

Universidad de las Ciencias Informáticas

Facultad 10



**Aseguramiento de la calidad en el proyecto “Sistema Integrado de
Gestión Bibliotecaria para la Biblioteca Nacional José Martí”**

**Trabajo de Diploma para optar por el Título de Ingeniero en Ciencias
Informáticas**

Autor: Rubier Water Rodriguez.

Tutores: Ing. Lissette Soto Pelegrín.

Lic. Elizabet González Alemán.

Ciudad de la Habana, Junio del 2007

*“La calidad nunca es un accidente; siempre es el resultado de un
esfuerzo de la inteligencia.”*

John Ruskin

DECLARACIÓN DE AUTORÍA

Declaro ser autor de la presente tesis y reconozco a la Universidad de las Ciencias Informáticas los derechos patrimoniales de la misma, con carácter exclusivo.

Para que así conste firmo la presente a los ____ días del mes de _____ del 2007.

Rubier Water Rodriguez.

Ing. Lissette Soto Pelegrín.

Lic. Elizabet González Alemán.

DATOS DE CONTACTO

Lisette Soto Pelegrín.

Ing. Automática. Graduada en julio del 2003.

Desde el 2003 trabajo en la UCI como profesora de Máquinas Computadoras. En el 2004 participé durante 4 meses en la misión Identidad en Venezuela obteniendo resultados satisfactorios en la misma.

En el 2005 comencé mi trabajo en la Infraestructura productiva de la UCI como especialista de la dirección de Exportación de Software. En noviembre del 2005 comencé a trabajar como directora de producción atendiendo la dirección de servicios web y portales.

En septiembre de 2006 comienzo mi trabajo como directora de producción atendiendo los temas de Automática, Realidad Virtual, modelación y simulación de procesos, Radio y TV digital y Conocimiento Geológico.

Mi categoría docente es instructora y curso estudios en la maestría de Gestión de Proyectos.

Contactos: lissettesp@uci.cu

Teléfonos: 835-2413 y 835-2414.

Elizabet González Alemán.

Licenciada en Ciencias de la Computación. Graduada en julio de 2002.

Durante dos años trabajé en la Empresa Militar Industrial "Ernesto Che Guevara" de Villa Clara donde por el buen trabajo realizado me eximieron del servicio social al culminar el primer año. En este período desarrollé varios sistemas para el área económica, de los cuales, uno obtuvo primer lugar en las BTJ a nivel municipal.

En el 2005 ingresé en la UCI como especialista de la Infraestructura Productiva vinculándome al proyecto de Meteorología en el cual estuve por espacio de ocho meses. En noviembre del mismo año pasé a la Dirección de Producción 3 en la cual trabajo actualmente atendiendo las facultades 5 y 9. En estos momentos estoy vinculada al proyecto "Conceptualización de Soluciones para Refinerías" con la empresa Petróleos de Venezuela, S.A.

Imparto docencia en pregrado y mi categoría docente es instructor.

Contactos: elizabet@uci.cu

Teléfonos: 835 2414

Esta es la realización de un sueño, de un ser querido, y para un ser querido. A él debo la inspiración, la formación y los deseos de seguir esta carrera en la vida que apenas comienza; seguir trabajando para su satisfacción y bajo la prometedora esperanza de ser algún día, el hombre que fue él, es mi mayor meta.

“A mi Padre, todas las horas y el esfuerzo infinito, dedicados”.

A Lissette y Elizabet (mis tutoras): Por el apoyo y la confianza depositada en mí para la realización de este trabajo.

A mi Mamá: Por confiar en mí, por apoyarme y guiarme en todo momento, por ser ese tipo de madre que todos deseamos tener que a pesar de cualquier golpe de la vida sigue a mi lado como una guía firme y sabia, gracias por todo ese cariño y apoyo que he recibido.

A mi Padre: Por apoyarme siempre en todo, por confiar en que yo alcanzaría esta meta que hace 5 años al verme partir parecía un sueño lejano, a pesar de que hoy no está físicamente le agradezco todo su esfuerzo en ayudarme y mi mayor deseo es que esté orgulloso de mi.

A mi hermano: Por la confianza depositada, por todo el apoyo, por sentirse orgulloso de ser mi hermano.

A Rafael y su familia: Por todo el apoyo que me ha dado para seguir adelante en mi carrera.

A Dayami y su familia: Por toda la ayuda y el apoyo que me ha dado.

A Uberlinda: Por toda la ayuda y el apoyo que me ha dado a lo largo de mis estudios.

A Leticia y toda su familia: Por confiar en mí siempre, por el apoyo y la ayuda que he recibido de toda esta gran familia.

A Ubaldo y su familia: Por toda la ayuda prestada a lo largo de mi carrera y la confianza puesta en mí, por ser siempre ese gran amigo incondicional de mi padre y mi familia antes y después de él no estar.

A Alfredo: Por apoyarme en todo siempre, por ayudarme y verme como su sobrino, por tener a mi padre como un hermano y seguir siendo un amigo incondicional y transparente de mi familia antes y después de no estar mi padre.

A Luiso y su familia: Por la confianza y el apoyo que han depositado en mí todo este tiempo, por sus consejos y recomendaciones.

A Nairys: Por todo el apoyo y la ayuda depositada en mí a lo largo de toda mi carrera, Por ser más que una amiga una hermana para mí

A Jublar y su familia: Por apoyarme en todos los momentos difíciles que he pasado, por toda la ayuda que he recibido de sus padres que los considero mi familia.

A Ernesto y Annalie: Por todo el apoyo y la amistad que he recibido de ellos a lo largo de mis estudios.

A Yoan y Ailen: Por la ayuda y el apoyo que me han dado en mi carrera, por su amistad y confianza depositada.

A toda mi familia, mi novia, amistades, compañeros de grupo y profesores que de una forma u otra me han ayudado a lo largo de mi carrera y en la realización de este trabajo.

Resumen

El aumento de los desarrolladores de software a nivel mundial ha provocado que los clientes tengan la opción de elegir a quien encargar sus productos apareciendo así la competencia, dicha actividad ha obligado a todos los desarrolladores a aplicar nuevas técnicas para lograr que sus productos tengan mayor calidad y así ser preferidos. Dentro de estas técnicas implementadas se encuentra la aplicación de metodologías y modelos para controlar el proceso de desarrollo del software y cumplir con aspectos como tiempo de entrega, cumplimiento de los requisitos y la calidad de los procesos y los productos finales. La Universidad de la Ciencias Informáticas (UCI) presenta problemas en la entrega de sus productos en cuanto a tiempo y la falta de calidad en ocasiones, por lo que necesita aplicar dichas técnicas para estar certificados por normas internacionales y lograr una mayor calidad en sus productos y servicios. El proyecto “Sistema Integrado de Gestión Bibliotecaria para la Biblioteca Nacional José Martí” desarrollado por la UCI no está ajeno a los problemas anteriores por lo que este trabajo después de un estudio de varios modelos de calidad, define los procesos del área de aseguramiento de la calidad correspondientes al nivel 2 del Modelo Integrado de Capacidad y Madurez (CMMI), adaptados al proyecto y los roles que realizan estos procesos. También se definen métricas para el control de los procesos. Además se proponen herramientas automatizadas para ayudar al aseguramiento de la calidad.

Palabras claves: calidad, aseguramiento de la calidad, modelos, procesos, métricas.

INTRODUCCIÓN.....	1
Capítulo I: Fundamentación Teórica.....	4
1.1 <i>introducción.....</i>	4
1.2 <i>Conceptos de calidad.....</i>	4
1.2.1 <i>Evolución Histórica de la calidad.....</i>	4
1.2.2 <i>Calidad de Software.....</i>	6
1.2.3 <i>Calidad del producto.....</i>	7
1.2.4 <i>Aseguramiento de la Calidad.....</i>	8
1.3 <i>Estudio sobre modelos de Calidad.....</i>	9
1.3.1 <i>¿Qué son los modelos de calidad?.....</i>	9
1.3.2 <i>Ventajas y necesidades del uso de los modelos de calidad.....</i>	9
1.3.3 <i>Características de los Modelos de Calidad.....</i>	11
1.3.3.1 <i>Características de ISO 9000-3.....</i>	11
1.3.3.2 <i>Características del modelo Tick IT.....</i>	13
1.3.3.3 <i>Características del Modelo ISO/SPICE.....</i>	14
1.3.3.4 <i>Características de Modelo Integrado de Capacidad y Madurez (CMMI).....</i>	15
1.3.3.5 <i>Comparación entre los modelos de calidad.....</i>	16
1.4 <i>Enfoques del aseguramiento de la Calidad.....</i>	18
1.4.1 <i>El Aseguramiento de la calidad según el modelo ISO 9000-3.....</i>	18
1.4.2 <i>El Aseguramiento de la calidad según el modelo Tick-IT.....</i>	19
1.4.3 <i>El Aseguramiento de la calidad según el modelo ISO-SPICE.....</i>	19
1.4.4 <i>El Aseguramiento de la calidad según el modelo CMMI.....</i>	20
1.4.5 <i>Análisis comparativo del aseguramiento de la calidad según los enfoques de los modelos estudiados.....</i>	21
1.5 <i>Resultado de la Comparación.....</i>	22
1.6 <i>Estado actual del uso de los modelos de calidad.....</i>	22
1.6.1 <i>A nivel internacional.....</i>	22
1.6.2 <i>En Cuba.....</i>	23
1.6.3 <i>En la UCI.....</i>	24
1.7 <i>Conclusiones.....</i>	24
Capítulo 2: Propuesta de procesos para el aseguramiento de la calidad.....	25
2.1 <i>Introducción.....</i>	25
2.2 <i>Procesos que componen el área de Aseguramiento de la Calidad.....</i>	26
2.2.1 <i>Evaluar Objetivamente los procesos.....</i>	26
2.2.2 <i>Evaluar Objetivamente el producto y los servicios del trabajo.....</i>	30
2.2.3 <i>Comunicar y Asegurar la resolución de las no conformidades emitidas.....</i>	34
2.2.4 <i>Establecer Registros.....</i>	40
2.3 <i>Conclusiones.....</i>	42

Capítulo 3: Métricas y Herramientas propuestas para el aseguramiento de la calidad.	43
3.1 <i>Introducción.</i>	43
3.2 <i>Conceptos básicos de Métricas.</i>	43
3.2.1 <i>Ventajas de utilizar las métricas</i>	44
3.3 <i>Definición de Métricas para cada proceso.</i>	45
3.3.1 <i>Evaluar objetivamente los procesos.</i>	45
3.3.2 <i>Evaluar objetivamente los productos y los servicios del trabajo.</i>	45
3.3.3 <i>Asegurar la comunicación y resolución de las no-conformidades.</i>	46
3.3.4 <i>Establecer Registros.</i>	47
3.4 <i>Herramienta para automatizar el proceso.</i>	47
3.5 <i>Conclusiones.</i>	49
Conclusiones Generales.	50
Recomendaciones	51
Referencia Bibliográfica.	52
Bibliografía	54
Glosario de Términos.	55
Anexos	57
Anexo 1: <i>Plantillas Propuestas.</i>	57
Anexo 2: <i>Propuesta de Roles.</i>	58
Anexo 3: <i>Técnicas para asignar los roles definidos.</i>	59

INTRODUCCIÓN.

El avance de la tecnología es un paso inevitable que incluye a todas las ramas de la ciencia y los sectores de la sociedad. La industria de software no está ajena a esta evolución, sino todo lo contrario, a nivel mundial este sector está evolucionando cada vez más rápido, son muy pocos los países que hoy en día no desarrollan software. La pregunta es si todos los productos de las diferentes industrias de software tienen la misma demanda. Como resultado de la gran competencia que existe siempre hay algunas empresas que tienen más demandas que otras, esto se debe a que algunas cumplen mejor los parámetros por los cuales el cliente valora cual empresa escoger. Los principales parámetros para preferir un producto son la rapidez de entrega, el costo y muy importante la calidad del producto.

Los primeros productores de software no se preocupaban mucho por seguir un procedimiento para desarrollar sus productos, cuando apareció la competencia entre ellos fue necesario entregar mejores productos y en el tiempo requerido. Así se llegó a la conclusión de que para la obtención de un software con la eficiencia y en el tiempo estimado es necesario la utilización de metodologías y procesos estándares para el desarrollo y la gestión de software que permitan uniformar la filosofía de trabajo, con la intención de asegurar la calidad en todas las etapas de vida del proyecto y lograr una mayor eficiencia tanto para la labor de desarrollo como para el control de la calidad del software.

El aseguramiento de la calidad de un proyecto lleva consigo cualidades como seguridad, integridad, usabilidad, portabilidad, mantenibilidad, confiabilidad, flexibilidad y corrección, asegurando esto una mayor eficiencia. Es importante destacar que la calidad es medible pero puede variar de un proyecto a otro [1].

A menudo se trabaja con la filosofía de ignorar el aseguramiento de la calidad en todas las etapas de vida de un proyecto y medir la calidad después de elaborado el producto, en ocasiones esto puede importar grandes gastos tanto de tiempo como de recursos ya que los errores encontrados al final pueden provocar cambios generales en el proyecto que provoquen realizar tareas ya concluidas desde el principio.

Cuba también implementa el avance de las tecnologías. En estos momentos se encuentra enfrascada en la informatización de la sociedad, esta actividad se está llevando a cabo en varios sectores como el empresarial, la salud, la educación, la prensa, entre otros. Muchas de estas entidades se están automatizando con software de producción nacional.

En el desarrollo de estos sistemas de software la Universidad de las Ciencias Informáticas (UCI) juega un papel protagónico con sus numerosos proyectos productivos. Uno de los proyectos productivos que realiza la Universidad de las Ciencias Informáticas es el: Sistema Integrado de Gestión Bibliotecaria para la Biblioteca Nacional José Martí. Para que este proyecto se desarrolle con éxito no es suficiente el esfuerzo, dedicación y conocimiento de los desarrolladores sino que también es necesario garantizar el aseguramiento de la calidad en cada etapa de vida de este proyecto, elemento de vital importancia para la entrega del producto en el tiempo acordado con el cliente y para el cumplimiento de los requisitos solicitados. Para asegurar la calidad en el proyecto es necesario establecer métodos y herramientas efectivas que ayuden a lograr mejores resultados.

No asegurar la calidad en dicho proyecto no solo es una mala práctica, sino que trae varios problemas como la posibilidad de errores en el producto e insatisfacción por parte del cliente. En la actualidad todos los clientes exigen que el producto que van a adquirir tenga una certificación de calidad y si no se usa una metodología que asegure la calidad del producto el mismo no podrá estar certificado por ningún modelo conocido. Un problema típico es la necesidad de realizar cambios en procesos ya terminados debido a que no se comprobó que el proceso anterior no tenía la calidad requerida, este problema se debe al hecho de no llevar un control de calidad en todas las etapas del ciclo de vida del proyecto. Si no se aplica un modelo que distribuya prácticas para el aseguramiento de la calidad entonces nadie controlará que el producto cumpla con normas y estándares no tan solo para la programación del software sino también con las normas bibliotecarias. Sin una metodología de trabajo no será posible lograr una organización en el proyecto de forma tal que todos estén vinculados con la calidad del producto que se está desarrollando. Además no habrá nadie encargado de llevar un control con los errores cometidos y realizar una documentación con todas estas lecciones para tener experiencia en la realización de productos futuros.

El problema a resolver en el trabajo es: ¿Cómo lograr un correcto aseguramiento de la calidad en el proyecto Sistema Integrado de Gestión Bibliotecaria para la Biblioteca Nacional José Martí? y el mismo centra su objeto de estudio en los procesos de aseguramiento de la calidad.

El trabajo tiene como objetivo definir los procesos involucrados en el aseguramiento de la calidad y el campo de acción es: los procesos de aseguramiento de la calidad en el proyecto Sistema Integrado de Gestión Bibliotecaria para la Biblioteca Nacional José Martí.

Como hipótesis el trabajo plantea que: con la definición correcta de los procesos de aseguramiento de la calidad se garantiza en el proyecto Sistema Integrado de Gestión Bibliotecaria para la Biblioteca Nacional José Martí una mayor calidad de los procesos y los productos.

Para resolver el problema planteado en el trabajo y lograr el objetivo principal se trazaron las siguientes tareas:

- Estudiar diferentes enfoques del aseguramiento de la calidad según algunas de las normas, modelos y estándares más importantes a nivel internacional para el desarrollo de software.
- Definir procesos que posibiliten un adecuado aseguramiento de la calidad en el proyecto Sistema Integrado de Gestión Bibliotecaria para la Biblioteca Nacional José Martí.
- Estudiar el estado del arte de herramientas informáticas existentes para el Aseguramiento de la Calidad.

Del trabajo se esperan los siguientes aportes prácticos:

Obtener la definición de procesos para el aseguramiento de la calidad en un proyecto de software que servirá de base a otros proyectos productivos de la UCI para desempeñar estas tareas.

Este trabajo servirá de base al futuro desarrollo de herramientas informáticas que apoyen la automatización de estos procesos.

El contenido de este trabajo se organiza en tres capítulos. El primer capítulo, Fundamentación Teórica contiene un estudio de las definiciones y los conceptos fundamentales del aseguramiento de la calidad, se realiza un estudio comparativo de normas, metodologías y modelos, con un alcance internacional, nacional y a nivel de nuestra universidad, donde se analizan los enfoques que dan estos acerca del aseguramiento de la calidad.

En el segundo capítulo se definen los procesos involucrados en el aseguramiento de la calidad para el proyecto Sistema Integrado de Gestión Bibliotecaria para la Biblioteca Nacional José Martí así como los roles de aquellos que intervienen en dichos procesos.

El tercer capítulo contiene una definición de métricas para los procesos definidos, con el fin de monitorear, controlar, evaluar y mejorar los mismos. Se describe el uso de herramientas que se proponen para el apoyo de la automatización de los procesos de aseguramiento de la calidad.



Capítulo I: Fundamentación Teórica.

1.1 introducción.

En el presente capítulo se brindan definiciones y conceptos dando así una visión más profunda acerca del tema de normas y metodologías con el fin de asegurar la calidad en un proyecto, exponiendo a su vez el estado del arte actual en nuestra universidad, a nivel nacional e internacional de cómo se controla la calidad en los sistemas informáticos. Este capítulo además cuenta con un estudio detallado de varios modelos de calidad usados en el mundo con el fin de dar solución a problemas similares al aseguramiento de la calidad en el proyecto “Sistema Integrado de Gestión Bibliotecaria para la Biblioteca Nacional José Martí”.

1.2 Conceptos de calidad.

La Organización Internacional para la Estandarización ISO define calidad como “Conjunto de propiedades y de características de un producto o servicio, que le confieren aptitud para satisfacer necesidades explícitas o implícitas” [2].

1.2.1 Evolución Histórica de la calidad.

Inspección/detección de errores: hasta los años 40.

- Inicialmente trabajo artesanal: control individual de cada tarea.
- 1918: Ford Motor Company. (Primera cadena de montaje).
- 1930: Laboratorios Bel.

Control (estadístico) de calidad: hasta los años 80

- Mercado poco competitivo. Precio de venta fijado por el fabricante en función de los costes.
- Impedir que el producto defectuoso llegue al cliente.
- Conseguir uniformidad de servicio.

- Control de calidad = problema a resolver.
- Controlar la calidad del departamento de producción utilizando técnicas estadísticas.
- 1940-70: Japón y Calidad total. Deming, Ishikawa, Juran, Crosby.

Garantía de calidad: a partir de los 80.

- Mercado competitivo y de oferta.
- Precio de venta fijado por el mercado.
- Planificación y medida de la calidad. Modelos de calidad.
- La calidad afecta a todos los departamentos.
- 1980. Interés por la calidad en los EEUU. TQM.
- 1987. Premio Malcom Baldrige Quality Award.
- 1987. ISO 9000, a partir de las normas británicas.
- 1992. Premio Europeo a la calidad de la EFQM.

Gestión de calidad hoy.

- Impacto estratégico. Oportunidad de ventaja competitiva.
- Planificación, fijación de objetivos, coordinación, formación, adaptación de toda la organización.
- Afecta a la sociedad en general: directivos, trabajadores, clientes.
- “Una filosofía, una cultura, una estrategia, un estilo de gerencia de la empresa”.
- ISO 9001:2000 [3].

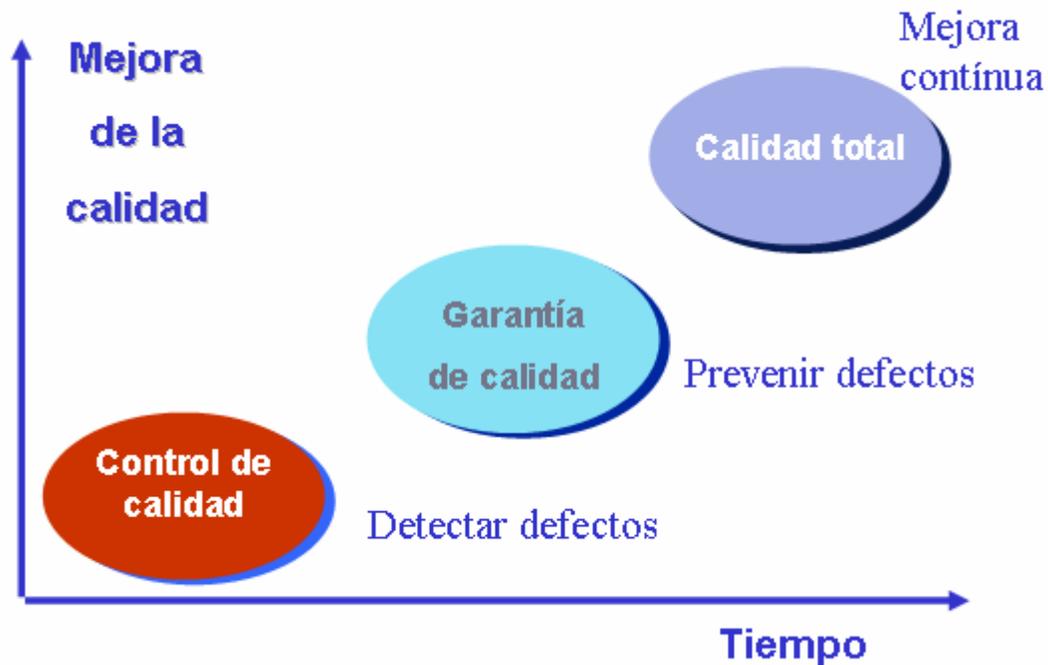


Fig. 1.2 Evolución Histórica de la calidad [4].

1.2.2 Calidad de Software.

Varias organizaciones de estándares y otros especialistas dan su propio criterio sobre qué es calidad de software, el trabajo muestra los criterios expuestos por la IEEE y por Pressman.

“La calidad del software es el grado con el que un sistema, componente o proceso cumple los requerimientos especificados y las necesidades o expectativas del cliente o usuario” [5].

“Concordancia del software producido con los requerimientos explícitamente establecidos, con los estándares de desarrollo prefijados y con los requerimientos implícitos no establecidos formalmente, que desea el usuario” [6].

A partir de analizar varios conceptos en especial estos tres que definen lo que es calidad y más específicamente la calidad del software, se llega a la conclusión de que la base de las medidas de calidad es cumplir con los requisitos solicitados, con una falta de concordancia entre el software y los requisitos es suficiente para una falta de calidad. También se destaca que si no se sigue ninguna metodología siempre faltará calidad ya que estos estándares y metodologías son los que guían el desarrollo del software

basándose en un conjunto de criterios de desarrollo definidos. Se debe tener siempre presente que el control de la calidad debe ser construido desde el principio, no es factible hacer un control de calidad al final del desarrollo [7].

1.2.3 Calidad del producto.

La mayoría de los modelos estudiados abarcan los siguientes aspectos a tener en cuenta para garantizar la calidad del producto:

- Operación del producto:

- Corrección. Hasta dónde satisface un programa su especificación y logra los objetivos de la misión del cliente.

- Fiabilidad. Hasta dónde se espera que un programa lleve a cabo su función pretendida con la exactitud requerida.

- Eficiencia. Cantidad de recursos informáticos y código necesarios para que un programa realice su función.

- Integridad. Hasta dónde se controla el acceso al software o a los datos por personas no autorizadas.

- Usabilidad (Facilidad de manejo). Esfuerzo necesario para aprender, operar, preparar los datos de entrada e interpretar las salidas (resultados) de un programa.

- Revisión del producto:

- Mantenibilidad (Facilidad de mantenimiento). Esfuerzo necesario para localizar y arreglar un error del programa (definición limitada)

- Flexibilidad. Esfuerzo necesario para modificar un programa operativo.

- Facilidad de prueba. Esfuerzo necesario para probar un programa para asegurarse que realiza su función pretendida.

- Transición del producto:

- Portabilidad. Esfuerzo necesario para transferir el programa de un entorno de sistema de hardware o de un software a otro.

- Reusabilidad (capacidad de reutilización). Hasta dónde se vuelve a emplear un programa (o partes de un programa) en otras aplicaciones, en relación al empaquetamiento y alcance de las funciones que realiza el programa.

- Interoperatividad. Esfuerzo necesario para acoplar un sistema con otro [8].

1.2.4 Aseguramiento de la Calidad.

El aseguramiento de la calidad no es más que todo aquel conjunto de actividades que se planifican de forma sistemática, las cuales son imprescindibles para tener confianza en que el software cumplirá con los requisitos de calidad. Este proceso de aseguramiento de la calidad se crea antes de comenzar a desarrollar la aplicación. En algunos casos se encuentra que se llama garantía de calidad y no aseguramiento pero eso puede traer confusión con lo que también se le llama garantía del producto. El aseguramiento de la calidad se tiene en cuenta en métodos y herramientas de análisis, diseño, programación y prueba, así como en inspecciones técnicas formales en todos los pasos del proceso de desarrollo del software, además en las estrategias de prueba multiescala, control de la documentación del software y los cambios realizados, procedimientos para ajustarse a los estándares (y dejar claro cuando se está fuera de ellos), mecanismos de medida y también en los registros de auditorías y realización de informes [9]. Sridharan indica [10] que mientras el software que se está desarrollado reúne los requerimientos y su desempeño es el esperado, es preciso que se supervisen las actividades de desarrollo del software y su rendimiento, en distintas oportunidades durante cada fase del ciclo de vida. Este es el papel del aseguramiento de la calidad del software.

Hay tres aspectos muy importantes con relación al aseguramiento de la calidad del software [11]:

- La calidad no se puede probar, se construye.
- El aseguramiento de la calidad del software no es una tarea que se realiza en una fase particular del ciclo de vida de desarrollo.
- Las actividades asociadas con el aseguramiento de la calidad del software deben ser realizadas por personas que no estén directamente involucradas en el esfuerzo de desarrollo.

Pressman considera [12] que el aseguramiento de la calidad del software comprende una gran variedad de tareas asociadas:

- Preparar un plan de aseguramiento de la calidad del software para un proyecto.
- Participar en el desarrollo del proceso de descripción del proyecto de software.
- Revisar las actividades de ingeniería del software para verificar su consistencia con el proceso de software definido.
- Auditar el producto de software para verificar el cumplimiento del proceso de software definido
- Asegurar que las divergencias en el trabajo de software sean documentadas de acuerdo a los estándares definidos.

– Almacenar cualquier inconformidad y reportarla a la gerencia media.

De forma general todos plantean sus criterios sobre como asegurar la calidad de un proyecto pero todos coinciden en varios puntos como por ejemplo que nunca se debe dejar el aseguramiento de la calidad para el final sino que se debe planificar desde el principio, además todos plantean la necesidad de seleccionar y aplicar una misma forma de controlar el desarrollo del software para todas las etapas de vida de un proyecto. En fin el aseguramiento de la calidad debe estar basado en la prevención ya que es más rentable prevenir los fallos de calidad que corregirlos [13].

1.3 Estudio sobre modelos de Calidad

1.3.1 ¿Qué son los modelos de calidad?

Los modelos de calidad no son más que las técnicas, herramientas y metodologías que le facilitan a las empresas que se encargan de la fabricación de software guiar por un camino único el avance de dicho proceso y así lograr que se cumplan con los requisitos iniciales pedidos por el cliente ya que esa es la base de la calidad de un producto. Existen varias metodologías y herramientas a seguir para la realización de un proyecto pero el objetivo de todas ellas es organizar el proceso para poder realizar un software con mayor calidad. Estas herramientas son las que pretenden dar solución a los problemas de calidad que se han presentado a lo largo de la historia del desarrollo de software por la falta de una guía en el proceso de desarrollo. Se debe tener presente que la aplicación de estas metodologías puede cambiar de un proyecto a otro y que no se puede decir con seguridad cual es la mejor ya que esto depende de las necesidades del proyecto, una metodología puede ser la ideal para un proyecto pero para otro distinto puede resultar poco abarcadora y puede que controle áreas de procesos que no están implícitas en dicho proyecto. Toda buena metodología contiene al menos buenas prácticas para el ciclo de vida del software, enfocado en los procesos de gestión y desarrollo de proyectos [14].

1.3.2 Ventajas y necesidades del uso de los modelos de calidad.

La aplicación de un modelo de calidad en la realización de un proyecto aporta varias ventajas, primeramente ayuda a asegurar la calidad del software, con esto se garantiza la confianza en los resultados, además es la mejor manera de asegurarse de que se cumplan los requisitos iniciales que pidió el cliente consiguiendo una mayor satisfacción del mismo; también se reducen los errores en explotación logrando así una mayor fiabilidad del software; con la aplicación del modelo en todas las etapas de vida se evitan los riesgos de que aparezcan errores en la etapa de pruebas finales

que pueden estar vinculados con el diseño y resulta fundamental la ayuda en cuanto a la organización del flujo de trabajo en el proyecto y a la seguridad de que se esté trabajando por buen camino.

Estos modelos convierten la calidad del software en algo que se puede medir, definir y planificar. Ayudan a mejorar la comunicación entre usuarios, dirección y técnicos. Al cliente le place mucho más saber que el software que va a adquirir está certificado por alguna metodología que controle la calidad en todas las etapas de vida de un software, esto da una mayor confianza en el resultado del trabajo esperado [15].

En la actualidad se hace inminente la necesidad de aplicar modelos de calidad por la experiencia vista en proyectos anteriores. Se han detectado problemas como que en muchos casos los especialistas se sienten incapaces de dar una fecha de terminación de un producto cuando son presionados por sus jefes, pues no existe información almacenada del tiempo dedicado a tareas similares en proyectos anteriores. No obstante, se esfuerzan por minimizar el tiempo de respuesta lo que redundará en un deterioro de la calidad del producto y un desgaste excesivo del especialista. Por otro lado, no están preparadas las condiciones para el trabajo en equipo de un producto de software, esto significa que si no se está muy familiarizado con el producto, es muy complejo saber qué módulos existen, qué cambios ha sufrido de una versión a otra, así como otros aspectos que afectan la eficiencia. No se cuenta con la documentación técnica de los productos de la empresa. La no existencia de la documentación técnica y la falta de una estructura de organización atenta contra la calidad de la etapa de mantenimiento. Al no registrarse nada de este proceso, es difícil conocer exactamente la magnitud del trabajo realizado, por lo general se hace intuitivamente. El comportamiento como usuario, que adopta el equipo, no es detallado y se escapan errores [16]. Según datos suministrados un por ciento elevado de los errores y señalamientos que detectan los usuarios no son de desarrollo sino generalmente de manipulación o de desconocimiento del usuario, pero por lo general son enviados a los desarrolladores pudiéndosele dar respuesta en el mismo momento en que llega la solicitud. Como se desprende de lo anterior no existe una estructura organizativa que apoye las tareas de soporte de software lo que provoca insatisfacción en los usuarios de los productos de software. La principal causa de que todo esto suceda es la falta de industrialización de la producción de software, es decir, la tendencia a no usar procedimientos estandarizados a la hora de producir software que permitan planificar y controlar. Aunque esta no es la única deficiencia, pero si es la más importante. Por lo general en las empresas no existen sistemas de procedimientos que controlen el proceso de desarrollo del software, por tanto, tampoco se usan herramientas que lo realicen automáticamente en las distintas etapas del ciclo de vida del proyecto.

Para dar solución a estos y otros problemas existen en los grupos de trabajo de desarrolladores de software, se requiere el establecimiento de sistemas de calidad y por tanto definir rigurosamente los procesos de software que se llevan a cabo en las empresas de desarrollo de software.

1.3.3 Características de los Modelos de Calidad.

Para escoger un modelo para la realización de un proyecto se debe hacer un estudio de los modelos que sean adaptables al proyecto y de ellos escoger entonces el que asegure mejor la calidad atendiendo al costo y el rendimiento del producto entre otros parámetros que se estimen importantes.

Después de estudiar varios modelos de calidad, este trabajo presenta una descripción de las características principales de cuatro modelos que tratan de alguna manera el aseguramiento de la calidad, además se evaluó la posibilidad de que fuera posible adaptar estos modelos en el proyecto Sistema Integrado de Gestión Bibliotecaria para la Biblioteca Nacional José Martí.

1.3.3.1 Características de ISO 9000-3

Este estándar tiene como objetivo crear una norma internacional de calidad. Para ello se basa en desarrollar prácticas de administración para garantizar el Aseguramiento y Administración de la Calidad.

Esta norma se divide en 4 guías fundamentales:

- ISO 9004 Elementos para la Administración y el Sistema de Calidad. Guía para el Sistema de Aseguramiento de la Calidad.
- ISO 9001 Sistemas de Calidad. Modelo de Aseguramiento de la Calidad en el diseño, desarrollo, producción, instalación y servicio.
- ISO 9002 Sistemas de Calidad. Modelo de Aseguramiento de la Calidad para la producción, instalación y servicio.
- ISO 9003 Sistemas de Calidad. Modelo de Aseguramiento de la Calidad para la inspección final y pruebas.

Además, existen otras normas y entre ellas las más relevantes son:

- ISO 9000-1 Guía para la selección de la norma a usar.
- ISO 8402 Recopilación de definiciones. Vocabulario.
- ISO 9000-3 Guía para la aplicación de ISO 9001 al desarrollo, suministro y mantenimiento.

De forma general esta norma tiene como requerimientos fundamentales:

-Escribir un manual de calidad, describiendo el Sistema de Calidad en alto nivel.

- Escribir documentos en forma de procedimientos que describan cómo debe hacerse el trabajo en la organización.
- Crear un sistema para controlar la distribución y reedición de documentos.
- Diseño e implantación de un sistema de acciones preventivas y correctivas para prevenir la ocurrencia de problemas.
- Identificar las necesidades en cuanto a entrenamiento en la organización.
- Determinar las medidas y equipos para realizar las pruebas.
- Capacitar al personal de la organización en la operación del Sistema de Calidad.
- Planificar y llevar a cabo auditorias de calidad internas.
- Tener en cuenta los requerimientos del estándar con los que no cumple la organización.

Los factores que determinan el modelo a seguir o aplicar son:

1. La complejidad del proceso de diseño. Se refiere a la dificultad para diseñar el producto o servicio cuando éste no ha sido diseñado.
2. La madurez del diseño. Se proyecta hacia el conocimiento y aprobación del diseño total, ya sea por las pruebas de desempeño o por la experiencia en el campo.
3. La complejidad del proceso de producción. Está relacionado con la capacidad del proceso de producción, las necesidades de desarrollo del nuevo proceso, las variaciones que se requieren y el impacto en el desempeño del producto o servicio.
4. Las características del producto o servicio. Depende de la complejidad del producto o servicio, del número de características interrelacionadas y de su influencia en el desempeño.
5. La seguridad del producto o servicio. Relacionado con el riesgo de ocurrencia de fallas y el impacto de éstas.
6. Control económico. Se refiere al incremento de los costos, para el suministrador o comprador, que puede provocar desacuerdos en cuanto al producto o servicio.

Esta es una de las normas más populares pero pueden surgir errores a la hora de adaptar esta norma a un proyecto por lo genérica que resulta ser [17].

➤ Ventajas del modelo ISO 9000-3

- Es un factor competitivo para las empresas.
- Proporciona confianza a los clientes.

-Ahorra tiempo y dinero, evitando volver a certificar la calidad según los estándares locales o particulares de una empresa.

-Se ha adaptado a más de 90 países e implantado a todo tipo de organizaciones industriales y de servicios, tanto sector privado como público.

-Proporciona una cierta garantía de que las cosas se hacen tal como se han dicho que se han de hacer.

➤ Desventajas del modelo ISO 9000-3

-Es costoso.

-Muchas veces se hace por obligación.

-Es cuestión de tiempo que deje de ser un factor competitivo.

-Hay diferencias de interpretación de las cláusulas del estándar.

-No es indicativa de la calidad de los productos, procesos o servicio.

-Hay mucha publicidad engañosa [18].

1.3.3.2 Características del modelo Tick IT.

Este es un modelo creado por el Departamento de Comercio e Industria del Reino Unido. Los objetivos primordiales de éste fueron, además de desarrollar un sistema de certificación aceptable en el mercado, estimular a los desarrolladores de software a implementar sistemas de calidad, dando la dirección y guías necesarias para tal efecto.

Un sistema de calidad típico Tick IT deberá contener los elementos que se enlistan a continuación:

- Elaboración de propuestas y revisión de contratos asegurando que todos los requerimientos estén bien especificados y de que la organización tiene la capacidad para cumplirlos.

- Análisis y especificación de los requerimientos del sistema asegurando que sean revisados y acordados con el cliente.

- Planeación, control y monitoreo del avance del desarrollo respecto al plan comunicando a todas las partes afectadas y que avise oportunamente de problemas potenciales.

- Planeación de la calidad del proyecto, especificando las inspecciones, revisiones y pruebas requeridas durante el desarrollo.

- Inspecciones de los productos contra estándares y requerimientos aplicables y las acciones correctivas correspondientes.

- Diseño de primer nivel identificando los componentes principales y los requerimientos que satisfacen.

- Diseño detallado de todos los componentes e interfaces, construcción, y prueba de los mismos verificando que satisfagan la especificación.
- Integración, pruebas e inspecciones del sistema, demostrando que el sistema integrado funciona correctamente y satisface su especificación.
- Identificar, segregar, investigar y corregir productos no conformes.
- Auditorías, pruebas e inspecciones de aceptación del sistema demostrando al cliente que el sistema satisface los requerimientos.
- Almacenamiento, replicación, envío e instalación, asegurando la integridad y seguridad de los productos, así como el cumplimiento de los compromisos adquiridos con el cliente.
- Puesta en marcha y liberación del producto para disponibilidad del cliente.
- Entrenamiento a usuarios en el uso del sistema de tal manera que pueda operarlo y beneficiarse completamente del mismo con la mínima intervención del proveedor.
- Mantenimiento o sustitución del sistema, asegurando que se continúa operando en conformidad con los requerimientos del cliente o usuario.
- Soporte a clientes de acuerdo a lo especificado en el contrato.

Este modelo establece el soporte y aseguramiento de la calidad donde se tienen en cuenta varias técnicas como: el establecimiento de políticas de calidad en la organización, auditorías, el establecimiento de registros, promueve un ambiente de forma que la administración facilite las acciones para garantizar la calidad, se exige la seguridad para evitar la pérdida de registros o la corrupción de los mismos. Todas estas técnicas están compuestas por varias prácticas con el fin de mejorar la calidad [19].

1.3.3.3 Características del Modelo ISO/SPICE.

El modelo es tridimensional: la primera dimensión es funcional (procesos), la segunda de capacidades (niveles), y la tercera de adecuación o efectividad (calificaciones).

La dimensión PROCESO:

Está organizada jerárquicamente de la siguiente manera: CATEGORÍA DE PROCESOS, que agrupan procesos comunes; PROCESOS, que logran propósitos técnicos; PRÁCTICAS BÁSICAS, operaciones que conforman un proceso.

Las categorías definidas son: Cliente-Proveedor, Ingeniería, Proyecto, Organización y Soporte.

La dimensión CAPACIDAD:

Está organizada ordinalmente en niveles de capacidad y se han definido cinco niveles. En la versión 1.0 estos niveles son: Desempeño informal, Planeación y seguimiento bien definido, Cuantitativamente controlado, Mejora continua. Está un área de cambio sustancial en la versión 2.0

(La versión 1.0 de los documentos ISO/SPICE se harán de dominio público como documentos históricos aún cuando ya se haya liberado la versión 2.0).

La tercera dimensión es la CALIFICACIÓN:

El juicio mismo: ¿qué calificación le doy a este proceso en este atributo de capacidad? Las escalas que se manejan son discretas de tipo: 0=No adecuado, 1=Parcialmente adecuado, 2=Muy Adecuado, 3=Totalmente Adecuado. Es precisamente al agregar las instancias, de productos y(o) procesos, que podemos obtener valores decimales.

Este modelo ha resultado un tanto popular aunque no define bien las áreas de procesos dentro del proyecto, además es un poco abstracto y también muy genérico lo que trae problemas de interpretación a la hora de adaptar dicho modelo a un proyecto [20].

1.3.3.4 Características de Modelo Integrado de Capacidad y Madurez (CMMI).

Este modelo surge como resultado de la integración de varios CMM que se aplicaban de forma simultánea. CMM-SW, SE-CMM, IPD-CMM, son los principales modelos que se encuentran integrados en CMMI. Este modelo mantiene el mismo principio de CMM acerca de que la calidad de un producto o sistema es en su mayor parte consecuencia de la calidad de los procesos empleados en su desarrollo y mantenimiento.

Para el Modelo Integrado de Capacidad y Madurez (CMMI) madurez es el atributo de las organizaciones que desarrollan software. En la medida que estas llevan a cabo su trabajo siguiendo procesos, en la forma que una empresa mejore y tenga mejores resultados tendrá un nivel de madurez mayor. También tiene Capacidad como atributo de los procesos. El nivel de capacidad indica si solo se ejecuta o si también se planifica, además si se encuentra formalmente definido, se mide y se mejora de forma sistemática. El Modelo Integrado de Capacidad y Madurez (CMMI) plantea 6 niveles para medir la capacidad de los procesos, 0-Incompleto, 1- Ejecutado, 2- Gestionado, 3-Definido, 4-Cuantitativamente gestionado, 5- Optimizado.

Existen 2 enfoques: Continuo y Escalonado. El Enfoque Continuo hace hincapié en la capacidad de ciertas áreas para realizar sus actividades de manera adecuada. El Enfoque Escalonado hace especial énfasis en el grado de madurez de los procesos.

El Modelo Integrado de Capacidad y Madurez (CMMI) identifica 25 áreas de procesos en sus 5 niveles. En el nivel 2 identifica las áreas de procesos: Gestión de configuración, Medición y Análisis, Monitoreo y Control, Planificación, Aseguramiento de la Calidad, Gestión de requisitos, Gestión de acuerdo con proveedores. En cada área CMMI identifica objetivos generales y prácticas específicas, así como subprácticas que serían las actividades necesarias para lograr los objetivos de dicha área.

El Modelo Integrado de Capacidad y Madurez (CMMI) es además una certificación para valorar la madurez que puede tener una empresa en la organización y desarrollo de software y valorar la capacidad de la empresa.

- **Ventajas del Modelo Integrado de Capacidad y Madurez (CMMI).**

Primeramente asegura que todo el personal se vea vinculado con las tendencias de la calidad del producto. Insiste en el uso de métricas. Detalla las áreas de procesos relativas a la ingeniería. Exige que se tenga una documentación bien detallada del proyecto. Reduce costos en un 20 % promedio. Reduce tiempo en un 37 % promedio. Aumenta la productividad en un 62 % promedio. Aumenta la calidad en un 50 % promedio. Satisfacción del cliente en un 14 % promedio [21].

1.3.3.5 Comparación entre los modelos de calidad.

En todos sub epígrafes anteriores se mostró una explicación de la arquitectura de los modelos así como los principales puntos donde ellos se basan para lograr la calidad de un proyecto. A pesar de que todos los modelos tienen como objetivo principal lograr una mejor calidad en un proyecto unos son más eficientes que otros y esto depende en gran medida de cual se ajuste mejor al proyecto que esté siendo objeto de estudio.

Hay que tener en cuenta para la selección, que entre ellos existen diferencias, ventajas y desventajas, que hacen posible hacer una selección adecuada. Por ejemplo ISO 9000-3 usa la relación cliente-suministrador para evitar que el cliente cometa algún error a la hora de buscar un proveedor. Por otra parte CMMI usa la gestión de proveedores para mejorar los procesos internos del software.

Otra desventaja que encontramos en las ISO es que no siempre son específicas para la fabricación de software y puede ser difícil de interpretar para aplicarlas.

Tanto ISO/SPICE como ISO 9000-3 dependen mucho de otras ISO y esto lo hace muy abstracto, en cambio CMMI determina por sí solo todas las áreas de procesos y brinda procedimientos para mejorar los procesos de forma incremental. Además permite el avance del proyecto sin tener que aplicar el modelo completo ya que lo clasifica por niveles de madurez.

Entre el Modelo Integrado de Capacidad y Madurez (CMMI) y la ISO 9000-3 existen algunas diferencias como que la norma ISO 9000 es muy general, ya que su concepción fue pensada para abarcar cualquier tipo de empresa. En cambio CMMI nació enfocado hacia el desarrollo concreto de productos de software. Además la norma ISO 9000, contempla un escenario más amplio en la producción y presenta una gran atención hacia el cliente mientras que CMMI se restringe al proceso de producción de forma más específica y también, por tanto más eficaz. CMMI y su espíritu incremental motivan al personal, por otra parte, la ISO 9000 tiene un carácter mucho más estático, proporcionando mecanismos de mejora mucho más débiles.

CMMI por otra parte es el que más se ajusta a la metodología RUP y se adapta fácilmente a los roles de los trabajadores que este propone.

Tick IT también abarca el área de aseguramiento de la calidad y es bastante detallado pero no evalúa todos los procesos que expone CMMI en sus niveles. Además de que es un poco primitivo y no se está actualizando como CMMI. El modelo Tick IT es práctico al inicio del producto pero después es un poco genérico y puede traer dificultad a la hora de aplicarlo.

Las mayores ventajas que tiene el Modelo Integrado de Capacidad y Madurez (CMMI) es que está bien detallado en áreas de procesos que son incrementales. Además de ser muy reciente y tener integrados los CMM que se utilizaban de forma simultánea y sus actualizaciones, cuenta con la seguridad de que tendrá siempre actualización y soporte.

Este modelo contiene como una de sus áreas de procesos el aseguramiento de la calidad y brinda varias prácticas y subprácticas a seguir para garantizar la calidad del proceso de desarrollo de software.

1.4 Enfoques del aseguramiento de la Calidad.

1.4.1 El Aseguramiento de la calidad según el modelo ISO 9000-3.

Según la norma ISO 9000-3 el propósito del aseguramiento de la calidad es proporcionar una adecuada seguridad de que los productos de software y los procesos en el ciclo de vida del proyecto están conformes con sus requisitos específicos y se ajustan a sus planes establecidos. El aseguramiento de la calidad puede ser interno o externo dependiendo de si la evidencia de la calidad del producto o del proceso se demuestra a la gerencia del proveedor o del cliente. Este proceso implementa varias actividades como: [22].

- Implementación del proceso.
- Aseguramiento del producto.
- Aseguramiento del proceso.
- Aseguramiento del sistema de la calidad.

Implementación del proceso. Esta actividad cuenta con varias tareas como: establecer un proceso de aseguramiento de la calidad ajustado al proyecto. Elaborar, documentar, implementar y mantener actualizado un plan de ejecución de las actividades y tareas del proceso. Implementar normas, metodologías, procedimientos y herramientas para asegurar la calidad. Proporcionar al cliente los registros de las actividades y tareas de aseguramiento de la calidad.

Aseguramiento del producto. Esta actividad cuenta con varias tareas como: asegurar que todos los planes requeridos por el contrato estén documentados. Asegurar que todos los productos de software usados y la documentación relacionada con ellos cumplan lo establecido. En la preparación de la entrega de los productos, deberá ser asegurado que ellos satisfacen totalmente sus requisitos contractuales y que son aceptables para el cliente.

Aseguramiento del proceso. Esta actividad cuenta con tareas como: asegurar que los procesos del ciclo de vida del producto cumplen con lo establecido y se ajustan a los planes. Asegurar que las prácticas internas del diseño del producto, del ambiente de desarrollo y del ambiente de prueba cumplen lo establecido en el contrato.

Aseguramiento del sistema de la calidad. Esta actividad cuenta con tareas como: asegurar actividades adicionales de gestión de la calidad de acuerdo con las cláusulas de la norma ISO 9001 [23].

1.4.2 El Aseguramiento de la calidad según el modelo Tick-IT.

Este modelo nombra el aseguramiento de la calidad como: Soporte y Aseguramiento de la Calidad. Al igual que los demás modelos Tick IT en esta área incluye una serie de procesos a realizar con el fin de asegurar la calidad del proyecto.

Aseguramiento de la Calidad.

- Establecer políticas y objetivos de calidad generales de la organización que sirvan para alinearla en todas sus actividades, procedimientos y políticas específicas.
- Implantar y mantener un sistema de aseguramiento de calidad.
- Auditorias, revisiones y acciones correctivas al sistema de calidad que aseguren que el sistema cumple con los requerimientos, es utilizado y que es efectivo en el logro de resultados.
- Definir, recolectar y analizar datos de calidad para evaluar la efectividad del sistema de calidad e identificar mejoras potenciales.
- Administración de la organización y los proyectos de tal forma que facilite los resultados de calidad.
- Administración de la configuración que identifique y controle, de manera continua, las partes constituyentes y sus versiones, de cada instancia de un sistema o subsistema.
- Respaldos, seguridad y almacenamiento que protejan contra cualquier pérdida o corrupción.
- Sistema de control de registros y documentación para todas las actividades de aseguramiento de calidad, de los proyectos y de soporte, incluyendo procedimientos y registros.
- Especificación y control del proceso de desarrollo incluyendo técnicas, prácticas, convenciones, estándares, mediciones y estadísticas.
- Proceso de compras, incluyendo identificación, selección, adquisición y aceptación que asegure que los bienes y servicios adquiridos sean como se requiere y de calidad aceptable.
- Control de productos incluidos, equipo y herramientas utilizadas: Hardware o Software, adquiridos o suministrados por el cliente, incluyendo utilización, configuración, seguridad.
- Entrenamiento, reclutamiento y desarrollo de personal que asegure su competencia y motivación, y disminuya su rotación [24].

1.4.3 El Aseguramiento de la calidad según el modelo ISO-SPICE.

El aseguramiento de la calidad es tratado dentro de la categoría de proceso de soporte. Los procesos de soporte pueden ser empleados en varios puntos del ciclo de vida y pueden ser realizados por la organización que los emplea, el cliente o por una organización independiente.

El propósito del proceso: **realizar el aseguramiento de la calidad** es asegurar que los productos y actividades están de acuerdo con los estándares, procedimientos y requisitos aplicables. El requisito clave aquí es que se determine e informe una visión objetiva de la calidad del proceso y los productos. El aseguramiento de la calidad puede implementarse de diferentes formas: realizar un grupo independiente para el aseguramiento de la calidad o con los mismos integrantes del proyecto. En este modelo existe otro proceso con un nombre similar, “Gestionar la calidad” que se centra en identificar lo que necesita hacerse para construir calidad en los productos y establecer los controles de gestión para asegurar que está hecho; mientras que el aseguramiento de la calidad se centra más en un enfoque de auditoría y revisión y en el aseguramiento del cumplimiento.

- Actividades implementadas en los procesos de aseguramiento de la calidad según este modelo:

Seleccionar los estándares del proyecto. Contribuir a los planes software del proyecto, evaluando la completitud de los planes y ayudando a seleccionar los estándares y procedimientos que se utilizarán en el proyecto.

Revisar las actividades de ingeniería del software. Revisar las actividades de ingeniería del software frente a los planos, estándares y procedimientos seleccionados.

Auditar los productos. Auditar los productos software frente a los estándares y procedimientos seleccionados.

Informar de los resultados. Informar de los resultados de las actividades anteriores, en particular, de las desviaciones, a los niveles apropiados de dirección y plantilla.

Tratar las desviaciones. Las desviaciones se tratan en el nivel de gestión apropiado, escalando el siguiente nivel, cuando sea necesario, hasta resolverlas.

1.4.4 El Aseguramiento de la calidad según el modelo CMMI.

El Modelo Integrado de Capacidad y Madurez (CMMI) nombra esta área como Aseguramiento de la Calidad de los procesos y los productos del trabajo. El objetivo de dicho modelo en esta área de procesos es proporcionar personas y gestión con el objetivo de que los procesos y los elementos de trabajo cumplan los procesos establecidos. Esto se consigue mediante: Evaluar objetivamente la ejecución de los procesos, los elementos de trabajo y servicios contra las descripciones de procesos, estándares y procedimientos. Identificar y documentar los elementos no conformes. Proporcionar información a las personas que están usando los procesos y a los gestores, de los resultados de las actividades del aseguramiento de la calidad. Asegurar que los elementos no conformes sean arreglados [25].

CMMI para asegurar la calidad exige 2 objetivos específicos, estos objetivos a su vez incluyen dos prácticas específicas las cuales están compuestas por subprácticas que en conjunto conforman el área de procesos [26].

Objetivo Específico: Evaluar objetivamente los procesos y los productos del trabajo.

- Evaluar objetivamente los procesos.
- Evaluar objetivamente los productos y los servicios del trabajo.

Objetivo Específico: Proporcionar un entendimiento objetivo.

- Comunicar y asegurar la resolución de las no conformidades emitidas.
- Establecer los registros.

Esta es un área de proceso clave, que a veces no se le da la suficiente importancia, pero que sin ella es imposible implantar un modelo de calidad.

1.4.5 Análisis comparativo del aseguramiento de la calidad según los enfoques de los modelos estudiados.

De forma general todos los modelos presentan en el área de aseguramiento de la calidad las mismas características generales de todas las demás áreas. Sin embargo presentan diferencias como por ejemplo: el aseguramiento de la calidad de la norma ISO 9000-3 proporciona confianza a los clientes ya que integra varias normas de estándares, además evita rectificar la calidad según los estándares locales o particulares de la empresa [27], pero muchas veces se hace de manera impuesta para los trabajadores del proyecto. Por otra parte no es indicativa de la calidad de los productos, procesos o servicios de la empresa [28]. Esta norma da un enfoque del aseguramiento de la calidad muy general ya que en su principio fue concebida para cualquier tipo de empresa. En esta área se presta mucha atención al cliente y no es del todo eficaz en el proceso de producción. En este modelo se requiere mucho de auditorías externas.

Por otra parte el modelo Tick IT propone implantar un sistema de control de calidad pero no de forma que todos los trabajadores del proyecto se vean involucrados y responsables de la calidad del proyecto en sus procesos, sus productos y sus servicios. Es importante resaltar que este modelo tiene bien presente el almacenamiento y la seguridad de todos los registros. Aquí el aseguramiento de la calidad se trata de una manera genérica en cuanto a las evaluaciones, no se tiene en cuenta qué hacer para las evaluaciones.

El modelo ISO-SPICE tiene varias ventajas sobre los modelos ISO 9000-3 y el modelo Tick-IT en cuanto al tratamiento que le dan al aseguramiento de la calidad aunque el mismo hasta el cambio del nivel 4 para

el nivel 5 no propone actividades concretas para un mejoramiento continuo de la calidad, lo que provoca que la empresa se demore más en alcanzar los 5 niveles expuestos por dicho modelo. Al igual que el modelo ISO 9000-3, esta norma depende de otras normas y esto puede provocar malas interpretaciones a la hora de aplicarlo ya que son en algunos casos genéricas y no siempre son específicas para la producción de software [29].

El Modelo Integrado de Capacidad y Madurez fue concebido para la producción de software y tiene técnicas para ser independiente e incremental en su avance, lo cual motiva al personal, a diferencia del modelo ISO 9000-3 que prácticamente el único reto que tiene es el logro de la certificación. Este modelo se enfoca al proceso de producción de forma más específica y por tanto más eficiente [30]. Este modelo mueve al sistema de aseguramiento de la calidad de la empresa en una dirección de mejora continua en cualquier nivel y puede ser flexible en su implantación y además le aporta técnicas de auto evaluación de la calidad. Como en los demás modelos y las otras áreas de este mismo modelo aquí se indican qué actividades realizar pero no cómo hacerlas. En caso de proyectos muy pequeños la cantidad de documentación que se exige puede ser un atraso de tiempo aunque este modelo es flexible en su adaptación al proyecto. Los niveles de madures no garantizan del todo el éxito ya que puede haber un proyecto de nivel 1 y ser exitoso, pero si da una medida del atributo madures de la calidad de la empresa.

1.5 Resultado de la Comparación

Después del estudio realizado, se llegó a conocer detalladamente la arquitectura de todos los modelos estudiados así como sus ventajas y desventajas y lo práctico que puedan ser a la hora de aplicarlos al proyecto Sistema Integrado de Gestión Bibliotecaria para la Biblioteca José Martí, por ello se decide aplicar el Modelo Integrado de Capacidad y Madurez (CMMI), debido a que es el más práctico y abarcador de los que se estudiaron y posee todas las ventajas antes expuestas sobre los otros modelos, además de ser el más específico, práctico y completo para tratar el aseguramiento de la calidad de un proyecto.

1.6 Estado actual del uso de los modelos de calidad.

1.6.1 A nivel internacional.

Con el gran desarrollo que existe en todo el mundo en cuanto a la ciencia y la tecnología no es sorprendente que aparezca la competencia y la exigencia para ver cual es el mejor producto que sale al mercado. En el campo del software la competencia también está bien presente, pero para medir qué software es mejor que otro se centra en la calidad del producto, por lo que se hace necesario implementar

técnicas para lograr una mayor calidad en los productos. Para ello se implementan los modelos de calidad.

Internacionalmente la mayoría de las empresas buscan la forma de estar certificadas en algún tipo de metodología que controle la calidad del producto. Todas tratan de cumplir con eficiencia sus objetivos y metas para lograr ser certificados con un mejor título de certificación de la calidad y atraer más a sus clientes.

En América del Sur existen más de 150 empresas certificadas en ISO/SPICE, dos con nivel 2 de CMMI, una con nivel 3 y una con nivel 5. Colombia es el país con más empresas certificadas en CMMI en América después de EEUU. Por otra parte en España hay 27 empresas certificadas en dicho modelo [31].

1.6.2 En Cuba.

En las empresas productoras de software cubanas no se han aplicado procesos de certificación ni tampoco de auto evaluación que permitan valorar el estado de la organización en cuanto a la madurez de sus procesos [32]. En Cuba la calidad en el software es algo que está naciendo recientemente aunque hay muy buenas perspectivas. Hace un tiempo ya se conocía la necesidad de controlar de alguna forma la calidad de los productos que iban saliendo aunque eran pocos, pero se hacía poco por esto y como resultado se tenía que al final los productos no tenían calidad o al menos no la más optima. Actualmente opera el Comité Técnico CTN 18 “Tecnología de la Información”. Producto de su acción, han ocurrido avances en la definición de las características de la calidad al nivel del producto [14] aunque para lograr un alto nivel de gestión de la calidad en las empresas es necesario que estas tengan como objetivo lograr una mayor eficiencia y no solo ser certificadas. Desde hace un tiempo en la casa de software de Camaguey se aplicaba la metodología XP pero de una manera no muy formal, además que no se aplican todas las áreas de procesos que necesita una empresa. Ahora existe la intención de controlar la calidad de los productos que están saliendo, la creación de Calisoft (Centro de Calidad del Software) es un ejemplo de los intentos que están surgiendo por controlar la calidad y lograr entrar al mercado internacional. Además se conoce del apoyo de muchas organizaciones que antes no tenían un papel relevante en este sentido en nuestro país y se han visto obligadas a utilizar de una forma u otra alguna metodología que les pueda certificar sus productos.

1.6.3 En la UCI

En la UCI se está tomando un gran nivel de conciencia de la necesidad de la aplicación de modelos de calidad pero aun no se ha logrado aplicar en todos sus proyectos una metodología para todas las etapas del ciclo de vida del software, aunque se han visto algunos avances ya que anteriormente solo se hacían pruebas de calidad una vez terminado el producto lo que ocasionaba grandes pérdidas de tiempo ya que muchos de los errores encontrados tenían que ver con la parte del diseño y esto traía como consecuencia entre otras cosas que no se cumplieran con los requisitos iniciales. La UCI como principal impulsor de la empresa de software en Cuba está haciendo estudios y preparando personal para la aplicación de modelos en sus proyectos productivos, pero no es un hecho todavía que ya se encuentre alguno de sus proyectos certificados en alguno de los modelos internacionales.

1.7 Conclusiones.

Se puede decir que la calidad es un factor vital en el proceso de desarrollo del software. Hoy en día las tecnologías están avanzando de manera muy rápida, por lo que es necesario adaptarse y prepararse para la nueva concepción que se tiene en el comercio y en el mundo de la calidad del software, ya que esto se ha convertido en un requisito indispensable para las empresas productoras de software. Es necesario que las empresas cuenten con el personal capacitado para lograr una mayor calidad en sus productos y así lograr una mayor satisfacción de los usuarios de estos productos.

Está demostrado lo necesario que es la aplicación de modelos para asegurar la calidad de un producto porque se aprecia que en el mundo entero la demanda de los productos está dada por la certificación en algún modelo que mida la calidad y la capacidad de los productos y los procesos de las empresas desarrolladoras de software.

Capítulo 2: Propuesta de procesos para el aseguramiento de la calidad.

2.1 Introducción

En el capítulo anterior el trabajo muestra definiciones y conceptos importantes del tema y además una descripción de un estudio realizado para escoger un modelo para controlar la calidad del proyecto Sistema Integrado de Gestión Bibliotecaria para la Biblioteca Nacional. Como conclusiones de ese estudio salieron varios modelos que eran aplicables en el proyecto, pero como se plantea en el trabajo al final del capítulo 1 se decidió escoger el Modelo Integrado de Capacidad y Madurez (CMMI) por ser el que mejor abarcaba todos los procesos necesarios para que el proyecto alcance el nivel de calidad requerido.

En el presente capítulo el trabajo muestra bien detallada la arquitectura del modelo seleccionado en los procesos para asegurar la calidad. CMMI nombra a esta área de procesos como Aseguramiento de la Calidad de los procesos y los productos.

Esta área de procesos o procedimientos también la definen otros modelos y tienen un objetivo similar pero en el modelo presente es donde mejor se detallan las actividades necesarias para cumplir con dicha área, esta es una de las ventajas de dicho modelo. En los demás modelos que se incluye esta área de procesos aunque a veces con otro nombre, no se detalla bien cada una de las actividades sino que queda un poco abstracto y esto trae como consecuencia que sea fácil aplicar de forma errónea estas actividades y si en un proyecto no se asegura bien la calidad es muy posible que al final se vean problemas como insatisfacción del cliente o que aparezcan errores al final y haya que realizar cambios desde el inicio.

Los procesos son un conjunto repetitivo de actividades interrelacionadas que se realizan sistemáticamente mediante las cuales una entrada se convierte en una salida o resultado después de añadirle valor.

El área de aseguramiento de la calidad de los procesos y los productos expuesta en CMMI se centra en controlar varios puntos como la evaluación de los procesos y los productos. Además se asegura de que se solucionen las no conformidades encontradas y se lleve un registro de todas las actividades realizadas para en proyectos futuros tener una base de experiencia. Estos puntos se detallarán más adelante en el desarrollo de este capítulo, así como las actividades que propone CMMI en cada una de estas prácticas para lograr el objetivo específico de cada una de ellas.

2.2 Procesos que componen el área de Aseguramiento de la Calidad.

El aseguramiento de la calidad según CMMI consiste en distribuir un grupo de actividades con el personal indicado para cada una de ellas, con el fin de organizar y estandarizar el trabajo de estos miembros del proyecto. El principal objetivo del aseguramiento de la calidad es lograr que los procesos y los productos tengan la calidad requerida, además asegurar que se le den respuesta a las no conformidades encontradas en cualquier fase de trabajo del proyecto y por último documentar toda la información referente a los procedimientos realizados. Para lograr estos objetivos CMMI en esta área plantea dos objetivos específicos y de cada uno de ellos se derivan dos prácticas específicas las cuales a la vez están compuestas por varias subprácticas en cada caso que serían las actividades a realizar. Los objetivos específicos son: “Evaluar objetivamente los procesos y los productos del trabajo” dentro del cual están las prácticas específicas: “Evaluar objetivamente los procesos” y “Evaluar objetivamente los productos y los servicios del trabajo”, el otro objetivo específico es “Proporcionar un entendimiento objetivo” este objetivo esta compuesto por las prácticas específicas: “Comunicar y asegurar la resolución de las no conformidades emitidas” y “Establecer los registros”.

2.2.1 Evaluar Objetivamente los procesos.

El proceso “Evaluar objetivamente los procesos” pertenece al objetivo específico “Evaluar objetivamente los procesos y los productos del trabajo”. Este proceso tiene como objetivo principal lograr una evaluación objetiva de los procesos realizados según las descripciones, los estándares y los procedimientos señalados previamente para tener en cuenta en el momento de realizar las pruebas o evaluaciones.

La objetividad en evaluaciones en el área de aseguramiento de la calidad es un aspecto crítico para lograr el éxito del proyecto.

- **Consideraciones generales.**

En este proceso como en todos los otros, los roles de las personas que realizan las actividades indicadas por CMMI son roles que propone RUP, ya que en CMMI como los demás modelos solo se dice que hace pero no como ni quien, por tanto no propone roles para que realicen estas actividades pero es muy fácil asignarle estas actividades a los roles que propone RUP ya que estas actividades son compatibles con la descripción que da RUP de cada uno de los roles que se utilizaron. En el caso de este proceso es fácil de adaptar al proyecto sin necesidad de incrementar más actividades además de las que propone CMMI.

- **Descripción del proceso.**

Nombre: Evaluar objetivamente los procesos.

Identificador: AC 1.1

Categoría: Aseguramiento de la Calidad.

Responsable: Administrador de pruebas.

Misión: Evaluar objetivamente el desempeño de los procesos de desarrollo especificados según la descripción de los procesos definidos, los estándares y los procedimientos.

Alcance:

Empieza: Cuando se organiza un ambiente que incluye a los trabajadores en los aspectos de la calidad.

Incluye: Establecer los criterios para las pruebas, utilizar los criterios indicados para identificar las no conformidades.

Termina: Cuando se identifican las lecciones aprendidas para mejorar los servicios futuros.

Entradas: Solicitud de evaluar objetivamente los procesos.

Proveedores: Jefe de proyecto

Actividades:

- El proceso inicia cuando **el jefe de proyecto Promueve un ambiente que incluya la participación de los trabajadores en identificar y divulgar las ediciones de la calidad**, es decir organizar o promover un ambiente o entorno (creado como parte de la gestión o dirección de proyecto) que incluya la participación de los trabajadores en la identificación y el reporte de las tareas, cuestiones o elementos que tengan alguna relación con la calidad del proyecto.

Analista de Prueba:

- **Establecer y mantener los criterios claramente indicados para las evaluaciones**, El objetivo de esta subpráctica es proporcionar los criterios, basados en necesidades del negocio, tales como los siguientes: Qué será evaluado, cuándo o cuántas veces un proceso será evaluado, cómo la evaluación será dirigida, quién se debe implicar en la evaluación.

Equipo de Revisores:

- **Utilizar los criterios indicados para evaluar los procesos realizados mediante la descripción, estándares, y procedimientos de los procesos**. Esta actividad es evaluar los procesos realizados según los criterios establecidos, para medir el apego o adherencia que tengan los procesos a las descripciones de procesos, a los estándares y procedimientos establecidos en el proyecto.
- **Identificar cada no conformidad encontrada durante la evaluación**. Cada vez que algún miembro de este equipo encuentre alguna no conformidad en la evaluación debe de documentarla para que pase por el proceso de resolución de no conformidades.

Administrador de Pruebas:

- **Identificar las lecciones aprendidas que podrían mejorar los procesos para los productos y los servicios futuros**. Es importante que se tenga archivado los procedimientos que se siguieron en el proyecto y las lecciones que se aprendieron para que se puedan tener en cuenta a la hora de realizar estudios para brindar otros servicios, ya que no se logra el objetivo si se vuelven a cometer los mismo errores que se pueden haber cometidos inicialmente.

El proceso termina con la creación del informe de lecciones aprendidas.

Salidas: Definición de criterios para la evaluación.

Reporte de evaluación.

Registro de las no conformidades.

Clientes: Administrador de pruebas.

Inspecciones: Inspecciones mensuales.

Registros: Registro de las no conformidades.

Registro con los criterios de evaluación.

Registro de lecciones aprendidas.

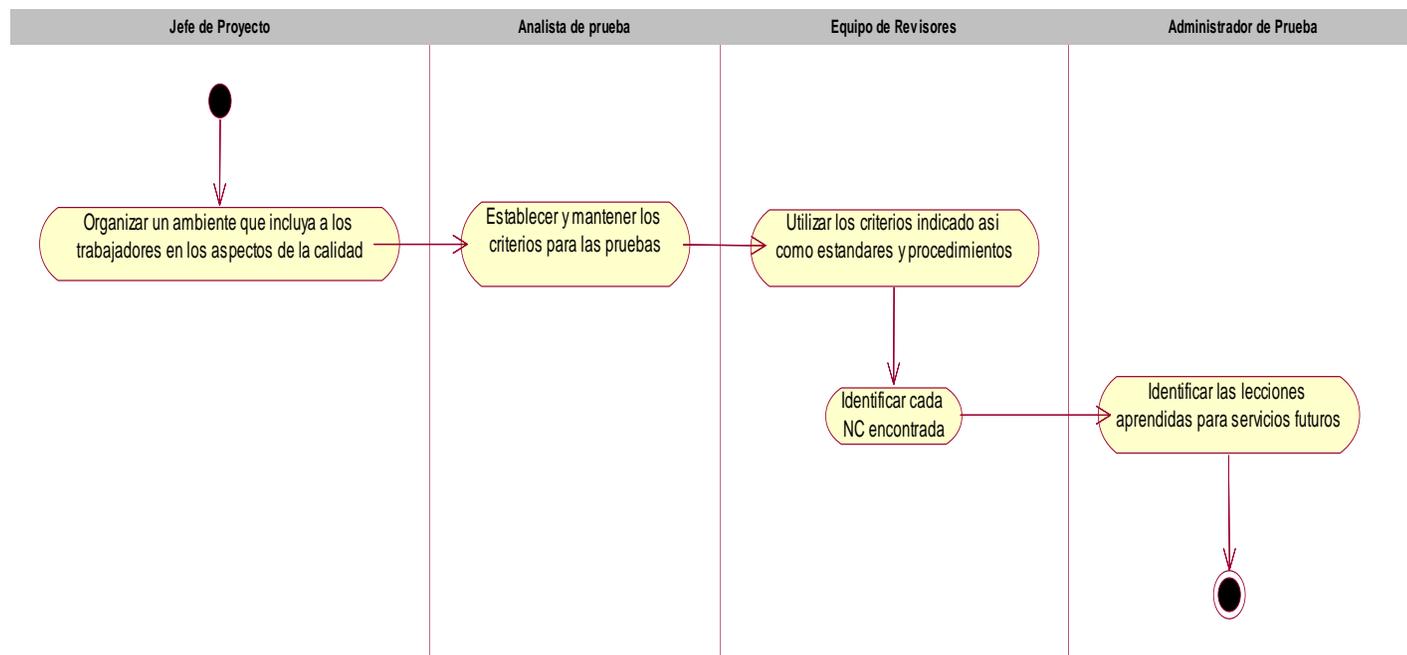
Variables de control:

Efectividad para definir criterios.

Gestión de definir criterios para las evaluaciones.

Capacidad del procedimiento definido.
Grado de procesos evaluados correctamente.

• **Esquema del proceso.**



2.2.2 Evaluar Objetivamente el producto y los servicios del trabajo.

En este proceso se evalúan objetivamente los productos y los servicios señalados del trabajo” según las descripciones de procesos aplicables, estándares, y procedimientos. En el proceso anterior se evalúan los procesos según los procedimientos, estándares y descripciones de procesos que tenga el proyecto definido y aquí se evalúan los productos del trabajo.

- **Consideraciones generales.**

Al igual que en el proceso anterior en este proceso los roles de de las personas que realizaran las actividades propuestas por CMMI son expuestos por RUP.

- **Descripción del proceso.**

Nombre: Evaluar Objetivamente los productos del trabajo y los servicios.

Identificador: AC 1.2

Categoría: Aseguramiento de la Calidad.

Responsable: Administrador de pruebas.

Misión: Evaluar objetivamente los productos del trabajo y los Servicios señalados según las descripciones de los procesos definidos, los estándares y los procedimientos.

Alcance:

Empieza: Cuando se seleccionan los productos del trabajo que van a ser evaluados.

Incluye: Establecer los criterios para las evaluaciones, evaluar los productos del trabajo antes de ser entregados al cliente, identificar las no conformidades.

Termina: Cuando se identifican las lecciones aprendidas para mejorar los servicios futuros.

Entradas: Solicitud de evaluar los productos y servicios del trabajo.

Proveedores: Analista de Pruebas.

Actividades:

- El proceso se inicia cuando **el analista de prueba selecciona los productos del trabajo que van a ser evaluados, basándose en criterios de muestreo documentados.** El analista de prueba selecciona del trabajo aquellos productos que necesitan ser evaluados por el peligro que estos tengan de presentar imperfecciones y entonces deberán pasar una etapa de pruebas para detectar no conformidades.

Analista de prueba:

➤ **Establecer y mantener claramente los criterios para la evaluación de los productos de trabajo.**

El objetivo de esta subpráctica es proporcionar los criterios, basados en necesidades del negocio, tales como los siguientes: ¿Qué será evaluado durante la evaluación de un producto del trabajo? ¿Cuándo o cuántas veces un producto será evaluado? ¿Cómo la evaluación será dirigida? ¿Quién estará involucrado en la evaluación?

Equipo de revisores:

- **Utilizar los criterios indicados durante las evaluaciones de los productos del trabajo.** Esto es evaluar los productos realizados según los criterios establecidos, dígase estándares y procedimientos establecidos en el proyecto.

Administrador de Pruebas:

- **Evaluar los productos del trabajo antes de que se entreguen al cliente.** El administrador de prueba debe asegurar que los productos del trabajo serán evaluados antes de llegar a manos del cliente para controlar aspectos como que se cumplan los requisitos y evitar insatisfacciones por parte del cliente.

Equipo de revisores:

- **Evaluar los productos de trabajo en los hitos seleccionados en el desarrollo.** Esta es la acción de evaluar los productos en los intervalos de tiempo que se había definido que serían evaluados, es decir realizar las pruebas por fases según estaba previsto en el procedimiento.
- **Realizar las evaluaciones en curso o incrementales de los productos y de los servicios del trabajo según descripciones de los procesos, estándares y procedimientos.** Esto se entiende como aplicar lo antes definido para tener en cuenta a la hora de hacer las pruebas o evaluaciones.
- **Identificar cada caso de las no conformidades encontradas durante las evaluaciones.** Cada vez que algún miembro de este equipo encuentre alguna no conformidad en la evaluación debe de documentarla para que pase por el proceso de resolución de no conformidades.

Administrador de Prueba:

- **Identificar las lecciones aprendidas que podrían mejorar los procesos para los productos y los servicios futuros.** Esta es la acción de establecer los registros para no cometer en un futuro los mismos errores y hacer cada vez más eficaz y rápido el servicio de la empresa.

El procedimiento se termina con el establecimiento de registros con las lecciones aprendidas.

Salidas: Definición de criterios para la evaluación

Reporte de evaluación.

Registro de las no conformidades.

Clientes: Administrador de pruebas.

Inspecciones: Inspecciones Mensuales.

Registros: Registro de las no conformidades.

Registro con los criterios de evaluación.

Registro de lecciones aprendidas.

Variables de control:

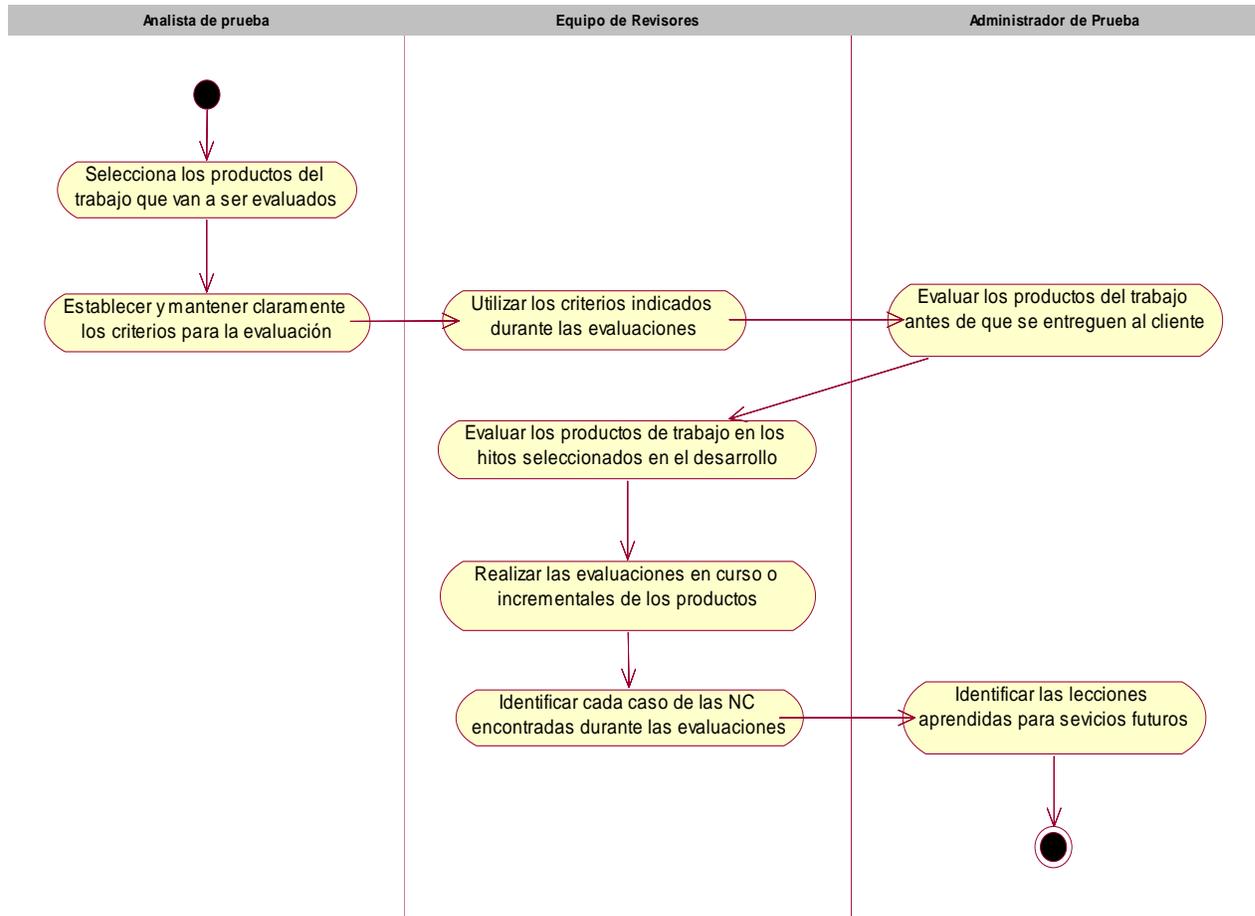
Certeza en evaluar los productos.

Productos Evaluados.

Gestión de seleccionar procesos para evaluar.

Efectividad en encontrar no conformidades.

- Esquema del proceso.



2.2.3 Comunicar y Asegurar la resolución de las no conformidades emitidas.

El objetivo de este proceso es comunicar las ediciones de las revisiones de la calidad y asegurar la resolución de las no conformidades emitidas con el personal apropiado. Las no conformidades emitidas son problemas identificados en las evaluaciones que reflejan una carencia de la adherencia a los estándares indicados, a las descripciones de proceso o a los procedimientos que se habían indicado como normas a seguir en los procesos y productos del trabajo. El estado de las no conformidades emitidas proporciona una indicación de las tendencias de la calidad en el proyecto. Las ediciones de la calidad incluyen resultados de las no conformidades y resultados del análisis para su resolución. Este es un proceso clave en el aseguramiento de la calidad del proyecto, debido a que es quien asegura que se revise todo el proceso y sean corregidos los errores cometidos en cada fase antes de seguir a una fase de trabajo posterior y arrastrar errores desde el inicio de la producción del software.

- **Consideraciones generales.**

En este proceso se han tenido algunas consideraciones generales a la hora de adaptarlo al proyecto. CMMI en este proceso no define de donde salen las ediciones de las no conformidades emitidas, como solución a este problema el trabajo define un ciclo que incluye todos los flujos de trabajo que han sido diseñados para la producción del proyecto. También se definen las personas que realizarán las actividades expuestas por CMMI y las otras actividades que se han agregado para el mejor funcionamiento de este proceso en el proyecto, los roles de estas personas fueron seleccionados según RUP. Además de las actividades que propone CMMI en este procesos el trabajo integra otras como: Verificar si existen no conformidades, esto se debe a que para iniciar el proceso es necesario que alguien identifique las no conformidades y en caso de que existan las emita a la persona indicada para resolverlas, por esto también el trabajo integra la actividad **Emitir documento de las no conformidades** una vez que se verifique que existen. CMMI al finalizar el proceso no vuelve a revisar la posibilidad que aparezcan nuevas no conformidades, por esta razón el trabajo integra nuevas actividades como: “Asegurar que las resoluciones de las no conformidades sean comunicadas al equipo de revisores” y “Volver a revisar para detectar no conformidades”. Para terminar el ciclo de revisiones de las no conformidades el trabajo propone otras actividades como: llegar a un acuerdo con los clientes de los resultados de las evaluaciones e informar al jefe de proyecto, además incluye la actividad por parte del jefe de proyecto: Recibir información y adelantar a la siguiente fase.

- **Descripción del proceso.**

Nombre: Comunicar y asegurar la resolución de las no conformidades.

Identificador: AC 2.1

Categoría: Aseguramiento de la Calidad.

Responsable: Administrador de pruebas.

Misión: Asegurarse de que las no conformidades emitidas son resueltas en tiempo y con el personal apropiado.

Alcance:

Empieza: Cuando se verifica que existe o no alguna no conformidad en alguno de los flujos de trabajo.

Incluye: Emitir el documento de no conformidades, resolver las No Conformidades con el personal apropiado, documentar las No Conformidades que no pueden resolverse en el proyecto y extenderlas a un nivel apropiado, informar a los clientes sobre los resultados de las evaluaciones, asegurar que la calidad sea atendida oportunamente.

Termina: Con un documento donde se describe la resolución de las no conformidades y se avanza a la siguiente fase.

Entradas: Solicitud de que las No conformidades sean emitidas y resueltas en tiempo y con el personal apropiado.

Proveedores: Equipo de revisores.

Actividades:

➤ El proceso se inicia cuando el **Equipo de revisores verifica si existen no conformidades**. Esta actividad tiene como objetivo verificar si existen no conformidades en el la fase que se esté sometiendo a pruebas.

Administrador de Prueba:

➤ En caso de que no existan no conformidades el administrador de prueba **se pone de acuerdo con los clientes e informa al jefe de proyecto**. Esta actividad sucede cuando ya no existen mas no conformidades porque hayan sido resueltas ya o porque no hayan existido nunca, esta es la forma de terminar el ciclo de revisión de las no conformidades. Aquí el administrador comunica a los clientes de este producto revisado y se pone de acuerdo con ellos para verificar si el producto cumple los

requisitos e informa al jefe de proyecto de los resultados para que se pueda seguir con la siguiente fase.

Jefe de Proyecto:

- **Recibe información y orienta seguir a la siguiente fase.** El jefe de proyecto orienta seguir con la siguiente fase una vez terminada la revisión en la fase que se presenta y así en este caso termina el proceso de resolución de las no conformidades.

Equipo de Revisores:

- **Emite documento de no conformidad de cada flujo.** Esta actividad sucede en caso de que si se identifiquen no conformidades entonces el equipo de revisores emite estas no conformidades encontradas para que se solucionen con el personal apropiado para cada una.

Administrador de Prueba:

- **Resolver cada no conformidad con los miembros del personal apropiado.** Esta actividad tiene como objetivo que el administrador de pruebas se asegure que cada no conformidad sea resuelta con el responsable de cada una es decir que se le comunique al responsable del área de donde haya salido la no conformidad para que asegure su resolución.
- **Verificar si las No conformidades pueden ser resueltas en el proyecto.** Puede ser que alguna no conformidad no pueda ser resuelta dentro del proyecto porque no dependa de algún cliente interno sino de alguno externo, entonces el administrador de prueba será el encargado de extender la misma a un nivel mas apropiado.
- **Documentar las ediciones de no conformidades cuando no pueden ser resueltas dentro del proyecto.** En esta actividad se documentan los problemas que impidieron que la no conformidad fuera resuelta dentro del proyecto. Hay que tener en cuenta que las maneras de resolver no conformidades dentro del proyecto incluyen lo siguiente: Fijar la no conformidad. Cambiando las descripciones, los estándares, o los procedimientos de proceso que fueron violados. Obteniendo una renuncia para cubrir la edición de la no conformidad.

Jefe de Proyecto:

- **Extender las ediciones de las no conformidades que no se pueden resolver dentro del proyecto al nivel apropiado de la gerencia o dirección señalada para recibir y para actuar en ediciones de las No conformidades.** El jefe de proyecto se encarga de procesar esta no conformidad para que la

persona responsable de solucionar dicha no conformidad actúe sobre ella. En este caso el proceso termina con esta acción.

Administrador de Prueba:

- **Analizar los problemas de las no conformidades para ver si hay algunas tendencias de la calidad que puedan ser identificadas y ser tratadas.** Es necesario ver en los problemas que dieron lugar a las no conformidades las tendencias que afectan la calidad del proyecto.
- **Asegurarse de que los stakeholders relevantes conozcan los resultados de evaluaciones.** Es necesario que los clientes relevantes conozcan los resultados de las evaluaciones para saber su opinión y no adelantar sin que ellos estén de acuerdo.
- **Asegurar que las tendencias de la calidad sean atendidas oportunamente.** Una vez identificadas las tendencias de la calidad en los problemas de las no conformidades es necesario que estas sean resueltas oportunamente y no en una etapa posterior.
- **Describir la solución de las no conformidades.** Esta actividad incluye el proceso de establecer registros, aquí se debe de hacer un informe con el procedimiento que se siguió para dar solución a las no conformidades.
- **Asegurar que la resolución de las no conformidades sea entregada al equipo de revisores.** El administrador de prueba tiene que asegurar que los revisores se enteren de cuando son solucionadas las no conformidades encontradas por ellos y puedan volver a verificarlas.

Equipo de revisores:

- **Volver a revisar para detectar nuevas no conformidades.** Una vez resueltas las no conformidades iniciales que este equipo revisó se debe volver a revisar para ver si surgen nuevas no conformidades o si siguen las mismas.

El proceso termina cuando dejan de existir no conformidades entonces se sale del ciclo y el jefe de proyecto orienta seguir a la fase siguiente. El otro caso donde termina el proceso es cuando las no conformidades encontradas no pueden ser resueltas en el proyecto y se extienden a otro nivel.

Salidas: Reporte de las acciones correctivas.
Reporte de las evaluaciones.

Clientes: Jefe de proyecto.

Inspecciones: Inspecciones mensuales.

Registros: Registro de las actividades de aseguramiento de la calidad.

Registro de no conformidades que no pueden ser resueltas en el proyecto.

Variables de control:

Efectividad en resolver las no conformidades.

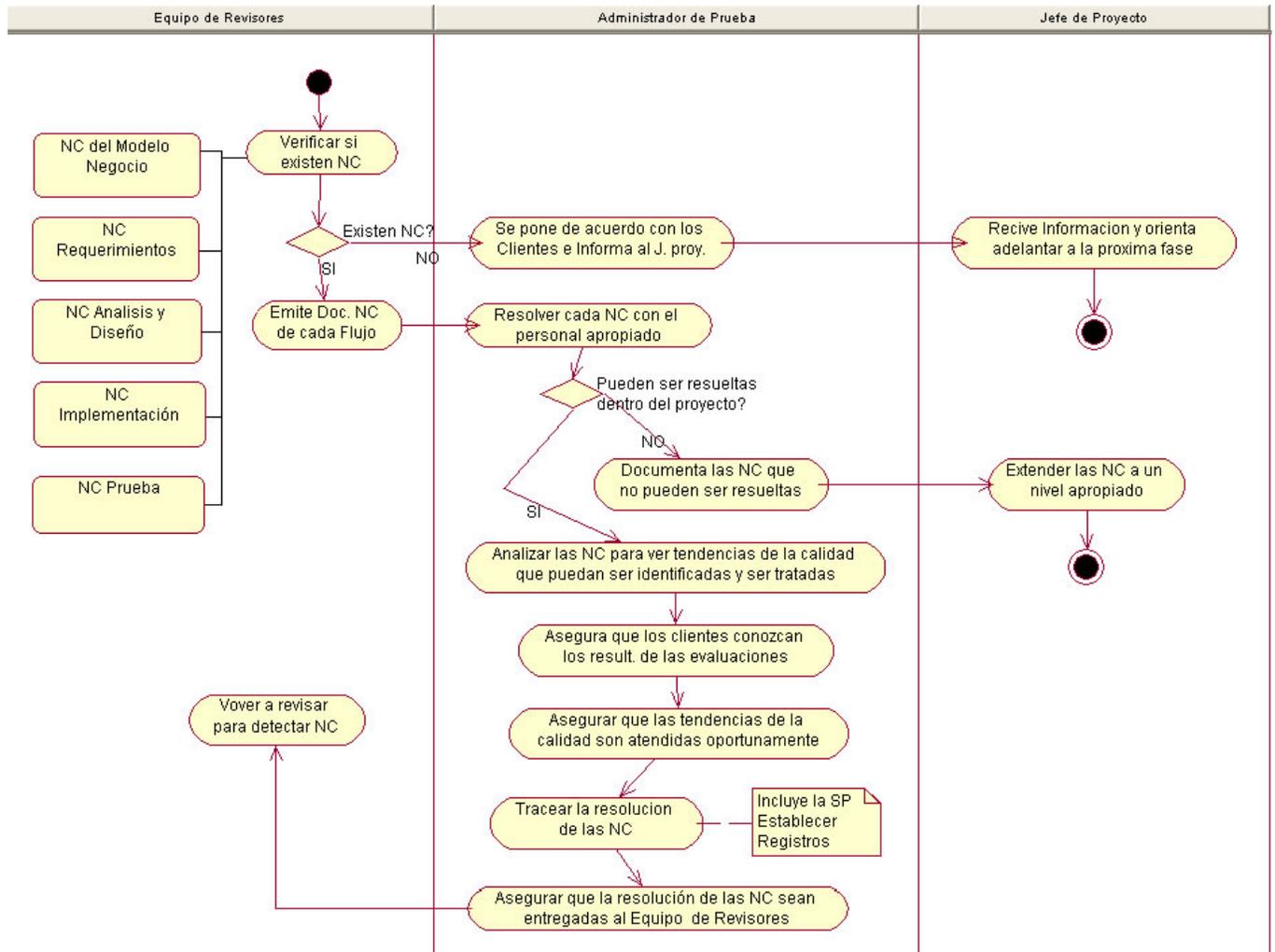
Cantidad de no conformidades resueltas.

Tiempo Utilizado para resolver las no conformidades.

Defectos Eliminados por etapa.

Efectividad del tiempo dedicado a las inspecciones.

• Esquema del proceso.



2.2.4 Establecer Registros.

El objetivo de este proceso es establecer y mantener actualizados los registros de las actividades del aseguramiento de la calidad. En estos registros se almacenarán todas las rutas seguidas para resolver las no conformidades, además las lecciones aprendidas para servicios futuros; también toda aquella información importante del proyecto que sea necesario que perdure.

- **Consideraciones generales.**

En este proceso es necesario tener en cuenta que CMMI no propone quien tiene que realizar las actividades que describe en este proceso por lo que el trabajo cuenta con los roles que propone RUP para que realicen estas actividades, además son roles existentes en el proyecto SIGB.

- **Descripción del proceso.**

Nombre: Establecer Registros.

Identificador: AC 2.2

Categoría: Aseguramiento de la Calidad.

Responsable: Administrador de pruebas.

Misión: Registrar todas las actividades de las evaluaciones de los procesos y los productos para asegurar la calidad.

Alcance:

Empieza: Cuando se registra alguna actividad de aseguramiento de la calidad de los productos y los procesos con suficiente detalles tal que su estado y los resultados sean conocidos.

Incluye: Revisar el estado de los registros de las actividades de aseguramiento de la calidad cuantas veces sea necesario.

Termina: Con el informe de revisión del estado y los registros de las actividades de aseguramiento de la calidad.

Entradas: Solicitud de registrar las actividades para el aseguramiento de la calidad de los procesos y productos del trabajo.

Proveedores: Administrador de pruebas.

Actividades:

- El proceso inicia cuando el **administrador de prueba registra las actividades de aseguramiento de la calidad de los productos y procesos con suficiente detalle tal que su estado y los resultados sean conocidos**. El administrador de prueba es el encargado de llevar estos registros y asegurar que su estado sea correcto y actualizado.

Administrador de prueba:

- **Revisar el estado y los registros de las actividades de aseguramiento de la calidad cuanto sea necesario**. El administrador de prueba es el encargado de asegurar la revisión y actualización de estos registros cuantas veces sean necesarios.

El proceso se termina cuando el administrador de prueba actualiza o revisa los registros y verifica que todo esta en un correcto estado.

Salidas: Reportes de aseguramiento de la calidad.

Definición de la herramienta para el análisis de los datos.

Identificación de lecciones aprendidas para mejorar servicios futuros.

Clientes: Administrador de pruebas.

Inspecciones: Inspecciones mensuales.

Registros:

-Registro de las actividades de aseguramiento de la calidad de los productos y procesos.

-Registro de lecciones aprendidas.

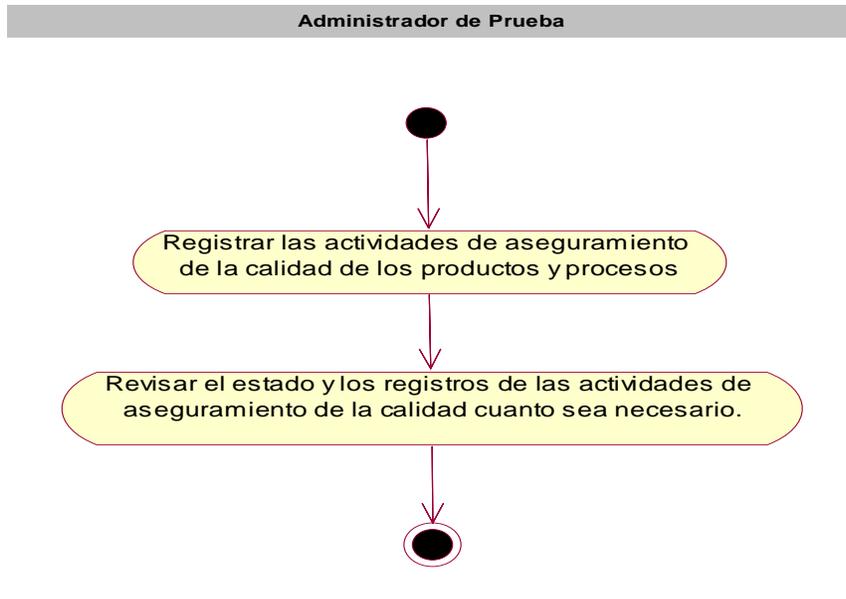
Variables de control:

Veracidad de los datos almacenados.

Cantidad total de datos almacenados.

Frecuencia con la que son actualizados los datos.

Esquema del proceso.



2.3 Conclusiones

Para que el proyecto tenga la calidad requerida es necesario el cumplimiento de todas las prácticas expuestas por el trabajo en este capítulo. Solo así se asegura que la eficiencia del producto final no decepcione al cliente en cuanto a la calidad del producto y al tiempo de entrega ya que no se cumplen los objetivos si se logra un software de calidad pero en un tiempo fuera de lo establecido. La ventaja de usar CMMI es que no importa que tan grande sea la empresa, siempre y cuando se cumplan sus procedimientos en tiempo y forma y se asegure en un gran por ciento el éxito del producto final.

En este capítulo se expusieron todos los procesos a seguir según el modelo para asegurar la calidad y además cuenta con las adaptaciones necesarias para ser aplicado en el proyecto Sistema Integrado de Gestión Bibliotecaria. Además el trabajo puede ser adaptado fácilmente a otro proyecto. A veces resulta tedioso en un proyecto dedicarse siempre al control de lo que se va haciendo y se piensa que esto lo que hace es atrasar el proyecto, por eso es necesario crear la conciencia a los trabajadores del proyecto de que todos son responsables de la calidad en su proyecto y que el mayor premio que tendrán es la satisfacción del cliente al ver que en su producto la calidad está asegurada.

Capítulo 3: Métricas y Herramientas propuestas para el aseguramiento de la calidad.

3.1 Introducción.

La aplicación de los modelos y metodologías para asegurar la calidad de los procesos y los productos es necesaria pero no es suficiente para que la calidad sea mejor, debido a que al aplicar dichos modelos se pueden cometer errores por lo que se hace necesario llevar un control de estos procesos para asegurar que estos marchen de forma correcta y tener una idea de que tan bien se está cumpliendo con lo que se quiere.

En el presente capítulo se definen métricas para el área de procesos aseguramiento de la calidad de los procesos y los productos, con las cuales se pretende llevar un control de la aplicación de los procesos involucrados en esta área. Además se hace una propuesta de una herramienta informática después de un estudio de las herramientas que existen en el mercado para ayudar a automatizar esta área de procesos.

3.2 Conceptos básicos de Métricas.

Con frecuencia se relaciona el término métricas con los términos de medición y medidas, aunque se relacionen estas tres son distintas, sus principales conceptos son:

La medición es: “El proceso por el cual los números o símbolos son asignados a atributos o entidades en el mundo real tal como son descritos de acuerdo a reglas claramente definidas” [34].

Una medida es la que “Proporciona una indicación cuantitativa de extensión, cantidad, dimensiones, capacidad y tamaño de algunos atributos de un proceso o producto” [35].

Las métricas de software se pueden definir como: “La continua aplicación de técnicas basadas en la medición al proceso de desarrollo de software y a sus productos para proveer información administrativa significativa y oportuna, junto con el uso de esas técnicas para mejorar el proceso y sus productos” [36].

Por otra parte la IEEE define métricas como “una medida cuantitativa del grado en que un sistema, componente o proceso posee un atributo dado” [37].

En los procesos de desarrollo de software las métricas proveen información necesaria para la toma de decisiones técnicas. El trabajo muestra en la figura 3.1 una extensión de esta definición para incluir los servicios relacionados al software como la respuesta a los resultados del cliente:

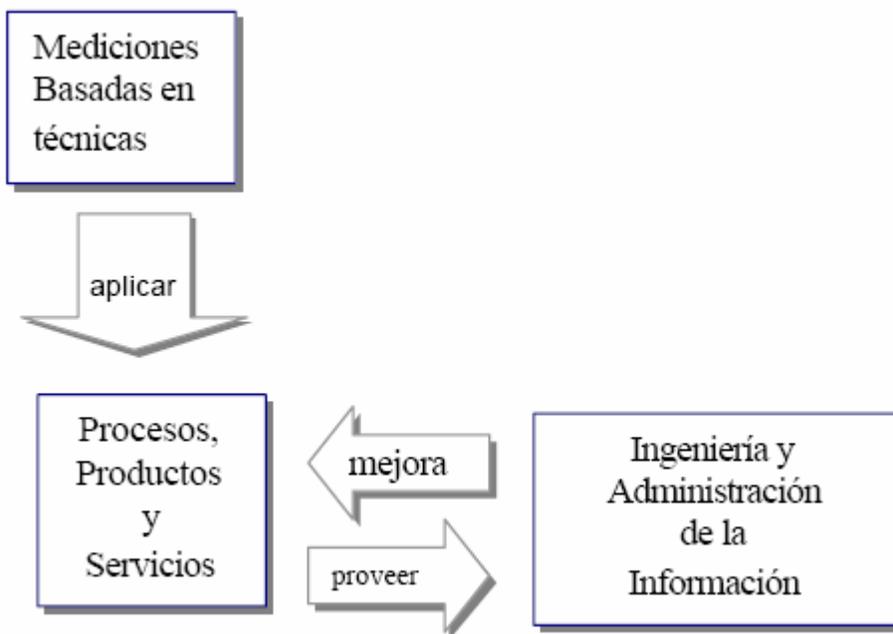


Figura 3.1 Servicios relacionados al software [38].

Cuando se define alguna métrica siempre surgen tres preguntas: ¿Cuánto mide? Donde se analiza la complejidad de la medida. ¿Qué tan bien mide? La respuesta de esta pregunta es la calidad de la medida ¿Qué tanto tiempo mide? Esta pregunta esta vinculada a la predicción de la medida de la métrica en estudio [39].

3.2.1 Ventajas de utilizar las métricas

Según [40] las métricas ayudan a la evaluación de los modelos de análisis y de diseño, en donde proporcionarán una indicación de la complejidad de diseños de procesos y de código fuente, además ayudarán en el diseño de pruebas más efectivas.

Cuando un proceso se puede medir y tener resultados cuantitativos de su estado entonces se pueden tomar decisiones sobre el mismo y analizar la necesidad o no de algún cambio. La aplicación de métricas proporcionan generalmente: las bases para la estimación, permiten tener un control del progreso del proceso, ayudan a determinar la complejidad, ayudan a comprender cuando se ha alcanzado un estado deseado de calidad [41].

3.3 Definición de Métricas para cada proceso.

3.3.1 Evaluar objetivamente los procesos.

1- Porcentaje de efectividad de una persona para definir criterios de evaluación (PE).

En esta métrica medimos el porcentaje de efectividad que tiene una persona para definir criterios para las evaluaciones, aquí intervienen los criterios que fueron definidos correctamente y los que se definieron en total (PE).

Fórmula:

$$PE \% = CC * 100 / TCD$$

PE %: Porcentaje de Efectividad en definir criterios.

CC: Criterios definidos correctamente.

TCD: Total de criterios definidos para las evaluaciones.

2- Capacidad del procedimiento especificado para evaluar los procesos(C)

Esta métrica muestra un resultado cuantitativo de la capacidad del procedimiento definido para las evaluaciones y así poder tener un parámetro para decidir si es efectiva o no la evaluación realizada.

Fórmula:

$$C = PEC / TPE$$

C: Capacidad del procedimiento definido.

PEC: Procesos Evaluados Correctamente.

TPE: Total de Procesos Evaluados.

3.3.2 Evaluar objetivamente los productos y los servicios del trabajo.

1- Porcentaje de certeza en evaluar los productos (PC).

Esta métrica devuelve el porcentaje de certeza resultado de la evaluación de los productos seleccionados dando una idea de que tan bien fueron seleccionados los productos a evaluar y después de evaluar los productos saber en que porcentaje se cumplió la evaluación.

Fórmula

$$PC \% = PE * 100 / TPS$$

PC %: Porcentaje de certeza en evaluar los productos.

PE: Productos Evaluados.

TPS: Total de productos seleccionados para evaluar.

2- Grado de efectividad en identificar las no-conformidades (ENC).

Esta métrica muestra el grado de efectividad que hubo en encontrar las no conformidades. Debido a que se miden las no conformidades encontradas contra las no conformidades que fueron correctamente encontradas o sea las que eran reales.

Fórmula

$$ENC = NCE / NCR$$

ENC: Efectividad en encontrar No Conformidades.

NCE: No Conformidades Encontradas.

NCR: No Conformidades Reales.

3.3.3 Asegurar la comunicación y resolución de las no-conformidades.

1-Porcentaje de Efectividad en Resolver las no-conformidades (PER)

Esta métrica brinda el porcentaje de efectividad en resolver las no conformidades basándose en las no conformidades que fueron resueltas y las que fueron detectadas.

Fórmula

$$PER \% = NCR * 100 / TNCI$$

PER %= Porcentaje de Efectividad en Resolver las no conformidades.

NCR: No Conformidades Resueltas.

TNCI: Total de No Conformidades Identificadas.

2-Porcentaje utilizado del tiempo planificado para resolver las no-conformidades (PT).

Esta métrica devuelve el porcentaje del tiempo utilizado del que se planificó inicialmente para resolver las no conformidades.

Fórmula

$$PT \% = TU * 100 / TPI$$

PT %: Porcentaje del Tiempo utilizado del tiempo planificado para resolver las no conformidades.

TU: Tiempo Utilizado para resolver las no conformidades.

TPI: Tiempo Planificado Inicialmente para resolver las no conformidades.

3-Defectos por unidad de tiempo (DE).

Los defectos por hora indican la efectividad del tiempo dedicado a las inspecciones. En la medida que el rendimiento incrementa, una disminución de los defectos por unidad de tiempo es natural.

Fórmula

$$DE = 60 * DEE / ME$$

DE: Defectos Encontrados por hora.

DEE: Defectos Eliminados en la Etapa.

ME: Minutos dedicados a esa etapa.

3.3.4 Establecer Registros.

1-Grado de veracidad de los datos (V).

Esta métrica da como resultado el grado de veracidad que tienen los datos almacenados.

Fórmula

$$V = CDC / CTD$$

V: Veracidad de los datos.

CDC: Cantidad de Datos almacenados Correctos.

CTD: Cantidad Total de Datos almacenados.

2-Frecuencia con la que se actualizan los datos (F).

Esta métrica devuelve la frecuencia con la que son actualizados los datos.

Fórmula

$$F = FA - FUA$$

F: Frecuencia.

FA: Fecha de la actual Actualización.

FUA: Fecha de la Última Actualización.

3.4 Herramienta para automatizar el proceso.

GreenVolution.

GreenSQA S.A. ha materializado su experiencia en aseguramiento de calidad de software a través de la plataforma integrada **GreenVolution®**, suite que provee herramientas para la gestión de los entregables y registros asociados a las diferentes etapas del proceso de desarrollo de software, tales como los requerimientos, los planes y requerimientos de pruebas, las no conformidades, las notas de release, el

banco de preguntas frecuentes y las medidas e indicadores. La figura plantea el alcance de la estrategia de calidad del producto.



Figura 3.2 Alcance de estrategia de calidad.

La plataforma **GreenVolution®** facilita y acelera los tiempos de implementación de modelos internacionales de calidad tales como CMMI® al automatizar prácticas de verificación, validación y aseguramiento de calidad.

La Suite cuenta con 5 componentes:

Green Way: Herramienta que permite personalizar el proceso particular de cada empresa para solucionar los defectos y atender los nuevos requerimientos, con base en lo cual se puede hacer seguimiento desde el registro hasta el cierre de los mismos.

Green Test: Herramienta que controla y administra todas las actividades de pruebas de los productos de software. Brinda a los miembros del equipo de desarrollo la capacidad de validar el progreso del producto con respecto al plan de prueba.

Green Notes: Herramienta que permite optimizar el esfuerzo de documentación de las funcionalidades que se incorporan en las entregas de productos de software, a medida que se avanza en la elaboración de su plan de desarrollo.

Green FAQ: Herramienta que permite almacenar las "Frequently Asked Questions", que en español significa preguntas más frecuentes. Las FAQ son las dudas más comunes que tienen los usuarios de un

aplicativo, y que por ello se contestan de modo colaborativo, reflejando las contribuciones de sus propios usuarios. Es un buen punto de partida para iniciarse en el estudio de algún tema.

Green Metrics: Herramienta que reúne la información derivada de las otras aplicaciones y con base en ella calcula y muestra el conjunto de métricas estadísticas, informes e indicadores de gestión, permitiendo a los equipos de trabajo tener retroalimentación.

La implementación de las cinco herramientas en forma conjunta, permite a las organizaciones alcanzar niveles de madurez compatibles con normas y/o modelos internacionales de calidad como ISO9000 y CMMI [42].

3.5 Conclusiones.

A medida que es mayor el avance de la producción de software se hace más necesario el aseguramiento de la calidad de estos productos y de los procesos involucrados en la realización de estos productos. Por tanto para poder llevar un control de la producción es imprescindible tener parámetros para tomar decisiones y estos parámetros nos los brindan los resultados de pruebas mediante la aplicación de métricas u otras técnicas implementadas. Se le debe dar una gran importancia al contenido de este capítulo en el trabajo ya que es de vital importancia para el correcto funcionamiento de los procesos definidos, además que en un gran número de ocasiones resultan más confiables los resultados cuantitativos devueltos por dichas métricas que el criterio cualitativo de una o varias personas involucradas en el proceso.

Conclusiones Generales.

El interés de implementar técnicas para asegurar la calidad en un proyecto esta basado en ayudar a los ingenieros de software a estandarizar sus procesos de desarrollo para garantizar la organización y el cumplimiento en tiempo y forma de las tareas definidas lográndose así una mayor calidad en los procesos, los productos y los servicios de la empresa.

En este trabajo se logra definir todo el proceso a seguir para realizar las prácticas expuestas en CMMI para el área de procesos Aseguramiento de la Calidad, alcanzando así establecer uniformidad y control en el proceso de realización del proyecto Sistema Integrado de Gestión Bibliotecaria para la Biblioteca José Martí, además de ser la base para aplicar estos procesos en los demás proyectos productivos de la universidad. Esto constituye un avance en el proceso de certificación de los proyectos productivos de la universidad en el nivel 2 de madurez del modelo CMMI, lo que representa un alto grado de calidad en los productos que se realicen en la institución y un buen motivo para que más clientes se interesen por los proyectos realizados en la UCI. Como técnicas para tener garantía de que los procesos se están aplicando correctamente se definió un conjunto de métricas dando esto una mayor seguridad a la calidad de los procesos, además de tener herramientas informáticas para la ayuda en la automatización de los procesos definidos en esta área. Este número de métricas puede resultar todavía insuficiente para tener una mayor claridad en los estados de los procesos y para proceder a su mejora continua.

En este trabajo se han cumplido de forma eficiente los objetivos expuestos inicialmente, desarrollando las tareas planificadas y logrando así el resultado esperado, por tanto se estima que el trabajo ha definido correctamente los procesos relacionados con el aseguramiento de la calidad para los procesos de desarrollo de software.

Recomendaciones

Sobre la presente investigación se recomienda:

- Publicar el resultado de este y de los demás trabajos que abordan las áreas de procesos expuestas por el modelo CMMI. Proporcionando así facilidades de información a toda la universidad y que los interesados tengan una base sobre el proceso de certificación por el modelo CMMI.
- Asignar los responsables de cada rol según las técnicas que propone RUP para la asignación de los roles que en él se definen.
- La integración de otros proyectos en la aplicación de los procesos definidos por CMMI.
- Una vez aplicados los procesos en otros proyectos tener un monitoreo de los mismos para obtener un resultado estadístico de la eficiencia de los procesos aplicados y así poder mejorarlos en la medida de lo posible y según las características y posibilidades de nuestra organización.

Referencia Bibliográfica.

- [1] CARRASCO, F.; O. M, *et al.* Un enfoque actual sobre la calidad del software, 2004.
- [2] Calidad en Ingeniería del Software, 2002.
- [3] IDEM 2.
- [4] IDEM 2.
- [5] INFORMÁTICA, D. D. C. D. C. Y. A. Control de Calidad en los Sistemas 2000.
- [6] PRESSMAN, R. S. Ingeniería de Software Un enfoque Práctico, 1998.
- [7] ESTRADA, A. F.; S. A. CÁRDENAS, *et al.* Calidad de Software y la empresa, enseñanza de un tema imprescindible para el Ingeniero Informático.
- [8] MENDOZA, L. E. Sistemas de Información III.
- [9] LOVELLE, J. R. C. Aseguramiento de la calidad, 1999.
- [10] IDEM 8.
- [11] IDEM 8.
- [12] IDEM 6.
- [13] VILLENA, A. M.; A. J. M. MARTÍN, *et al.* Modelos de calidad de software.
- [14] MANSO, E. Calidad del software, 2005.
- [15] ALARCÓN, A. S. Modelos de calidad, 2004.
- [16] IDEM 7.
- [17] IDEM 5.
- [18] IDEM 13.
- [19] IDEM 5.
- [20] IDEM 5.
- [21] BAÑERES, J. P. Introducción a ISO/IEC 15504.
- [22] IDEM 5.
- [23] IDEM 13.
- [24] IDEM 5.
- [25] GRACIA, J. CMM-CMMI nivel2, 2005.
- [26] IDEM 21.
- [27] IDEM 21.

[28] IDEM 13.

[29] IDEM 21.

[30] IDEM 13.

[31] INFORMÁTICAS, U. D. L. C. Calidad del Software, 2006.

[32] GARCÍA, A. M. and N. ARAGÓN Análisis de modelos de calidad internacionales con respecto a su aplicación a la industria cubana del software Revista Cubana de Ciencias, 2006, 1.

[33] IDEM 32.

[34] FENTON, N. E. Software Metrics A rigorous approach 1991.

[35] IDEM 6.

[36] WESTFALL, L. L. Software metrics that meet your information needs, 1995.

[37] EJIOGU, L. O. Software Engineering with Formal Metrics. 1991. p.

[38] MAH, M. High-definition software measurement. Miller Freeman, Inc, 1999. p.

[39] IDEM 34.

[40] IDEM 6.

[41] ZUSE, H. A Framework of Software Measurement, 1998.

[42] GÓMEZ, L. and P. HOYOS GreemSQA, 2006.

Bibliografía

- ALARCÓN, A. S. Modelos de calidad, 2004.
- BAÑERES, J. P. Introducción a ISO/IEC 15504.
- BEDINI, A. Calidad de software. en: Calidad tradicional y de software.
- BUADES, G. Calidad en ingeniería del software. Ingeniería de Software III, 2002. p.
- Calidad en Ingeniería del Software, 2002.
- CARRASCO, F.; O. M, *et al.* Un enfoque actual sobre la calidad del software, 2004.
- EJIOGU, L. O. Software Engineering with Formal Metrics. 1991. p.
- ESTRADA, A. F.; S. A. CÁRDENAS, *et al.* Calidad de Software y la empresa, enseñanza de un tema imprescindible para el Ingeniero Informático.
- FENTON, N. E. Software Metrics A rigorous approach 1991.
- FORTUNECITY ISO 9000-3 NORMAS ISO 9000.
- GARCÍA, A. M. and N. ARAGÓN Análisis de modelos de calidad internacionales con respecto a su aplicación a la industria cubana del software Revista Cubana de Ciencias, 2006, 1.
- GÓMEZ, L. and P. HOYOS GreemSQA, 2006.
- INFORMÁTICAS, U. D. L. C. Calidad del Software, 2006.
- JOHNSON, W. L. What is Software Engineering, 1994.
- LOVELLE, J. R. C. Aseguramiento de la calidad, 1999.
- MAH, M. High-definition software measurement. Miller Freeman, Inc, 1999. p.
- MANSO, E. Calidad del software, 2005.
- MENDOZA, L. E. Sistemas de Información III.
- MÉNDEZ, C. Introducción al modelo CMMI, 2006. p.
- MOORE, J. W. Software Engineering Standards, 1998.
- MORELL, M. G. III Taller de Calidad en las Tecnologías de la Información y las Comunicaciones, 2007.
- RENDÓN, J. P. G. Ingeniería del software: Una aproximación a la medición de la calidad.
- PRESSMAN, R. S. Ingeniería de Software Un enfoque Práctico, 1998.
- VILLENA, A. M.; A. J. M. MARTÍN, *et al.* Modelos de calidad de software.
- WESTFALL, L. L. Software metrics that meet your information needs, 1995.
- ZUSE, H. A Framework of Software Measurement, 1998.

Glosario de Términos.

1. Calidad: conjunto de propiedades y de características de un producto o servicio, que le confieren su aptitud para satisfacer unas necesidades explícitas e implícitas.
2. Eficacia: extensión en la cual las actividades planeadas son realizadas y los resultados planeados son logrados.
3. Eficiencia: relación entre los resultados logrados y los recursos utilizados.
4. Madurez: Implica la potencialidad de poder crecer e indica tanto la riqueza de un proceso de software de una organización como la consistencia con se aplica en proyectos toda la organización.
5. Madurez de un proceso de software: es el grado para el cual un proceso específico está definido, manejado, medido, controlado y es efectivo.
6. Madurez de un proyecto software: proceso específico que está específicamente definido, administrado, medido, controlado y es efectivo.
7. Medición del software: necesidad de obtener datos objetivos que ayuden a mejorar la calidad.
8. Organización madura: posee la habilidad en toda su organización para administrar tanto el desarrollo como la manutención de proyectos.
9. Proceso: conjunto de actividades mutuamente relacionadas o que interactúan, las cuales transforman elementos de entrada en resultados.
10. Producto software: un producto de software es un producto diseñado para un usuario.
11. Stakeholders: Representa los intereses del grupo de personas que necesita el producto (Clientes).
12. Gestión de la calidad: La parte de la función de la gestión empresarial que define e implanta la política de la calidad.
13. Control de la calidad: Es el proceso de regulación a través del cual se puede medir la calidad real, compararla con las normas o las especificaciones y actuar sobre la diferencia.

Otros significados:

- Una parte del proceso de regulación. Por ejemplo: la inspección del producto.
- Históricamente, el nombre de un Departamento que se dedica a tiempo completo a la Función de la Calidad.
- Las herramientas, conocimientos prácticos o técnicas por medio de las cuáles se desarrollan algunas o todas las funciones.

14. Control estadístico de la calidad: La parte del Control de Calidad que utiliza técnicas estadísticas.
15. Aseguramiento o garantía de la calidad: Todas aquellas acciones planificadas y sistemáticas que proporcionan una confianza adecuada en que un producto o servicio cumpla determinados requisitos de calidad. El Aseguramiento de la Calidad no está completo a menos que estos requisitos de calidad reflejen completamente las necesidades del cliente. El Aseguramiento de la calidad, para ser efectivo, requiere una evaluación continua de los factores que afectan a la calidad y auditorías periódicas.
16. Calidad total: Teoría de la administración empresarial centrada en la permanente satisfacción de las expectativas del cliente. La finalidad aquí es: satisfacer tanto al cliente interno como al externo. Se altamente competitivo. Lograr una mejora continua.

Anexo 1: Plantillas Propuestas

No Conformidades encontradas.

Nº	Descripción de la No.conformidad	Aspecto correspondiente	Etapa de la detección	Importancia	Recomendaciones

Registro de pruebas

Clases válidas	Clases inválidas	Resultado Esperado	Resultado de la prueba	Observaciones	Métrica	Cumplimiento %

Anexo 2: Propuesta de Roles.

Roles definidos por RUP, implicados en los procesos definidos.

Administrador de pruebas	Evalúa y defiende la calidad del producto. Identifica las motivaciones para las pruebas. Mejora y evalúa los esfuerzos durante las pruebas.	Plan de prueba. Lista de problemas. Lista de peticiones de cambios. Resumen de la evaluación de las pruebas.
Director de revisiones	Debe tener un criterio de evaluación por iteración. Hacer un plan para las revisiones de las iteraciones, realizar las revisiones y aceptar la continuación del proceso.	Registro de revisión.
Analista de prueba	Identificar los objetos de prueba, e identificar los tipos de pruebas a realizar, especificando los detalles de las pruebas. Determinar los resultados de la prueba.	Plan de pruebas Casos de pruebas. Resumen de pruebas de evaluación. Solicitud de cambios. Listado de ideas para pruebas. Datos de prueba (colección de entradas que pueden usarse en las pruebas)
Diseñador de prueba	Identifica la técnica, y la herramienta (en caso necesario) apropiada para realizar la prueba.	Configuración del ambiente de prueba. Arquitectura para las pruebas automáticas. Modifica (Plan de pruebas, Casos de pruebas)
Revisor	Implementar y ejecutar la colección de pruebas al sistema. Analizar las fallas para encontrar los errores y solicitar los cambios.	Solicitud de cambios. Script de pruebas. Colección de pruebas.

Anexo 3: Técnicas para asignar los roles definidos.

- 1- Asignar a una misma persona los roles de analista de procesos del negocio y el de analista de pruebas, esto es muy útil cuando los usuarios están involucrados en el proceso de definir el proyecto.

- 2- Asignar uno de los miembros del equipo de analista como administrador de desarrollo, y otro como administrador de pruebas, esta estrategia es muy buena cuando se tienen equipos pequeños y garantiza que ya se tenga un conocimiento extenso del dominio de trabajo. (Debe tener habilidades de liderazgo)

- 3- Asignar más de un miembro (persona) al rol de especificador de requerimientos, particularmente en situaciones donde haya varios expertos en el dominio que se está estudiando. Este equipo puede jugar también el papel de analistas de pruebas.

- 4- Es recomendable que el diseñador de la base de datos esté involucrado en el proceso desde el primer momento como revisor técnico, durante la revisión de los requisitos y el diseño del sistema.

- 5- Puede ser recomendable que en el equipo el integrador del sistema sea la misma persona que integre el equipo de revisores.

- 6- Puede seleccionarse como administrador de pruebas al jefe de proyectos, cuando el equipo es pequeño. En estos casos la persona debe tener grandes habilidades de liderazgo.