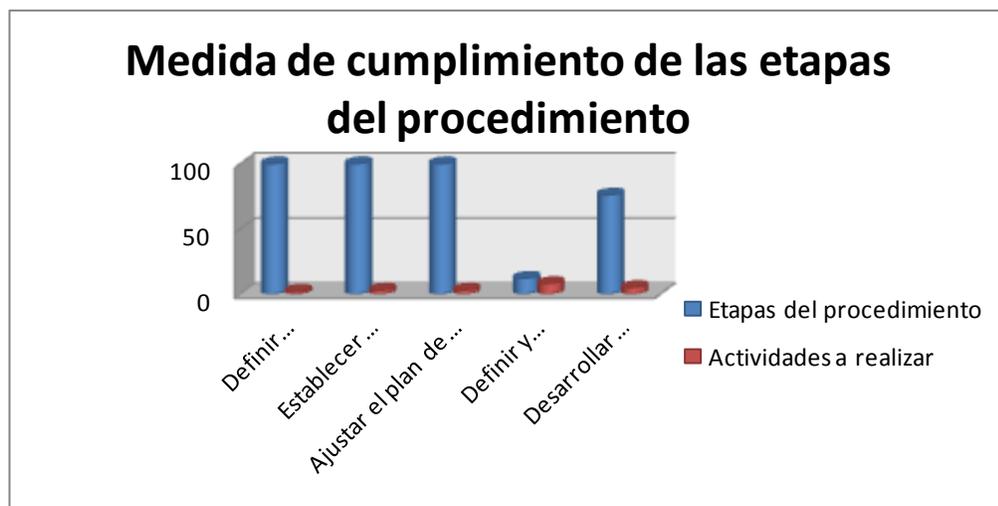


Figura 3.1. Medida de cumplimiento de las etapas del procedimiento.

En la siguiente figura se muestra el porcentaje de cumplimiento de las listas de chequeo (Lineamientos de calidad y Actividades de PPQA) que fueron aplicadas para detectar los problemas existentes en la línea de producto. Se establece una comparación gráfica del cumplimiento de cada lista de chequeo; para esto se aplicaron las mismas antes y después de aplicado el procedimiento.

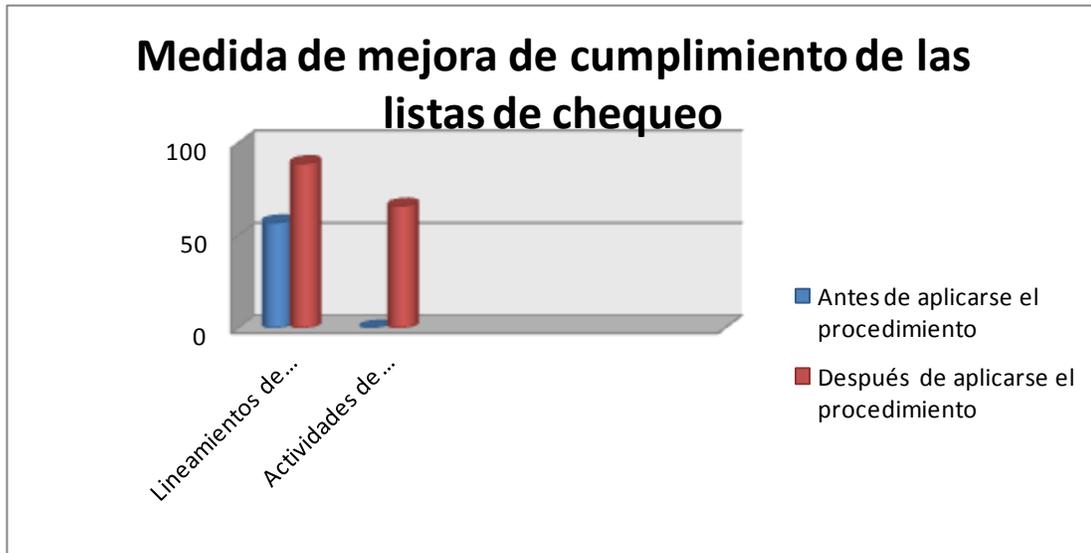


Figura 3.2. Medida de mejora del cumplimiento de las listas de chequeo.

Conclusiones parciales

Con la aplicación del procedimiento para asegurar la calidad en la línea de producto “Inspección de territorios” se logró reducir y/o eliminar en algunos casos las insuficiencias detectadas en el proyecto Paseos Virtuales que afectaban de manera crítica la calidad de los productos que se obtenían. El procedimiento establece un conjunto de estándares y el cumplimiento de algunos lineamientos que guían el trabajo del equipo de trabajo y permiten asegurar el proceso de confección del software. Se identificaron y documentaron los defectos encontrados en las actividades de revisiones y pruebas, además de que se le informó a la dirección del proyecto los resultados obtenidos en las actividades de Aseguramiento de la Calidad. La validación se realizó con la aplicación del procedimiento en la fase de construcción del proceso de desarrollo del producto Paseo Virtual UCI.

Conclusiones generales

Después de confeccionado y aplicado el procedimiento para el Aseguramiento de la Calidad en la línea de producto “Inspección de territorios” se llegaron a las siguientes conclusiones:

- El diagnóstico de la situación actual de la línea de producto permitió la identificación de las deficiencias que posibilitaron la confección del procedimiento propuesto.
- La realización del trabajo permitió la confección del procedimiento para el Aseguramiento de la Calidad en la línea del producto “Inspección de territorios”.
- La validación del procedimiento propuesto en la fase de construcción demostró que se redujeron y/o eliminaron los problemas que habían sido detectados.

Recomendaciones

Partiendo de los resultados obtenidos con la realización del trabajo de diploma, se hacen las siguientes recomendaciones:

- Se considera necesario que se soliciten auditorías a la Dirección de Calidad de Software, para tener un control periódico de la efectividad del procedimiento propuesto.
- Se propone aplicar el procedimiento desde el inicio del desarrollo de un producto en el proyecto Paseos Virtuales y no en fases avanzadas del mismo, pues de este modo se deben obtener mejores resultados.

Referencias bibliográficas

1. La calidad y su paradigma. *La calidad y su paradigma*. [En línea] 28 de Diciembre de 2007.
<http://lcalidad.wordpress.com>
2. Software Engineering Institute. *CMMI for Development, Versión 1.2*. 2006, Agosto.
3. IEEE. *IEEE Standard Glossary of Software Engineering Terminology*. 1990.
4. Kioskea.net. *Calidad*. [En línea] <http://es.kioskea.net/contents/qualite/qualite-introduction.php3>.
5. Ingeniería de Software. *La Ingeniería de Software*. [En línea] 31 de Marzo de 2008.
6. Quien Define La Calidad. [En línea] <http://www.mitecnologico.com/Main/CalidadDelSoftware>.
7. Pressman, Roger S. *Ingeniería del software. Un enfoque práctico. 5ª Edición*. McGrawHill
8. Promonegocios.net. *Definición de Producto*. [Online] Enero 2006.
<http://www.promonegocios.net/mercadotecnia/producto-definicion-concepto.html>
9. González, Yelenys Díaz. Principales concepciones y enfoques teóricos-metodológicos sobre calidad: necesidad del estudio y aplicación del marketing. *Contribuciones a la Economía*. [Online] Octubre 2009. <http://www.eumed.net/ce/2009b/ydg.htm>
10. Introducción Conceptos Calidad. [Online] <http://mgar.net/soc/isointro.htm>
11. Calidad en Ingeniería de software III. [Online] Enero 2002.
<http://dmi.uib.es/~bbuades/calidad/sld016.htm>
12. GESTION DE LA CALIDAD. [Online] <http://www.scribd.com/doc/2628724/GESTION-DE-LA-CALIDAD-CONCEPTOS-Y-FILOSOFIAS>.

Referencias bibliográficas

13. Lovelle, Juan Manuel Cueva. Calidad del Software. [Online] Octubre 21, 1999.
http://gidis.ing.unlpam.edu.ar/downloads/pdfs/Calidad_software.PDF
14. Pressman, Roger. Ingeniería del Software. Un enfoque práctico. 6ª Edición. Félix Varela
15. Javier Hernán Pulido. [En línea] 2004.
www.udenar.edu.co/.../ESTÁNDARES%20DE%20CALIDAD.doc
16. Morocho, Lourdes. Normas para la calidad. [En línea] http://www.slideshare.net/auli_torres/normas-para-la-calidad
17. <http://alarcos.inf-cr.uclm.es/doc/cmsi/trabajos/Cesar%20Pardo.pdf>
18. Informáticas, Universidad de las Ciencias. *IPP-3520 Libro de Proceso para PPQA.*

Bibliografía consultada

Software Engineering Institute. *CMMI® for Development, versión 1.2*. 2006, Agosto.

Pressman, Roger S. *Ingeniería del software. Un enfoque práctico*. 5ª Edición. McGrawHill

Informáticas, Universidad de las Ciencias. *IPP-3520 Libro de Proceso para PPQA*.

Zúñiga, Fernando Vargas. La gestión de la calidad en la formación profesional. *El uso de estándares*

Anexos

Anexo 1. Roles y responsabilidades actuales del proyecto

Roles	Responsabilidades
Líder de Proyecto	<ul style="list-style-type: none">➤ Define la organización y estructura (líneas de trabajo) del proyecto.➤ Gestiona y asigna recursos humanos y de otro tipo.➤ Establece los horarios de trabajo del proyecto.➤ Establece las estrategias de desarrollo del proyecto.➤ Planifica las fases e iteraciones.➤ Define, planifica, asigna y controla las tareas del proyecto.➤ Coordina las interacciones con los clientes y los usuarios finales.➤ Define el plan de capacitación y evaluación del personal.➤ Planifica y realiza reuniones de información y control del proyecto.➤ Realiza talleres y consejos técnicos con todos los miembros del proyecto.

	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Informa sobre el estado actual del proyecto a los miembros del mismo y a instancias superiores. ➤ Motiva y organiza el equipo de desarrollo para lograr un objetivo definido. ➤ Participa en la selección del personal del proyecto. ➤ Participa en los cursos de capacitación para líderes de proyecto.
Probador	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Ejecutar las pruebas diseñadas. ➤ Registrar los resultados.
Administrador de la Calidad	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Planificar el proceso de Aseguramiento de la Calidad en el proyecto (Plan de Calidad). ➤ Realizar el Plan de Prueba, de Revisión y Auditoría de cada iteración. ➤ Coordinar el proceso de recopilación, análisis y reporte de las estadísticas de calidad (Plan de mediciones). ➤ Hacerle seguimiento a estos planes. ➤ Guiar las revisiones técnicas formales. ➤ Guiar las pruebas que se realicen. ➤ Guiar las auditorías que se realice.

	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Manejar todo lo relacionado con los riesgos de calidad (Lista de Riesgos). ➤ Realizar el Resumen de Evaluación de Pruebas.
Responsable de la Gestión de Configuración	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Planificar y chequear el proceso de gestión de configuración (Plan de Gestión de Configuración). ➤ Responsable del sistema de gestión de información, salvadas, etc.

Anexo 2. Lista de Chequeo. Lineamientos de calidad

Preguntas	Si	No	Observaciones
Generales			
¿Tienen definida una estrategia para la capacitación en el proyecto?	x		
¿Se registran en el Expediente de Proyecto los resultados de las investigaciones realizadas en el proyecto?		x	
¿Están definidos los roles presentes en el proyecto y las responsabilidades de los	x		Para el aseguramiento de la calidad sólo se cuenta los roles de Administrador de la calidad y el

mismos?			Probador.
¿Tienen definido grupos de trabajo?	x		
Ingeniería			
¿Se gestionan los requisitos de los productos y componentes de producto del proyecto?	x		
¿Se establece la Especificación de Requisitos del Software?	x		
¿Tienen definida la Arquitectura de Software?		x	
¿Tienen definido estándares para el desarrollo del proyecto?		x	
¿Está definido el Plan de Prueba en el proyecto?		x	
¿Se documentan las pruebas en el Plan de Prueba del		x	

proyecto?			
¿Se diseñan los casos de prueba?		x	
¿Utilizan listas de chequeo para la ejecución de las pruebas internas del proyecto?		x	
¿Utilizan listas de chequeo para las revisiones?		x	
¿Se le da seguimiento a las no conformidades detectadas?	x		No documentan el seguimiento de las no conformidades.
Gestión de Proyecto			
¿Definen el Proyecto Técnico?	x		
¿Se estima el costo y esfuerzo del proyecto?	x		
¿Elaboran el Plan de Desarrollo de software?	x		
¿Tienen definido el cronograma?	x		

¿Establecen los horarios de trabajo para los miembros del proyecto?	x		
¿Se identifican los riesgos del proyecto, así como el Plan de Mitigación de los mismos?	x		
¿Se registran los acuerdos de trabajo?	x		
¿Se registran las minutas de reunión?		x	
Soporte			
¿Tienen definido el Plan de Aseguramiento de la Calidad?	x		
¿Realizan auditorías y Revisiones Técnicas Formales como parte de las actividades de aseguramiento?		x	
¿Tienen definido el Plan de Gestión de Configuración?	x		

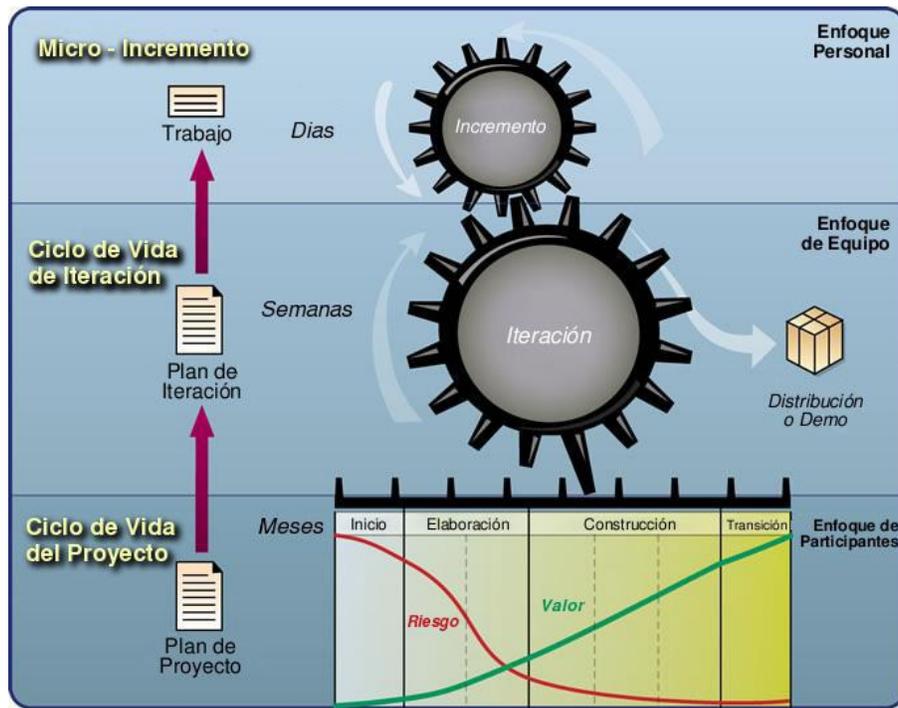
¿Tienen definido el Glosario de términos?	x		
¿Documentan la configuración de la Metodología a utilizar: fases, artefactos, actividades, roles?		x	

Anexo 3. Lista de Chequeo. Actividades de PPQA

Preguntas	Si	No	Observaciones
Sub-proceso IPP-3520:2009 PPQA			
¿Definen la cantidad de revisiones que se van a hacer y en qué fase se van a realizar?		x	
¿Se hacen revisiones internas al final de cada fase?		x	El Líder de Proyecto realiza semanalmente revisiones internas a los componentes de productos que se van realizando. Pero no las documentan.
Sub-proceso IPP-3521:2009 Evaluación de adherencia de procesos y			

productos			
¿Realizan la reunión de inicio y fin para las revisiones al final de cada fase?		x	
¿Se redactan y actualizan los Registros de Acciones Correctivas?		x	
¿Se actualizan los registros de no conformidades?		x	

Anexo 4. Metodología OpenUp



Anexo 5. Competencias del personal del Equipo de Aseguramiento

Roles	Habilidades
Administrador de la Calidad	Dominar el ciclo de desarrollo de software. Dominar las materias de Ingeniería y Gestión de Software. Dominar los tipos de pruebas y explotar herramientas de automatización de

	<p>pruebas.</p> <p>Conocer los principales estándares internacionales en la producción de software, así como los procedimientos y lineamientos que norman la producción en la UCI.</p>
Probador	<p>Conocimiento de los enfoques y técnicas de las pruebas.</p> <p>Habilidades de diagnóstico y resolución de problemas.</p> <p>Conocimiento del sistema o aplicación que se somete a prueba, de la arquitectura de red y del sistema.</p> <p>Formación en la utilización apropiada de las herramientas de automatización de prueba.</p>
Diseñador de Pruebas	<p>Habilidad en el diseño de planes y casos de prueba.</p> <p>Experiencia en estimar esfuerzos de prueba.</p> <p>Comprensión de las anomalías de software y errores comunes.</p> <p>Conocimiento del dominio, del sistema o aplicación que se somete a prueba.</p>

	Todas las competencias de un Probador.
Revisor	<p>Capacidad de análisis.</p> <p>Sensibilidad para detectar e identificar problemas.</p> <p>Confidencialidad.</p> <p>Actitud constructiva.</p>
Responsable de Gestión de Configuración	<p>Dominar el ciclo de desarrollo de software.</p> <p>Dominar las materias de Ingeniería y Gestión de Software.</p> <p>Dominar los principios de Gestión de la calidad.</p> <p>Herramienta de gestión de configuración.</p>

Anexo 6. Roles y responsabilidades del Equipo de Aseguramiento de la Calidad

Administrador de la Calidad	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Asegurar la calidad en el proceso de desarrollo de los productos. ➤ Asegurar que la aplicación producida se ajusta a las especificaciones y está razonablemente libre de errores. ➤ Elaborar el Plan de pruebas y proporcionar una metodología para realizar las mismas.
-----------------------------	--

	<ul style="list-style-type: none">➤ Coordinar las pruebas de calidad internas, las pruebas de aceptación del cliente y pilotos de conjunto con el Líder de Proyecto y Calisoft.➤ Evaluar los resultados que se obtienen en las pruebas de calidad.➤ Dar seguimiento a todo lo referente con las no conformidades detectadas, entiéndase, verificar su estado a través del cumplimiento de las acciones correctivas, notificar al nivel correspondiente las solicitudes de escalamiento.➤ Elaborar el Plan de Aseguramiento de la Calidad.➤ Participa en las Revisiones Técnicas Formales de los artefactos.
Diseñador de Pruebas	<ul style="list-style-type: none">➤ Definir Listas de Chequeo para las pruebas internas.➤ Identificar los tipos de pruebas que se van a ejecutar según sean requeridas, así como las técnicas que se utilizarán para el desarrollo exitoso de las mismas.➤ Participa en la confección de la estrategia y el Plan de pruebas.➤ Diseñar los casos de prueba para el sistema.➤ Dar seguimiento al avance de las pruebas realizadas.➤ Evaluar y documentar el resultado de las pruebas

	realizadas.
Probador	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Ejecutar las pruebas diseñadas y generar las no conformidades asociadas al mismo. ➤ Registra los resultados de las pruebas. ➤ Analizar detalladamente los resultados obtenidos.
Revisor	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Participar en la reunión de inicio de la revisión. ➤ Participar en la revisión aplicando listas de chequeo. ➤ Participar en la reunión de cierre de la revisión. ➤ Registra los resultados de las revisiones.
Responsable de Gestión de Configuración	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Mantener la configuración estable del sistema. ➤ Mantener un control sobre las solicitudes de cambio y evalúa su impacto en el proyecto. ➤ Identificar los elementos de configuración. ➤ Elaborar y controlar la ejecución del Plan de gestión de configuración. ➤ Establecer las políticas para el control de las versiones. Velar por su cumplimiento. ➤ Servir de mediador entre el equipo de desarrollo y el cliente para gestionar los cambios que surjan.

	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Establecer las políticas para la gestión de los cambios. ➤ Controlar y dar seguimiento a los cambios durante la ejecución del proyecto.
--	--

Anexo 7. Propuesta de estándares a utilizar en el proyecto

CMMI	Ayuda a las organizaciones a mejorar los procesos de desarrollo y el mantenimiento de los productos y los servicios.
ISO 9003:2004	Provee las especificaciones de cómo aplicar la ISO 9001 al desarrollo del software, implementación y mantenimiento.
ISO 12207	Define los procesos que componen el ciclo de vida del software, establece el Proceso de Aseguramiento de la calidad, Gestión de Configuración, Auditoría, Verificación, Validación, Documentación, entre otros, como procesos de Soporte del Ciclo de Vida.
IEEE 1028:1997	Para revisiones de software.
IEEE 830	Especificación de requisitos de software.

Anexo 8. Lista de chequeo para la Revisión Inicial del Proyecto

Artefacto: Documento Visión	Si	No
¿Existe el documento "Visión"?	x	
¿Se definen claramente las oportunidades de negocio del proyecto?		

¿Se define el problema claramente?		
¿Se declara la posición del producto donde se detallen las áreas donde este producto pretende incidir?		
¿Se realiza una descripción de todos los usuarios y los involucrados que incluya estudio de mercado, entorno de usuario y perfil de los involucrados con detalle de cada uno de ellos?		
¿Se evalúan las necesidades de los involucrados?		
¿Se identifican y evalúan las alternativas y competencias a las que pueden acceder los usuarios?		
¿Se realiza una visión general del producto que incluye perspectivas, capacidades, suposiciones y dependencias?		
¿Se describen las restricciones de costo y precio del producto? (En caso que lo requiera)		
¿Se describen las características básicas del producto?		
Artefacto: Roles y responsabilidades		
¿Existe el documento "Roles y Responsabilidades"?		
¿Se enuncian todos y cada uno de los roles que van a intervenir en la realización del proyecto especificando en cada caso el rol y su responsabilidad?		
¿Se realiza la asignación de las responsabilidades de los miembros del equipo atendiendo a la fase en que se encuentra el desarrollo del proyecto		

especificando en cada caso el nombre de la persona y el rol que desempeña?		
¿Se realiza una asignación de las responsabilidades a los miembros del equipo de proyecto en cada una de las fases del proyecto?		
¿Se definen las competencias necesarias para el desempeño de cada uno de los roles definidos?		
Artefacto: Plan de capacitación		
¿Existe el documento “Plan de capacitación”?		
¿Se realiza la capacitación del personal?		
¿Se mantienen registros de esta capacitación?		
¿La capacitación está en correspondencia con el rol que le corresponde desempeñar a las personas?		
Artefacto: Cronograma del proyecto		
¿El proyecto tiene establecido un cronograma general?		
¿El cronograma está en correspondencia con el esfuerzo estimado?		
¿Quién fiscaliza el cumplimiento del cronograma?		
¿Qué ocurre cuando hay un atraso en el cronograma?		
¿Tiene el cronograma separado las fechas del plan y el real, o sólo mantienen las fechas reales?		
Artefacto: Lista de Riesgos		

¿Están definidos los riesgos del proyecto?		
¿Está elaborado utilizando la plantilla propuesta en el EP?		
¿Están completamente documentados todos los aspectos de la plantilla?		
Artefacto: Plan de Mitigación de Riesgos		
¿Se encuentra elaborado el Plan de Mitigación de Riesgos del proyecto?		
¿Está elaborado utilizando la plantilla propuesta en el EP?		
¿Están completamente documentados todos los aspectos de la plantilla?		

Anexo 9. Lista de Chequeo para la Revisión de los Requisitos

Especificación de Requisitos	Si	No
¿Existe (n) el (los) documento (s) de “Especificación de Requisitos”?		
¿Se realiza una descripción de la funcionalidad de los requisitos en lenguaje natural?		
¿Están descritos todos y cada uno de los requisitos?		
¿Se identifican los requisitos que afectan la usabilidad, fiabilidad, eficiencia o soporte?		
¿Están especificadas, si existen todas las restricciones relacionadas con el diseño del sistema?		
¿Están especificados los requisitos para la documentación y ayuda de los		

usuarios?		
¿Se identifican los componentes que han sido adquiridos o comprados para incorporarlos al sistema?		
¿Están definidas todas las interfaces que deberán ser soportadas por el sistema (Usuario, Hardware, Software, Comunicación)?		
¿Están especificados todos los requisitos legales, tales como patentes, derechos de autor, marca comercial, logotipo entre otras así como cualquier requisito de licencia o restricción de uso?		
¿Existe evidencia o referencia de las normas o estándares aplicables al sistema?		
Plan de Gestión de requisitos		
¿Existe el documento "Plan de Gestión de Requisitos"?		
¿Se describe la organización, los responsables, así como las interfaces necesarias para llevar a cabo las actividades descritas en el flujo de trabajo de requisitos?		
¿Están descritas las herramientas y procedimientos que serán utilizadas para la gestión y control de versiones de los requisitos?		
¿Están especificados los elementos para la identificación de los requisitos, tales como nombrado, marcado, numerado, etc?		
¿Están descritas las reglas y guías necesarias para el seguimiento y la trazabilidad de los requisitos?		
¿Están descritos los atributos necesarios para cada elemento de seguimiento?		

¿Existe una lista con los artefactos que serán entregables durante la vida del proyecto, incluyendo fechas de entrega?		
¿Existe referencia al documento Gestión de la Configuración o se explica como se gestionan los cambios de los requisitos?		

Anexo 10. Lista de Chequeo para la Revisión de la Arquitectura

Documento de Arquitectura de Software	Si	No
¿Existe el documento "Arquitectura de Software"?		
¿Se describe el ambiente de desarrollo donde se especifican las herramientas, y plataformas tecnológicas que serán utilizadas?		
¿La representación arquitectónica está descrita con suficiente detalle que permite determinar cómo la arquitectura y el diseño son representados, las convenciones de modelado y los artefactos utilizados para presentar la información?		
¿Están descritos los requerimientos y objetivos del software que tienen un gran impacto en la arquitectura?		
¿Están descritas las características de dimensiones del software que pueden afectar la arquitectura y el rendimiento?		
¿Existe una vista de casos de uso de la arquitectura que incluya el modelo de casos de uso del sistema?		
¿Existe un diagrama con los casos de uso del sistema arquitectónicamente significativos?		

¿Se observa la realización de cada uno de estos casos de uso con una breve descripción?		
¿Se especifican los patrones arquitectónicos que se utilizan en la vista lógica?		
¿Existe una vista de lógica de la arquitectura que incluya una descripción de las clases más importantes organizadas por paquetes y subsistemas representadas en un diagrama de clases?		
¿Existe un diagrama con los elementos del modelo de diseño arquitectónicamente significativos?		
¿Existe un diagrama que ilustre la visión general de la arquitectura, así como el alineamiento de paquetes, capas y subsistemas y la descripción de cada uno de ellas?		
¿Existe una vista de procesos que incluya la descripción de los procesos, hilos, tareas, eventos y notificaciones involucrados en la ejecución del sistema?		
¿Existe un diagrama con la vista de procesos que muestre su composición así como la distribución de clases entre estos procesos?		
¿Existe una vista de despliegue o referencia al modelo de despliegue donde se describan cada uno de los nodos físicos que componen el sistema?		
¿Existe una vista de Implementación que incluya un diagrama de componentes, así como los ejecutables, bibliotecas, ficheros, subsistemas y dependencias entre ellos?		

¿Existe una vista de datos que incluya los elementos persistentes arquitectónicamente significativos en el modelo de datos?		
¿Se hace alusión a cómo la arquitectura de software del sistema contribuye a la capacidad del sistema?		

Anexo 11. Lista de Chequeo para la Revisión de la Configuración

Preguntas	Si	No
¿Existe el documento “Plan de gestión de Configuración”?		
¿Se describen las actividades de gestión de configuración?		
¿Se especifican los responsables de ejecutar estas actividades?		
¿Se definen los tipos de elementos de configuración que se obtendrán en el sistema?		
¿Se realiza control de versiones sobre los elementos de configuración?		
¿Están registrados los pedidos de cambio?		
¿Están identificadas y registradas las solicitudes de cambio?		
¿Se especifican los elementos que fueron afectados con el cambio?		
¿Se ejecuta el análisis y la evaluación de la solicitud de cambios?		
¿Se controlan los releases (Liberaciones parciales o totales del producto)?		

¿Se especifica la fecha de cambio y el autor?		
¿Se cuenta con procedimientos de GCS para señalar el cambio, registrarlo y divulgarlo?		

Glosario de términos

Acción correctiva: Acción tomada para eliminar la causa de una no conformidad, defecto o cualquier situación indeseable existente, para evitar su repetición.

Acción preventiva: Acción tomada para eliminar la causa de una no conformidad potencial u otra situación potencialmente inestable para prevenir su ocurrencia.

Área de proceso: Agrupa un conjunto de prácticas relacionadas entre sí, cuya ejecución permite alcanzar una serie de objetivos y metas.

Aseguramiento de la Calidad: Un medio planificado y sistemático que define estándares, prácticas, procedimientos y métodos que son aplicados al proceso.

Auditoría: Trabajo de proceso de mejora, un examen objetivo de productos de trabajo o conjunto de productos de trabajo contra un criterio específico.

Calidad: La capacidad de un conjunto de características inherentes de un producto, componente de producto o proceso para cumplir las exigencias de clientes.

CEDEFOP: Centro Europeo para el Desarrollo de la Formación Profesional.

CMMI: Modelo de Madurez y Capacidad Integrado

Control de la calidad: Las técnicas de funcionamiento y actividades que se utilizan para cumplir con los requisitos de calidad.

Componente de un producto: Un producto de trabajo que es componente del nivel inferior de un producto. Los componentes del producto se integran para producir el producto.

Descripción de un proceso: Una expresión documentada de un conjunto de actividades realizadas para lograr un propósito determinado.

Evaluar objetivamente: Examinar las actividades y productos de trabajo contra criterios que minimizan la subjetividad y la parcialidad por el revisor.

Gestión de configuración: Organiza y controla las modificaciones que se sufre el software.

IEEE: Instituto de Ingenieros Eléctricos y Electrónicos.

ISO: Organización Internacional para la Estandarización

Línea de producto: Un grupo de productos que comparten algo en común, conjunto de características que satisfacen las necesidades específicas de un mercado seleccionado o alguna misión.

No conformidad: Incumplimiento de un requisito.

Plan de Calidad: Una planificación con fechas, responsables, tareas a realizar y objetivos a conseguir de cualquier aspecto relacionado con el Sistema de Calidad.

Prácticas específicas: Describen las actividades previstas para que resultan de los objetivos específicos de un área de proceso.

Procedimiento: Es la acción de proceder o el método de ejecutar algunas cosas. Se trata de una serie común de pasos definidos, que permiten realizar un trabajo de forma correcta.

Proceso: Una conjunto de actividades relacionadas que transforman entradas en salidas.

Proceso de software: Conjunto de actividades interrelacionadas o que interactúan para transformar entradas en salidas.

Producto: Un producto de trabajo que se destine a la entrega a un cliente o al usuario final.

Glosario de términos

Producto de trabajo: Es un resultado útil de un proceso. Este puede incluir archivos, documentos, productos, componentes de un producto, servicios, descripciones del proceso, las especificaciones y las facturas.

Pruebas de software: Proceso en el que se ejecuta un sistema con el objetivo de detectar fallos.

Requisito: Necesidad o expectativa establecida, generalmente implícita u obligatoria.

SEI: Instituto de Ingeniería de Software.

Servicio: Un producto que es intangible y no almacenable.

Sistema de calidad: Estructura organizativa, procedimientos, procesos, y recursos necesarios para implantar la Gestión de la calidad.

Sub-proceso: Un proceso que forma parte de un proceso más amplio.

Sub-práctica: Pretende aportar ideas que pueden ser útiles para el proceso de mejora.

Validación: Comprobar si el software construido satisface los requisitos del usuario.

Verificación: Comprobar si los productos construidos en una fase del ciclo de vida satisfacen los requisitos establecidos en la fase anterior.