

Universidad de las Ciencias Informáticas
"Facultad 2"



Procedimiento para el Control y Aseguramiento de la Calidad en el Flujo de Trabajo Análisis y
Diseño de Software en la UCI.

Trabajo de Diploma por el título de
"Ingeniero en Ciencias Informáticas".

Autores

Adriana Gómez Rodríguez.

Maykelin Rodríguez Noa.

Tutor

Liudmila Borges Calvo.

"Ciudad de La Habana, Cuba, Julio, 2007"

"Año 49 de la Revolución"

DECLARACIÓN DE AUTORÍA

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

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

Maykelin Rodríguez Noa

Firma del Autor

Adriana Gómez Rodríguez

Firma del Autor

Liudmila Borges Calvo

Firma del Tutor

El éxito de los hombres no se mide por su éxito inmediato, sino por su éxito definitivo: no se mide por el dinero que acumularon, sino por el resultado de sus obras.

José Martí

Agradecimientos:

A la Revolución, a Fidel y a la UCI, por dejarnos formar parte de este proyecto futuro.

A nuestro tutor: Liudmila Borges Calvo por habernos ayudado durante el transcurso de nuestra tesis.

A Julio Luís Gómez Ramos principal impulsor de nuestra tesis.

A Wilfredo González Vidal por habernos atendido y explicado nuestras dudas en el momento que lo necesitamos.

Agradecimientos especiales para mi querida mamá por su confianza, amor, sabios consejos, por ser mi guía en cada paso, mi amiga y mi mayor tesoro.

En especial a mi familia dentro de ella a mi mamá por siempre darme su confianza y estar a mi lado cuando la he necesitado, brindándome su amor y dedicación de madre.

A mi papá por su ayuda y apoyo ya que sin el no hubiese sido posible la realización de esta tesis.

A mis hermanos por estar siempre conmigo en los momentos malos y buenos, ofreciéndome su inmenso cariño todos los días y dándome confianza en mi misma para seguir adelante con mis sueños.

A Miguel Balbino Pérez por todo el amor de padre que siempre me ofrece.

A mi papá por darme su cariño y apoyo.

A mi abuela Nelsi, mi segunda mamá por embellecer mis días con su presencia y dedicación, por ser el eslabón fundamental de mi familia que adoro.

A mi prima a la cual quiero mucho por siempre darme su apoyo, confianza y amor.

A mis tías Luimy e Islén por brindarme tantas alegrías.

A mi papá Carito que siempre ha sido un padre para mí procurándome su inmenso cariño y consejos en toda mi vida.

A mi prima Ailin a la que espero servir de ejemplo y que aprenda lo importante que es para mí.

Al papá de Adriana el cual nos dio su apoyo incondicional y sin el no hubiese sido posible que esta tesis se hubiese realizado.

A mis hermanos Geysi y Julio a los que quiero

mucho aunque no estemos los suficientes tiempos juntos.

A mis amigos Lídice, Asdrúbal, Yanira, Irelis y Katuska por estar siempre que los he necesitado a mi lado, por hacerme saber que aparte del amor de familia y de pareja, existe otro fundamental que es el de la amistad.

A Maykelin Rodríguez la mejor compañera de tesis que cualquiera desearía tener.

Adriana Gómez Rodríguez

A mi amigo Vladimir que me dio su apoyo en todo lo que necesité y siempre ha depositado su confianza en mí sirviéndome de estimulación para seguir adelante.

A mis amigas Daimara, Yelenis, Dayrena y Yamisleydi que siempre han estado ahí para mí, dándome su cariño, amistad y apoyo siempre que lo he necesitado.

A mi compañera de tesis Adriana por ser tan comprensiva y llevarnos tan bien para la realización de nuestra tesis.

Maykelin Rodríguez Noa.

A mis padres.

*A mi hermana Yusmary por ser mi segunda
madre.*

A mi hermana Mabel por sus consejos.

A mi prima Maribel por su cariño.

Maykelin

A mi familia...

*Especialmente a mi mamá y a mi abuela por
haberme criado llena de amor.*

Adriana

Resumen:

En el mundo han sido múltiples las organizaciones que han sido creadas y desarrolladas con el objetivo de crear y mejorar los estándares de calidad, resultando catálogos de buenas prácticas y modelos de procesos basados en estos.

En el presente trabajo se efectuó un estudio sobre las normas de control de la calidad utilizadas internacionalmente y en nuestro país. Se realizó una revisión bibliográfica y una investigación a través de levantamientos, al personal encargado del control de la calidad de los Softwares elaborados en el centro. Este demostró que existe un desconocimiento de los procedimientos para controlar esta actividad. Además indicó que no se usa ninguna técnica institucionalizada o estandarizada para ello.

Por ello se elaboró un procedimiento que establece las normas para controlar y asegurar la óptima calidad del software durante el flujo de trabajo Análisis y Diseño en nuestra Universidad. Este se centró en los estándares o métricas de calidad que existen a nivel internacional y en nuestro país como es el caso de CMM, CMMI e ISO.

El mismo permite acelerar el tiempo de desarrollo del software, agilizar el seguimiento y gestión de posibles errores durante el proceso Análisis y Diseño de software en la UCI y garantizar la calidad del producto final. Presenta novedad científica ya que por primera vez en nuestra universidad se elabora un procedimiento basado en los estándares y métricas aprobadas internacionalmente que establece las normas para el control de la calidad durante el flujo de trabajo análisis y diseño en el proceso de elaboración de software.

Índice

Introducción	1
Capítulo I Fundamentación Teórica	7
1.1 Introducción.	7
1.2 SW-CMM (Modelo de Madurez de la Capacidad de Desarrollo del Software)	7
1.2.1 Surgimiento y Características.	7
1.2.2 Estado Actual y tendencias de los modelos de calidad del CMM.	9
1.3 CMMI (Modelo de Madurez de Capacidad Integrado).....	10
1.3.1 Surgimiento y características	10
1.3.2 Estado Actual y tendencias de las evaluaciones de modelos de calidad del CMMI.	12
1.4 ISO (Organización Internacional de Normalización).....	13
1.4.1 Surgimiento y características.	13
1.4.2 Principios de Calidad de La Norma ISO 9000:2000.	14
1.5 Necesidades de medición en la gestión y el aseguramiento de calidad del software. ..	23
1.6 Conclusiones.	26
Capítulo II Resultados Obtenidos en la Investigación.	27
2.1 Introducción.	27
2.2 Modelo CMM y CMMI:	27
2.3 Situación de estos modelos en Cuba:.....	27
2.4 ¿Por qué el Modelo ISO 9000?	27
2.5 Instrumento investigativo.	28
2.6 Análisis de los resultados del levantamiento aplicado.....	29
2.6.1 Control de la calidad en el flujo de trabajo análisis y diseño.	29
2.6.2 Control de la calidad dentro del flujo de trabajo análisis y diseño.....	30
2.6.3 Utilización de estándares aprobados internacionalmente para el control de la calidad.	30
2.6.4 Utilización de documentación.....	31
2.6.5 Certificación de calidad.	31
2.7 Conclusiones.	32
Capítulo III. Propuesta del Procedimiento para el Control de la Calidad.	34

3.1 Introducción.	34
3.2 Características de un Procedimiento.	34
3.3 Principios de Gestión de la Calidad que plantea la norma ISO 9000.	34
3.4 Propuesta del Procedimiento: Sistema de Gestión de la Calidad en el Análisis y Diseño.	37
3.4.1 Diagnóstico:	37
3.4.2 Formación Inicial:.....	40
3.4.3 Documentación de los Elementos del SGC:.....	42
3.4.4 Implantación de los Elementos del SGC:	43
3.4.5 Seguimiento y Mejoramiento:.....	44
3.4.6 Gestión de los Procesos:.....	53
3.4.7 Certificación del Sistema de Gestión de la Calidad:.....	56
3.5 Pasos a tener en cuenta para aplicar el procedimiento.....	56
3.6 Ventajas del Procedimiento.....	57
3.7 Riesgos del Procedimiento.....	58
3.8 Conclusiones.	58
Conclusiones Generales.....	59
Recomendaciones	60
Bibliografía General	
Glosario de Términos	
Anexos	

Introducción

El uso extensivo y cada vez más integrado de las TICs es una característica y factor de cambio de nuestra sociedad actual. Estas siguen el ritmo de los continuos avances científicos, en un marco de globalización económica y cultural, contribuyendo a la rápida obsolescencia de los conocimientos y a la emergencia de nuevos valores. Provoca continuas transformaciones en nuestras estructuras económicas, sociales y culturales, e influye en casi todos los aspectos de nuestra vida.

“Las Tecnologías de la Información y las Comunicación (TIC) son incuestionables y están ahí. Forman parte de la cultura tecnológica que nos rodea y con la que debemos convivir. Amplían nuestras capacidades físicas, mentales y las posibilidades de desarrollo social” **[Castells, 2001]**.

“El software incorpora ineludiblemente características que son particulares de una cultura y una lengua dadas. Cuando el software educativo es foráneo, no sólo puede acarrear problemas relacionados con el lenguaje, con toda su importancia, sino problemas pedagógicos por las diferentes mentalidades y formación de los destinatarios. Esto sucede en muchas ocasiones y no se puede impedir más que produciendo nuestro propio software” **[Aiken, 1997]**, pero este software debe tener características que permitan catalogarlo como eficiente.

Desde la década del 70 hasta la actualidad, el tema de la calidad del software ha sido motivo de preocupación para especialistas, ingenieros, investigadores y comercializadores de software. Estos han realizado gran cantidad de investigaciones al respecto con dos objetivos fundamentales: Evaluar y obtener la calidad de un software, fuente y resultado de un producto terminado, con características y cualidades que lo caracterizan y que determinan su utilidad y existencia.

La calidad es sinónimo de eficiencia, flexibilidad, corrección, confiabilidad, mantenibilidad, portabilidad, usabilidad, seguridad e integridad. La calidad del software es medible y varía de un sistema a otro o de un programa a otro. Un software hecho para ejecutarse una sola vez no requiere el mismo nivel de calidad que un software elaborado para ser explotado durante un largo período (10 años o más). Este necesita ser confiable, mantenible y flexible para disminuir los costos de mantenimiento y perfeccionamiento durante el tiempo de explotación.

La calidad del software se puede medir después de elaborado el producto. Pero esto puede resultar muy costoso si se detectan problemas derivados de imperfecciones en el diseño. Por ello es imprescindible tener en cuenta tanto la obtención de la calidad como su control, durante todas las etapas del ciclo de vida del software. Esto implica la utilización de metodologías o procedimientos estándares para el análisis, diseño, programación y prueba del software. Permitiendo uniformar la filosofía de trabajo, en aras de lograr una mayor confiabilidad, mantenibilidad y facilidad de prueba. Elevando la productividad, tanto para la labor de desarrollo como para el control de la calidad del software.

Las pruebas de calidad en aplicaciones han evolucionado mucho más allá de simplemente depurar la aplicación y posteriormente migrarla a la producción. Convirtiéndose en un proceso integrado, automatizable y administrable que se realiza desde el momento mismo del inicio de la codificación y se extiende hasta la entrega final al cliente.

Se logra el éxito en la producción de software si se hace con calidad y se demuestra. Esto sólo es posible con la implantación de un Sistema para el Aseguramiento de la Calidad del Software. Directamente relacionado con la política establecida para su elaboración, así como el contar con un software especializado para el seguimiento de pruebas y depuraciones.

Las cualidades para medir la calidad del software son definidas por innumerables autores. Estos las denominan y agrupan de formas diferentes. Coincidiendo todos en que el software posee determinados índices medibles que son las bases para la calidad, el control y el perfeccionamiento de la productividad.

Desde los comienzos de la llamada industria del software, ha sido una preocupación constante para especialistas, ingenieros, investigadores y comercializadores del software el desarrollo de metodologías y sistemas que garanticen la calidad del producto final. En el mundo han sido múltiples las organizaciones que han sido creadas y desarrolladas con el objetivo de crear y mejorar los estándares de calidad, resultando catálogos de buenas prácticas y modelos de procesos basados en estas, lo que dio lugar a una rama de investigación para la evaluación y mejora del proceso del software.

Situación problémica: La Universidad de las Ciencias Informáticas es una institución nueva, en la que se están estudiando y aún no se han definido las métricas o estándares de calidad del Software que se deben aplicar. Esto trae consigo que en los proyectos productivos que se están confeccionando en estos momentos en nuestro centro, los ingenieros no realicen un control de la calidad requerida a lo largo del flujo de trabajo Análisis y Diseño. En muchos casos se revisa el trabajo realizado solo al final. Por esta causa al encontrar un error se tiene que analizar nuevamente todo lo hecho. Esto conlleva una gran pérdida de tiempo y recursos tanto materiales como humanos, lo cual puede atrasar la entrega del producto y que el cliente no quede conforme con el resultado final.

De lo anteriormente expuesto se detectó el siguiente **Problema científico:**

¿Cómo controlar y asegurar la calidad del software en el flujo de trabajo Análisis y Diseño en la Universidad de las Ciencias Informáticas mediante un procedimiento basado en los estándares y métricas de calidad que existen tanto en Cuba como internacionalmente?

Objeto de investigación: Control y aseguramiento de la calidad en los proyectos de software en la Universidad de Ciencias Informáticas.

Objetivo General: Elaborar un procedimiento basado en los estándares y métricas existentes internacionalmente para controlar y asegurar la óptima calidad de los software durante el flujo de trabajo Análisis y Diseño en la Universidad de las Ciencias Informáticas.

Campo de acción: Control y aseguramiento de la calidad en el flujo de trabajo Análisis y Diseño de software en la Universidad de las Ciencias Informáticas.

Idea a defender:

La implantación de un Procedimiento estandarizado para controlar y asegurar la calidad del software elaborado en nuestra Universidad durante el flujo de trabajo Análisis y Diseño, asegurará la calidad del producto, desde los mismos inicios del proceso productivo.

Posibles Resultados:

Un procedimiento que se basa en los estándares o métricas de calidad que existen internacionalmente, que establezca las normas de control de la calidad que contribuyan a garantizar esta en el flujo de trabajo análisis y diseño del software en nuestra Universidad.

Tareas a cumplir por los estudiantes:

- ✓ Indagar acerca de las principales tendencias históricas y de desarrollo, de los estándares y métricas de calidad que existen tanto en Cuba como Internacionalmente para desarrollar un software.
- ✓ Evaluar los estándares y métricas de calidad más factibles para el control y aseguramiento de la calidad en el flujo de trabajo Análisis y Diseño de proyectos de Software.
- ✓ Aplicar un Levantamiento a personal especializado acerca de los estándares y métricas de calidad que se usan en la UCI para conocer como se controla y asegura la calidad en el flujo de trabajo Análisis y Diseño a la hora de desarrollar un Software y procesar los datos obtenidos en el mismo.
- ✓ Elaborar un procedimiento que establezca las normas para el control y aseguramiento de la calidad en el flujo de trabajo Análisis y Diseño de proyectos de software en la Universidad de las Ciencias Informáticas.

Métodos teóricos:

- Histórico: Pues permite determinar las necesidades históricas, revela las conexiones históricas fundamentales y analiza la trayectoria completa de los estándares para el control de la calidad en la elaboración de software teniendo en cuenta sus tendencias actuales.
- Lógico: Pues pone de manifiesto la lógica interna que debe tener estos estándares y haya el conocimiento más profundo de su esencia. Dentro del Lógico el Sistemico porque debe existir una relación entre ellos convirtiéndose dichas relaciones en leyes pues para elaborar un Software con calidad debe estar presidido por un estándar.

- Análisis y Síntesis: Permitió, profundizar en la esencia del fenómeno objeto de estudio, sobre la base de realizar una valoración de los estándares utilizados internacionalmente.
- Inducción-deducción: Posibilitó llegar a conclusiones acerca del problema investigado, a partir del estudio de la bibliografía consultada y del resultado de los instrumentos utilizados.

Métodos empíricos:

- Levantamiento: Se realizó a integrantes de grupos de trabajo encargados del control de la calidad de software de la Universidad para conocer las características del problema objeto de investigación, permitiendo realizar el diseño del procedimiento propuesto.
- Revisión de los productos de la actividad: Permitió conocer los elementos que influyen en el problema objeto de investigación.

Métodos estadísticos:

Se utilizó la estadística descriptiva para el procesamiento de los datos resultantes de los instrumentos aplicados.

El presente trabajo de investigación se realizó en la Universidad de Ciencias Informáticas, en la cual se realizó un levantamiento a la siguiente población: integrantes de los grupos de trabajo que participan en el control de la calidad de los Softwares elaborados en nuestro instituto.

Seleccionando la muestra a través de la siguiente fórmula:

$$n = \frac{Z^2 p(1-p)}{d^2}$$

en la cual al sustituir los valores correspondientes (Capítulo II) aportó una muestra de 30 personas.

Para la selección de la muestra se utilizó el Muestreo Aleatorio Simple.

El aporte práctico es un procedimiento que establece las normas para el control de la calidad durante el flujo de trabajo análisis y diseño establecido por la metodología RUP, utilizando estándares y métricas aprobadas internacionalmente y por Cuba.

La importancia y novedad científica del tema radica en que por primera vez en nuestra universidad se establecen procedimientos de este tipo, teniendo gran actualidad y trascendencia ya que no se concibe la elaboración de un producto cualquiera sin seguir reglas de control de la calidad que no posean las características de nuestra propuesta.

La presente tesis consta de un capítulo I, que contiene una investigación bibliográfica acerca de los estándares de control de la calidad utilizados internacionalmente, lo cual permitió determinar las características que debía tener el procedimiento elaborado.

El capítulo II muestra la investigación realizada para constatar la medida en que se manifiesta el problema objeto de estudio, permitiendo encontrar las fallas en el sistema.

El capítulo III contiene la propuesta de procedimiento ya acabada, en la que se establecen las normas y reglas, para el control de la calidad en el flujo de trabajo análisis y diseño de software.

Capítulo I Fundamentación Teórica

1.1 Introducción.

En el presente capítulo se hará un estudio de los estándares de calidad CMM, CMMI e ISO que se utilizan al confeccionar un Software. Los mismos son los más utilizados, no sólo en los Estados Unidos, sino en el mundo entero incluyendo nuestro país. Estas disciplinas hacen grandes aportes al control de los proyectos y de los productos de software, a lo largo de su ciclo de vida.

1.2 SW-CMM (Software Capability Maturity Model, Modelo de Madurez de la Capacidad de Desarrollo del Software)

1.2.1 Surgimiento y Características.

Durante el año 1984, el Departamento de Defensa de los Estados Unidos (DoD) comienza a financiar al Software Engineering Institute (SEI) de la Universidad Carnige Mellon como Centro de Investigación y Desarrollo con el objetivo que lidere los avances para la mejora de calidad de los sistemas dependientes del software. A partir de noviembre de 1986 el SEI desarrolló una primera definición de un modelo de madurez de procesos en el desarrollo de software, que se publicó en septiembre de 1987. El mismo tiene como resultado el desarrollo y la publicación en Agosto de 1991 del Capability Maturity Model para Software (CMM 1.0) y su última versión (v1.1) se publicó en febrero de 1993.

CMM dirige su enfoque a la mejora de procesos en una organización, estudia los procesos de desarrollo y produce una evaluación de la madurez (indicador para medir la capacidad para construir un software de calidad) de la organización según una escala de cinco niveles (inicial, repetible, definido, dirigido y optimizado). Los modelos contienen los elementos esenciales de procesos efectivos para una o más disciplinas y describen el camino para evolucionar y mejorar desde procesos inmaduros a procesos disciplinados, maduros con calidad y eficiencia mejorada y probada. Las organizaciones que se incluyen en cada nivel de madurez se caracterizan por:

Inicial. Las organizaciones en este nivel no disponen de un ambiente estable para el desarrollo y mantenimiento de software. Aunque se utilicen técnicas correctas de ingeniería, los esfuerzos se ven minados por falta de planificación. El éxito de los proyectos se basa la mayoría de las veces en el

esfuerzo personal, aunque a menudo se producen fracasos y casi siempre retrasos y sobre costes. El resultado de los proyectos es impredecible.

Repetible. En este nivel las organizaciones disponen de unas prácticas institucionalizadas de gestión de proyectos, existen unas métricas básicas y un razonable seguimiento de la calidad. La relación con subcontratistas y clientes está gestionada sistemáticamente.

Definido. Además de una buena gestión de proyectos, a este nivel las organizaciones disponen de correctos procedimientos de coordinación entre grupos, formación del personal, técnicas de ingeniería más detallada y un nivel más avanzado de métricas en los procesos. Se implementan técnicas de revisión por pares (peer reviews).

Gestionado. Se caracteriza por que las organizaciones disponen de un conjunto de métricas significativas de calidad y productividad, que se usan de modo sistemático para la toma de decisiones y la gestión de riesgos. El software resultante es de alta calidad.

Optimizado. La organización completa está volcada en la mejora continua de los procesos. Se hace uso intensivo de las métricas y se gestiona el proceso de innovación.

Las organizaciones que utilizan este modelo para mejorar sus procesos disponen de una guía útil para orientar sus esfuerzos. La certificación CMM es requerida por el US DoD, pero también es utilizada por multitud de organizaciones de todo el mundo para valorar a sus subcontratistas de software. Como consecuencia, muchas organizaciones que realizan funciones de factoría de software o, en general, outsourcing de procesos de software, adoptan el modelo CMM y se certifican en alguno de sus niveles, buscando además de una mejoría en sus procesos, una garantía a la hora de enfrentar un mercado del software cada vez más competitivo.

Luego del éxito alcanzado por CMM, el SEI desarrolló modelos similares para otras disciplinas, entre las cuales figuraban la ingeniería de sistemas (SE-CMM, Systems Engineering Capability Maturity Model), la adquisición de software (SA-CMM, Software Acquisition Capability Maturity Model), las personas (P-CMM, People Capability Maturity Model), y el desarrollo integrado de productos (IPD-CMM, Integrated Product Development Capability Maturity Model).

1.2.2 Estado Actual y tendencias de los modelos de calidad del CMM.

De dicho modelo, desde el 2002 hasta Enero del 2005, se realizaron evaluaciones en 1942 organizaciones, registradas por el SEI distribuidas en 894 compañías, repartidas en 59 países.

De los cinco niveles de madurez que establece este modelo, el nivel de Repetible es el que mayor porcentaje de organizaciones presenta, seguido por los niveles Definido e Inicial lo que brinda una idea del desarrollo que ha tenido en las organizaciones, y el interés que demuestran las mismas por alcanzar niveles de madurez mayores en aras de ganar eficiencia y mejorar los procesos de desarrollo de software.

Es de destacar que a pesar que el SEI se encuentra en los EUA y que estos modelos de calidad surgieron para establecer un estándar para los organismos militares y federales de ese país a la hora de contratar servicios de desarrollo de sistemas de información y software, los mismos se han extendido por todo el mundo rápidamente ya que las empresas que contratan este tipo de servicio comenzaron a utilizar el criterio de tener implementados estos modelos a la hora de seleccionar sus proveedores de servicios de información y de software. Esto ha actuado como catalizador para que las empresas de software y TIC implementen cada vez más estos modelos, fuera del ámbito militar y Federal.

El SEI estableció una categorización de las organizaciones para clasificarlas en Comerciales / Internas, Contratistas del Departamento de Defensa de EUA y en organizaciones Militares / Federales para identificar el ámbito al que pertenece cada organización, de las cuales el ámbito civil y el comercial han cobrado mayor importancia en el desarrollo de estos modelos de calidad.

Es un planteamiento bastante generalizado el decir que las evaluaciones para implementar modelos de calidad CMM son preferiblemente para empresas grandes, pero dentro del grupo de organizaciones revisadas, son precisamente las pequeñas las que representan el mayor porcentaje de todas.

En el caso del modelo SW-CMM también se determina un comportamiento en cuanto a las organizaciones presentes en las diferentes categorías relacionadas con las que pertenecen a EUA (802, 41%) y las que son de otros países (1138, 59%).

Desde la publicación de los modelos CMM hasta el año 2004, se produjo un crecimiento en las evaluaciones casi exponencial, lo que demuestra la importancia que han otorgado las organizaciones desarrolladoras de software al tema de la calidad y la aceptación que ha tenido este modelo como estándar de calidad. Solo en el año 2004 hubo un decrecimiento que se explica por el propio desarrollo del modelo CMMI y por el hecho de que a partir del año 2005 no se realizan más evaluaciones con este modelo, si no que es sustituido por el CMMI como estándar.

1.3 CMMI (Modelo de Madurez de Capacidad Integrado, Capability Maturity Model Integration)

1.3.1 Surgimiento y características

A mediados de la década del 90, el SEI decide unificar algunos de los modelos que había desarrollado, basándose en la experiencia adquirida de las organizaciones. Específicamente integra los modelos SW-CMM, también conocido como CMM, SE-CMM y IPD-CMM; embarcándose en un esfuerzo que culmina en el año 2002 dando origen a una nueva generación llamada CMMI (Modelo de Madurez de Capacidad Integrado, en inglés Capability Maturity Model Integration).

Como se ha planteado anteriormente el modelo CMMI ha surgido como la evolución lógica del modelo CMM. En el mismo se integran varios modelos CMM y se trata la calidad de una forma más abarcadora. CMMI es un conjunto de modelos elaborados por el SEI que permiten obtener un diagnóstico preciso de la madurez de los procesos relacionados con las tecnologías de la información de una organización, y describen las tareas que se tienen que llevar a cabo para mejorar esos procesos.

Dentro de una organización que implementa y desarrolla TIC existen cuatro áreas del conocimiento a las que se aplican los modelos CMMI, que también son conocidas como disciplinas:

- Ingeniería de Sistemas (Systems Engineering, SE): Esta disciplina abarca el desarrollo de sistemas completos, lo cual puede o no incluir software. Los Ingenieros de sistemas se centran en transformar las necesidades, expectativas y restricciones del cliente en soluciones-producto y brindar soporte a estas durante el ciclo de vida de los mismos.

- Ingeniería de Software (Software Engineering, SW): Abarca el desarrollo de sistemas de software. Los ingenieros de software se centran en la aplicación de metodologías sistemáticas, disciplinadas y cuantificables al desarrollo, funcionamiento y mantenimiento de software.
- Desarrollo Integrado de Producto y Proceso (Integrated Product and Process Development, IPPD): Es una metodología que logra una colaboración oportuna de los protagonistas durante la vida del producto para satisfacer mejor las necesidades, expectativas y requerimientos del cliente. Los procesos que mantienen la metodología IPPD están integrados con otros procesos de la organización, por lo cual no se puede implementar de forma individual. Si una organización o proyecto elige esta disciplina deberá implementar un modelo que incluya una o más disciplinas aparte de IPPD
- Suministradores Externos (Supplier Sourcing, SS): Al hacerse más complejos los trabajos, los proyectos podrían utilizar agentes externos para realizar funciones o adicionar modificaciones a productos que son necesarios para el proyecto. Cuando estas actividades son críticas, dicho proyecto se beneficia del mejoramiento del análisis externo y del monitoreo de las actividades de los suministradores antes de la entrega del producto. Esta disciplina abarca la adquisición de productos de suministradores bajo estas circunstancias.

Estas disciplinas conforman los diferentes modelos CMMI que están definidos a partir de las disciplinas que abarcan, la selección de uno u otro está definido por las necesidades y prioridades de la organización. Dichos modelos son los siguientes:

- CMMI-SE/SW/IPPD/SS
- CMMI-SE/SW/IPPD
- CMMI-SE/SW
- CMMI-SW

A su vez, estos modelos se representan de dos formas: Por Niveles (Staged), que establece la madurez de la organización por niveles (cinco niveles de madurez) en todas las áreas de procesos;

y Continua (Continuous), que permite evaluar la madurez en cada área de proceso específica. Estas representaciones permiten a la organización seguir caminos diferentes para lograr la mejora de procesos, aunque la presentación y organización de los datos sean diferentes en cada una, los contenidos son los mismos.

1.3.2 Estado Actual y tendencias de las evaluaciones de modelos de calidad del CMMI.

Los resultados de implementación de este modelo son tomados a partir del año 2002, momento en que se publica el modelo de calidad CMMI y que comienzan las evaluaciones del mismo. Durante el periodo comprendido entre este año y Diciembre del 2004 (durante 34 meses) se han realizado un total de 630 evaluaciones, repartidas en 567 organizaciones, proceso que abarca 2 339 proyectos, repartidas entre 35 países.

Su aparición, unido al hecho de que el SEI no realizará más evaluaciones para el modelo CMM, ha provocado la rápida migración que se observa hacia el modelo CMMI. Esta situación, unida también al éxito experimentado por las organizaciones y países que han adoptado estos modelos incrementan el interés del resto por adoptarlos, amén de las exigencias de los clientes, que cada vez más solicitan estos avales a la hora de contratar servicios o comprar un producto de software.

En el caso de CMMI, las organizaciones evaluadas, en muchos casos parten de modelos anteriores CMM, lo que facilita el proceso, además de permitir alcanzar un nivel mayor de madurez en las nuevas evaluaciones y al igual que el CMM las organizaciones comerciales tienen la mayoría de las evaluaciones.

Las organizaciones evaluadas también se han agrupado en las que son EUA y el resto del mundo, y en este sentido se ha podido constatar que tanto las norteamericanas como el resto tienen el mayor número entre los niveles 2 - Gestionado, 3 - Definido y 5 - Optimizado. En el caso de este último nivel, el de mayor madurez, son las organizaciones del resto del mundo las que tienen el mayor número, mientras que en el caso del No aprobado, son las organizaciones de EUA las que representan el mayor número.

Entre las evaluaciones realizadas, la mayor parte de las organizaciones que no son de EUA son Comerciales (85,85%) mientras que las de EUA son Contratistas del Departamento. de Defensa de

EUA (59,84%). Esto puede interpretarse como que las organizaciones fuera de EUA adoptan este modelo para competir en un mercado exigente en cuanto a calidad de servicio o producto, mientras que por otra parte, las organizaciones de EUA que desarrollan software son exigidas de tener aplicado este modelo a la hora de ser contratados por las instituciones gubernamentales.

1.4 ISO (Organización Internacional de Normalización).

1.4.1 Surgimiento y características.

Durante el año 1984, la Comisión Europea financia un proyecto llamado BOOTSTRAP, con el objetivo de acelerar la aplicación de técnicas de ingeniería de software a la industria europea. En 1987, la Organización Internacional de Normalización (ISO) plasma los estándares internacionales de calidad para sistemas conocidos como la familia ISO 9000 de los cuales ISO 9001 e ISO 9000-3 son aplicables al proceso software y a organizaciones de desarrollo software.

ISO es una red de institutos nacionales de estándares de 156 países que promueve la normalización internacional para facilitar el intercambio de bienes y servicios como de aplicaciones.

La familia ISO está compuesta por las siguientes ramas:

La Norma ISO 9000 describe los fundamentos de los sistemas de gestión de la calidad y especifica la terminología para los sistemas de gestión de la calidad.

La Norma ISO 9001 especifica los requisitos para los sistemas de gestión de la calidad aplicables a toda organización que necesite demostrar su capacidad para proporcionar productos que cumplan los requisitos de sus clientes y los reglamentarios que le sean de aplicación y su objetivo es aumentar la satisfacción del cliente.

La Norma ISO 9004 proporciona directrices que consideran tanto la eficacia como la eficiencia del sistema de gestión de la calidad. El objetivo de esta norma es la mejora del desempeño de la organización y la satisfacción de los clientes y de otras partes interesadas.

La Norma ISO 19011 proporciona orientación relativa a las auditorías de sistemas de gestión de la calidad y de gestión ambiental.

Relacionado con los procesos de software ha sido implementado el modelo de evaluación y mejora del proceso de software ISO 9000, específicamente la guía ISO 9000-3

Entre los aspectos que tiene en cuenta la Norma ISO 9000-3 se encuentran:

- Sistema de calidad.
- Especificación de los requisitos del comprador
- Planificación del desarrollo.
- Planificación de la calidad
- Pruebas y validaciones
- Gestión de Configuración de Software.
- Control de documentos
- Mediciones

Es una norma de calidad muy reconocida a nivel mundial e incluye dentro de sus requerimientos el de efectuar las labores de Global CyberSoft (GCS), esta es plenamente consistente con la importancia que le otorgan diversos autores y que en buena lid tiene merecida.

1.4.2 Principios de Calidad de La Norma ISO 9000:2000.

Como sabemos, los cambios en las normas ISO 9000:2000, fueron muy representativos en cuanto a los principios básicos de la Gestión de la Calidad. Una vez que surge la idea de llevar a cabo todo un proceso de trabajo que conllevara a la certificación internacional, es necesario enfocarse primeramente en los principios que rigen la norma ISO 9001, ya que son considerados como la base de todo un proceso de cambios. Los requisitos de la norma ISO 9000:2000 son flexibles y algunos de ellos se pueden omitir dependiendo de las necesidades o características de cada organización.

La experiencia acumulada por la implementación de las normas ISO 9000 en cientos de miles de organizaciones en todo el mundo indican la necesidad de mejorarlas, hacerlas más amigables sobre

todo para la pequeña y mediana empresa. Dicha experiencia ha mostrado que los resultados deseados se alcancen más eficientemente cuando las actividades y los recursos relacionados se gestionan como un proceso. En consecuencia uno de los caminos para lograr la mejora fue adoptar un sistema de gestión con un enfoque de procesos para lo cual se requirió desarrollar un modelo

Este modelo unido a los ocho principios de la Gestión de la Calidad constituyen la parte medular del sistema o proceso de implantación de para la mejora continua.

Principios básicos de la calidad.

1.- Organización enfocada al cliente.

Las organizaciones dependen de sus clientes y por lo tanto comprender sus necesidades presentes y futuras, cumplir con sus requisitos y esforzarse en exceder sus expectativas.

2.- Liderazgo.

Los líderes establecen la unidad de propósito y dirección de la organización. Ellos deben crear y mantener un ambiente interno, en el cual el personal pueda llegar a involucrarse totalmente para lograr los objetivos de la organización.

3.- Participación de todo el personal.

El personal, con independencia del nivel de la organización en el que se encuentre, es la esencia de la organización y su total implicación posibilita que sus capacidades sean usadas para el beneficio de la organización.

4.- Enfoque a procesos.

Los resultados deseados se alcanzan más eficientemente cuando los recursos y las actividades relacionadas se gestionan como un proceso.

5.- Enfoque del sistema hacia la gestión.

Identificar, entender y gestionar un sistema de procesos interrelacionados para un objeto dado, mejora la eficiencia y la eficiencia de una organización.

6.- La mejora continua.

La mejora continua debería ser el objetivo permanente de la organización.

7.- Enfoque objetivo hacia la toma de decisiones.

Las decisiones efectivas se basan en el análisis de datos y en la información.

8.- Relaciones mutuamente benéficas con el proveedor

Una organización y sus proveedores son independientes y una relación mutuamente benéfica intensifica la capacidad de ambos para crear valor.

1.4.3 Requisitos de la Norma ISO 9001:2000

Requisitos de la Norma ISO 9001:2000

Sistema de Gestión de la Calidad.

Requisitos Generales.

Generalidades.

Manual de Calidad.

Control de Documentos.

Control de los Registros.

Responsabilidad de la Dirección.

Compromiso de la Dirección.

Enfoque al cliente.

Política de Calidad.

Planificación.

Objetivos de la Calidad.

Planeación del Sistema de Gestión de la Calidad.

Planificación de los productos y procesos con base a las necesidades del cliente. Es un requerimiento vital de la Norma 9001, por que es la transformación de los requerimientos del cliente y los de la organización en especificaciones que deben ser hechas por personal calificado. Garantizar que los productos adquiridos son garantizados.

Objetivo de los Requisitos.

El enfoque basado en procesos de la Norma ISO 9001, cuando se desarrolla, implanta y mejora es indudable que aumenta la satisfacción de los clientes.

La documentación del Sistema de Calidad es un valor agregado cuando esta es breve, clara y directa. Su objetivo es describir el sistema de calidad y su aplicación, establecer requisitos y proporcionar información sobre cómo efectuar las actividades, así como obtener la evidencia objetiva de su realización y resultados.

Las organizaciones dependen de sus clientes por lo tanto deben comprender sus necesidades y trabajar para satisfacerlas.

El sistema de calidad no es algo que ocurre por si solo, necesita una decisión en cuanto a calidad y el puente entre el compromiso de la alta dirección y el resto del personal es una política de calidad.

La política de calidad es el marco de referencia para el establecimiento de los objetivos de la calidad en la organización política y objetivos de calidad con base en los requisitos del cliente son las referencias necesarias para la planificación del sistema de calidad

Requisitos.

Determinación de los requisitos relacionados con el producto

Revisión de los requisitos relacionados con el producto.

Comunicación con el cliente.

Diseño y desarrollo, planificación del diseño y desarrollo.

Elementos de entrada para el diseño y desarrollo.

Resultado del diseño y desarrollo.

Revisión del diseño y desarrollo.

Verificación del diseño y desarrollo.

Validación del diseño y desarrollo.

Control de los cambios del diseño y desarrollo.

Compras.

Proceso de compras.

Información de las compras.

Verificación de los productos comprados

Producción y prestación del servicio.

Control de la producción y la prestación del servicio.

Validación de los procesos de producción y de la prestación de servicios.

Identificación y trazabilidad.

Propiedad del cliente.

Preservación del producto.

Control de dispositivos de seguimiento y de medición.

Generalidades.

Seguimiento y medición.

Satisfacción del cliente.

Auditoria interna.

Seguimiento y medición del producto.

Control del producto no conforme.

Análisis de datos.

Mejora.

Acción correctiva

Cuando la gente sabe su posición dentro de la empresa así como sus responsabilidades puede actuar con mayor efectividad.

La comunicación interna del personal garantiza un mejor servicio al cliente.

El objetivo de conocer los datos y la información es que las decisiones se toman en base al análisis de ellos, para garantizar su efectividad.

Garantizar que los recursos utilizados en el producto o prestación de servicios sean los adecuados.

Identificación de las necesidades del cliente.

La organización debe validar aquellos procesos de producción y de prestación de servicios donde los productos resultantes no puedan verificarse mediante actividades de seguimiento o medición posteriores. Esto incluye a cualquier proceso en el que las deficiencias se hagan aparentes únicamente después de que el producto esté siendo utilizado o se haya prestado el servicio.

La validación debe mostrar la capacidad de estos procesos para alcanzar los resultados planificados.

La organización debe planificar e implementar los procesos de seguimiento, y la medición a realizar y los dispositivos de medición y seguimiento necesarios para proporcionar la evidencia de la conformidad del producto con los requisitos determinados.

La organización debe planificar e implementar los procesos de seguimiento, análisis y mejora necesarios.

Objetivo General.

La organización debe de llevar a intervalos planificados auditorias internas para determinar si el Sistema de Gestión de la Calidad es conforme con las disposiciones planificadas.

Los controles, las responsabilidades y autoridades relacionadas con el tratamiento del producto no conforme deben estar definidos en un procedimiento documentado. La organización debe determinar recopilar y analizar los datos apropiados para determinar la idoneidad y la eficacia del Sistema de Gestión de la Calidad y para evaluar donde se puede realizar la mejora continua.

La organización debe mejorar continuamente la eficiencia el sistema de Gestión de la Calidad mediante el uso de la política de la calidad, los objetivos de la calidad, los resultados de las auditorias, el análisis de datos, las acciones correctivas y preventivas y la revisión por la dirección.

La organización debe tomar acciones para eliminar las causas de no conformidades potenciales para prevenir su ocurrencia. Las acciones preventivas deben ser apropiadas a los efectos de los problemas potenciales. Debe de establecer un procedimiento documentado para definir los requisitos:

Determinar

Evaluar

Registrar

Revisar.

Se busca una mejor relación con el Proveedor.

Mejora Continua

Los requisitos de la Norma ISO 9000:2000 son utilizados por las empresas a certificarse, desde que comienza la implantación del Sistema de Gestión de Calidad que más convenga a la empresa, hasta la evaluación en las auditorias finales.

Un sistema de calidad debe cumplir una serie de exigencias para que sea efectivo, pero dentro de estas exigencias debe hacerse una diferenciación muy clara entre los requisitos del producto y los requisitos del sistema de calidad.

Los requisitos para los productos pueden ser especificados por los clientes, por la propia organización o bien por la autoridad.

Los requisitos para los productos y en algunos casos para los procesos asociados pueden estar contenidos en especificaciones técnicas, normas de producto, normas de proceso o requisitos reglamentarios.

Los requisitos del sistema de Gestión de la Calidad son complementarios a los requisitos del producto y se especifican en la norma ISO 9001:2000, son genéricos y aplicables a organizaciones de cualquier sector económico e industrial con independencia del producto que suministren y además hacen énfasis en el uso y aplicaciones técnicas del producto.

En el siguiente capítulo se lleva a cabo un análisis con respecto al Proceso de Certificación, de manera que se pueda entender la secuencia del proceso y en que momento se comienza a trabajar con los principios y requisitos.

Alrededor del mundo han existido empresas que por sus características utilizan de mejor manera los requisitos y dentro de las auditorías ha existido la necesidad de implantar el requisito que se consideraba inadecuado obteniendo así mejores resultados, esto quiere decir que no por ser flexible ISO 9000 en cuanto a sus Normas, es muy importante tomar en cuenta cada una de ellas y tener una mejor visión por supuesto dependiendo de lo lejos que quieran llegar las empresas.

Ejemplos de requisitos:

Requisitos de producto

De contenido

(Plomo caolín, proteína)

De funcionamiento

(N° de ciclos, seguridad, Organolépticos, olor, sabor, tacto, vista)

Ergonómicos

(Forma, tamaño y seguridad)

Requisitos de servicios

De comportamiento

(Cortesía, veracidad, honestidad)

De conocimiento

(Dominio del tema, claridad, consistencia)

De tiempo

(Puntualidad, disponibilidad, tiempo de proceso)

De funcionalidad

(Espacio, capacidad, instalaciones)

Requisitos del Sistema de Calidad

Administrativos:

Control de documentos y datos.

Control de registros.

Evaluación de proveedores.

Control de proceso.

Control de diseño.

Comunicación interna.

En este caso si aplica este ejemplo sin cambio alguno y solo en caso de que algún punto no aplique se debe también demostrar con argumentos para ser omitido.

1.5 Necesidades de medición en la gestión y el aseguramiento de calidad del software.

La gestión de la calidad se puede entender como el conjunto de actividades y medios necesarios para definir e implantar un sistema de la calidad, por una parte, y responsabilizarse de su control, aseguramiento y mejora continua, por otra. En este sentido, la gestión de la calidad en cualquier organización (y, por supuesto, en las dedicadas al desarrollo y mantenimiento de software) cuenta con dos niveles de trabajo:

- El nivel de entidad u organización, donde se trata de crear y gestionar una infraestructura que fomente la calidad de los productos software mediante la adecuación y mejora de las actividades y procesos involucrados en su producción e, incluso, en su comercialización y en la interacción con los clientes.
- El nivel de proyecto, donde las guías que la infraestructura organizativa prevé para las distintas actividades de desarrollo y mantenimiento de software deben ser adaptadas a las características concretas del proyecto y de su entorno para ser aplicadas en la práctica.

Calidad al nivel de organización

Dentro del primer nivel de acción, la gestión de la calidad en organizaciones de software ha seguido dos líneas que pueden ser complementarias entre sí:

- Por una parte, se ha seguido la línea marcada por las entidades internacionales de estandarización para todas las organizaciones de producción o servicios. Principalmente, se ha impuesto en la práctica las directrices marcadas por ISO (*Organization for International Standardization*) a través de su serie de normas ISO 9000 para la gestión de calidad. En el caso del software es principalmente aplicable la norma ISO 9001 [ISO, 1994a], aunque en los últimos años se está incrementando el número de organizaciones de este sector adheridas a la norma ISO 9002 [ISO, 1994b], en buena parte debido a que es más fácil conseguir certificación por esta norma, dejando a un lado cumplir los apartados sobre diseño (aunque se realice diseño). Debido a que el sector del software difiere por la naturaleza del

producto del resto de sectores productivos, ha sido necesario crear una guía específica para su aplicación a este sector, (ISO 9000-3 [ISO, 1997]). En esta línea de trabajo, se trabaja bajo el supuesto principal no tanto de asegurar a los clientes directamente la calidad de los productos sino de trabajar en la calidad del proceso empleado en su producción como medio indirecto de asegurar un buen nivel de calidad en los productos.

- Por otra parte, el mundo del software ha creado su propia línea de trabajo en la gestión de la calidad del software tomando las ideas básicas de la anterior, es decir, trabajar sobre los procesos de producción de software como medio de asegurar la calidad del producto software. Así, se comenzó en el SEI (Software Engineering Institute) de EE.UU. proponiendo un modelo de clasificación y mejora de los procesos empleados por las organizaciones de software denominado CMM [Paulk *et al.*, 1993]. Su trabajo se centra en el estudio y clasificación de los distintos procesos involucrados en la producción de software bajo el enfoque de una serie de niveles de madurez. Sobre este modelo pionero, se han creado nuevos modelos que suponen tanto actualizaciones y variantes por parte del propio SEI o de su entorno como de otros ámbitos (por ejemplo, europeos) [Calvo y Fernández, 1996]. La última aportación en esta línea de trabajo es el modelo SPICE, estandarizado por ISO y que pretende ser el modelo de software que recoja las ideas tanto de los modelos de software (tipo CMM y similares) como de la línea marcada por ISO 9001.

Dentro de este nivel de actuación, el análisis de las necesidades de medición tiene una doble vertiente:

- Los modelos específicos de evaluación de procesos de software (como CMM o SPICE) suponen la clasificación de los mismos mediante análisis subjetivos cuyo resultado suele ser un valor en una escala ordinal. Bajo esta perspectiva, convendría analizar la adecuación, desde el punto de vista teórico y práctico, de las mediciones efectuadas sobre los procesos de software.
- Tanto ISO 9001 como los modelos específicos de evaluación de procesos de software suelen dictar una serie de requisitos de medición que deben cumplir las organizaciones que quieran acceder a un nivel de calidad de procesos determinado. Así, en el caso de ISO 9001

(mediante ISO 9000-3) se indica en uno de sus apartados la necesidad de realizar mediciones tanto de productos como de procesos en cada proyecto. En el caso de CMM, no se abordan directamente las necesidades de medición aunque hay publicaciones [**Fenton y Pfleeger, 1997**] que han preparado directrices de medición para cada uno de los niveles de madurez de proceso del modelo en función de sus características generales de aseguramiento de calidad. Bajo esta perspectiva, habría que estudiar los requisitos de medición que supone la adopción de cualquiera de los modelos citados (tanto en el esquema propuesto por ISO como en el de los modelos de procesos de software).

Calidad al nivel de proyecto

En cada proyecto de desarrollo, el aseguramiento de la calidad del software supone la aplicación de las guías de proceso marcadas por las disposiciones que, al nivel de organización, se han establecido, bien sea como un sistema de calidad bien definido o bien mediante una serie de procedimientos y estándares preceptivos. En cualquier caso, la medición supone, junto a las actividades de verificación y validación (básicamente, pruebas de software y actividades de revisión y auditoría), una de las técnicas principales previstas en los estándares para el control y el aseguramiento de la calidad. Desde este punto de vista, la medición puede contribuir tanto en el control de los procesos y actividades como en el de los productos, para comprender la situación de los mismos o para controlar si cumplen los requisitos pedidos o un cierto nivel de calidad. Desde este punto de vista, cabe destacar dos importantes líneas de trabajo sobre medición:

Por una parte, el concepto de calidad es demasiado complejo como para poder ser evaluado o medido mediante una única medida. La norma UNE-EN ISO 8402 [**AENOR, 1995**] define el aseguramiento de la calidad (AC) como "el conjunto de acciones planificadas y sistemáticas implantadas dentro del sistema de calidad, y demostrables si es necesario, para proporcionar la confianza adecuada de que una entidad cumplirá los requisitos para la calidad". Estos requisitos deben reflejar totalmente las necesidades y expectativas del usuario. En definitiva, el AC debe recoger el conjunto de acciones necesarias para asegurar que el cliente recibe el producto software acordado y, por tanto, queda satisfecho. Cada vez más se está asociando el concepto de calidad a la satisfacción del usuario y este hecho supone una mayor complejidad y ambigüedad en la

obtención de mediciones reales y fiables de la calidad del software. En cualquier caso, se reconoce comúnmente que la idea de calidad varía de un cliente a otro, de un proyecto a otro.

De hecho, uno de los campos en los que más se ha trabajado es en la utilización de modelos de evaluación de calidad de software que tratan de aportar un medio para definir y descomponer el concepto de calidad de software en características más sencillas de evaluar y medir. Así, podemos encontrar modelos de evaluación generales como el FCM (Factores/Criterios/Métricas) [McCall et al., 1977], métodos para crear modelos propios en cada proyecto como COQUAMO [Kitchenham y Walker, 1989] o el de Gilb [Gilb, 1987] e, incluso, estándares que abordan esta cuestión como ISO 9126 [ISO 9126, 1991] o IEEE 1061 [IEEE 1061, 1992]. En este campo, sería necesario trabajar en el análisis de la adecuación, tanto teórica como práctica, de este tipo de modelos y métodos para evaluar la calidad y en su aplicación en la práctica de proyectos.

Por otra parte, se han propuesto multitud de mediciones, principalmente de productos, que proclaman su utilidad para evaluar la calidad del software, o alguna de sus facetas. En este caso, el trabajo debería centrarse en analizar cada una de las propuestas (tanto teóricamente como en la práctica), cómo contribuyen o se pueden usar para el aseguramiento de la calidad en un proyecto y qué característica miden realmente y si pueden encajar dentro de los anteriormente mencionados modelos de evaluación de calidad de software y dentro de las actividades de aseguramiento de calidad.

1.6 Conclusiones.

El estudio que se realizó en este capítulo, facilitó especificar la función y comportamiento de los modelos de Control de la Calidad, indicar la interacción con otros elementos del sistema y establecer las normas que debe cumplir el procedimiento. Permitió además representar el dominio de la información que será tratada por él y las funciones que pueden ser traducidas en datos, arquitectura y diseño procedimental. Dio una visión completa de cada estándar estudiado y ayudó a seleccionar cual será el indicado para confeccionar el procedimiento que se va a proponer más adelante.

Capítulo II Resultados Obtenidos en la Investigación.

2.1 Introducción.

En el presente capítulo se hace un resumen de los resultados de la investigación que se realizó en el capítulo anterior. Se elabora el instrumento investigativo. Se obtiene el tamaño de la muestra y por último se analizan los resultados del levantamiento que se aplicó a los diferentes partícipes de los proyectos productivos que se están confeccionando en la Universidad en estos momentos.

2.2 Modelo CMM y CMMI:

El estudio de los modelos de control de la calidad CMM y CMMI muestra que estos estándares son una herramienta útil para el mejoramiento de procesos orientado a ingeniería de soluciones del software que incluye: Prácticas de Ingeniería, Gerencia de Proyectos, Gestión de Procesos y Apoyo a Proyectos, funciona porque ayuda a reducir el costo de la no calidad y como cualquier herramienta, el éxito depende de cómo la utilice, son utilizados por las empresas o instituciones para mejorar su manera de trabajar y conseguir mejores resultados, proporcionan cualidades, clasifican la calidad e indican el grado o nivel de madurez que pueden alcanzar estas empresas.

2.3 Situación de estos modelos en Cuba:

Producto al bloqueo impuesto por los EE.UU., Cuba se encuentra en la lista negra del SEI, (Software Engineering Institute), por lo que en principio ninguna empresa cubana puede recibir una evaluación en CMM o CMMI, aunque se pueden pedir cursos, formaciones, etc., dentro de las que se encuentran algunas empresas como es el caso de SIGTA y nuestra propia Universidad. Por otra parte una empresa para comenzar a hablar de este tema tiene que documentar sus procesos, adoptar las medidas que predica CMM en principio en su nivel 2 o cualquier otro nivel que se utilice y documentar a través de políticas cómo trabajar.

Tiene que haber o existir una aprobación de la máxima dirección de la empresa y el deseo y la conciencia de los trabajadores de trabajar de esta forma.

2.4 ¿Por qué el Modelo ISO 9000?

Los modelos ISO tienden mucho más hacia el concepto de Calidad Total que los modelos CMM y CMMI, profundizando en los conceptos de procesos, en el enfoque al cliente y la gestión de recursos, indica metodología de qué llevar, define requisitos para un sistema de gestión de calidad

de cualquier organización convirtiéndose en un estándar. La serie 9000 se centra en las normas sobre documentación, en particular, en el Manual de la Gestión de la Calidad, con la finalidad de garantizar que existan Sistemas de Gestión de la Calidad apropiados. La elaboración de estos manuales exige una metodología, conocimientos y criterios organizacionales para recopilar las características del proceso de la empresa.

La aplicación de las Normas de Calidad ISO 9000 constituye para la industria, una vía de reducir costos y mejorar sus procesos de producción tomando en cuenta que la calidad es un factor clave para la competitiva en cualquier mercado, y es el modelo que mejor se adapta a nuestras necesidades; que son indicar qué hacer, los pasos a realizar y qué debe llevar el control de la calidad, además del control de la documentación.

2.5 Instrumento investigativo.

La investigación fue realizada en la Universidad de Ciencias Informáticas, para lo cual se pidió la cooperación de los integrantes de los grupos de control de la calidad que existen en nuestras facultades, profesores de la Universidad que dirigen dicha tarea y representantes del cliente que la supervisan.

Una vez definido los objetivos de la investigación a realizar se procedió a la elaboración del instrumento investigativo, que en este caso, por las peculiaridades del estudio, se decidió que se fuera un Levantamiento (Anexo No 1).

En coordinación con el tutor se le dio el acabado al instrumento aplicado y seguidamente se procedió al cálculo del tamaño de la muestra, esto es, el número de compañeros a entrevistar. El procedimiento aplicado fue el siguiente:

Cálculo del tamaño de la muestra

La fórmula para el cálculo de la muestra que se utilizó fue la siguiente:

$$n = \frac{Z^2 p(1-p)}{d^2}$$

n - Tamaño de muestra óptima

p - Proporción muestral igual a 0.50

La literatura clásica de muestreo plantea que toma un 50% cuando no existe conocimiento de este valor.

Z - Valor tabular sobre la base de la confiabilidad de los estimados (95%) que es igual a 1.96, aproximadamente a 2.

d – Error de muestreo que es igual a 0.18

Este se interpreta como el error que puede existir y que no pone en peligro los resultados de la investigación.

Sustituyendo en la fórmula anterior sería:

$$n = \frac{1,96^2 0,5(1-0,5)}{0,18^2}$$
$$n = \frac{1}{0,0324}$$
$$n = 30$$

para la selección de la muestra se utiliza el Muestreo Aleatorio Simple (todos los elementos de la población pueden quedar incluidos en la muestra) puesto que se trata de una población heterogénea, compuesta por alumnos pertenecientes a los grupos de control de la calidad que existen en nuestras facultades, dirigidos por profesores de la Universidad y controlados por un representante del cliente, el cual permanece todo el tiempo supervisando el trabajo.

2.6 Análisis de los resultados del levantamiento aplicado.

Una vez aplicado el levantamiento, se realiza el análisis de sus resultados, los cuales se detallan a continuación.

2.6.1 Control de la calidad en el flujo de trabajo análisis y diseño.

Como se muestra (Tabla No 1), solo el 76,6 % de las personas a las que se le aplicó el levantamiento respondieron que durante este flujo de trabajo se controla la calidad, lo que indica que existen problemas en esta actividad, no cumpliendo con que “la calidad es un factor clave para la competitividad en cualquier mercado...” [Sanz y Rodriguez 1999].

Criterios	Frecuencia Absoluta (ni)	Frecuencia Relativa (Ni)
Si	23	76,6 %
No	7	23,4 %
Total	30	

Tabla No 1. Control de la calidad en el flujo de trabajo análisis y diseño.

2.6.2 Control de la calidad dentro del flujo de trabajo análisis y diseño.

“La calidad del software puede medirse después de elaborado el producto. Pero esto puede resultar muy costoso si se detectan problemas derivados de imperfecciones en el diseño, por lo que es imprescindible tener en cuenta tanto la obtención de la calidad como su control durante todas las etapas del ciclo de vida del software” **[Hernández, 2006]**. Este principio es violado según datos observados en la Tabla No 2, en la cual todos los encuestados plantearon que la calidad solo se controla al final del diseño realizado.

Criterios	Frecuencia Absoluta (ni)	Frecuencia Relativa (Ni)
Al principio	0	0 %
Al final	23	100 %
En el medio	0	0 %
Todo el tiempo	0	0 %
Total	23	

Tabla No 2. Etapas de control de la calidad.

2.6.3 Utilización de estándares aprobados internacionalmente para el control de la calidad.

La siguiente tabla No 3, muestra como el 100 % de los encuestados contestaron que el control de la calidad realizado, no se rige por procedimientos estandarizados, lo cual contradice del control de la

calidad que “Esto sólo es posible con la implantación de un Sistema para el Aseguramiento de la Calidad del Software directamente relacionado con la política establecida para su elaboración y que esté en correspondencia con la definición internacional ISO de calidad, ampliamente aceptada, y por los estándares del grupo ISO 9000, así como el contar con software especializado para el seguimiento de pruebas y depuraciones.” [Vilcapoma, 1995].

Criterios	Frecuencia Absoluta (ni)	Frecuencia Relativa (Ni)
Si	0	0 %
No	23	100 %
Total	23	

Tabla No 3. Utilización de procedimientos estandarizados para el control de la calidad.

2.6.4 Utilización de documentación.

La Tabla No 4 muestra como todos los encuestados contestaron que no utilizaban documentación, lo cual viola lo reglamentado en cuanto a la aplicación de normas de control de la calidad, para el cual “la utilización y registro de toda la documentación que lleva el proceso es de suma importancia para el control y correcta organización del trabajo” [Hernández, 2006].

Criterios	Frecuencia Absoluta (ni)	Frecuencia Relativa (Ni)
Si	0	0 %
No	23	100 %
Total	23	

Tabla No 4. Utilización de documentación referida al control de la calidad.

2.6.5 Certificación de calidad.

“ La obtención de certificados garantiza ciertos estándares de calidad, lo que proporciona a la empresa una serie de ventajas competitivas” [Gracia, 2005], esto se viola teniendo en cuenta lo

obtenido en la Tabla No 4, lo cual indica que el 100 % de los encuestados reconoce que su grupo de control de calidad no emite certificados que indiquen la medida de la calidad del producto elaborado (diseño).

Crterios	Frecuencia Absoluta (ni)	Frecuencia Relativa (Ni)
Si	0	0 %
No	23	100 %
Total	23	

Tabla No 5. Certificación de calidad.

Del análisis de los resultados del levantamiento (Anexo No 1), se obtiene que los grupos de control de la calidad, no controlen esta durante el flujo de trabajo análisis y diseño, lo que se realiza solamente al diseño elaborado, lo cual trae como inconvenientes que si este presenta errores, hay que comenzar la tarea, conllevando a atrasos en el proceso.

Durante el control de la calidad no se utilizan estándares aceptados internacionalmente lo que viola las políticas establecidas para la elaboración de cualquier producto sea el que fuere, no se lleva documentación alguna, lo que indica que no se realiza un plan de trabajo por el cual se guíe el proceso, ni se controla de manera escrita los procesos que se realizan durante el flujo de trabajo, ni los resultados obtenidos, lo que conlleva por consiguiente que estos no se registren, además no se expide certificación de calidad, lo que provoca que puedan producirse reclamaciones por parte del cliente, disminuyendo la competitividad de la Entidad como elaboradora de software de calidad.

2.7 Conclusiones.

Una vez que se analizó todos los aspectos acerca del control de la Calidad y de las normas existentes en el mundo, se optó por la Norma ISO 9000, por ser la que más se adaptó a nuestras necesidades, permitiendo así llegar a un producto con la calidad necesaria y que

Capítulo II Análisis de los resultados

cumple todas las exigencias del cliente. Además el diagnóstico realizado en la Universidad de las Ciencias Informáticas demostró que en nuestra Universidad no se utilizan procedimientos para el control de la calidad en el flujo de trabajo Análisis y Diseño

Capitulo III. Propuesta del Procedimiento para el Control de la Calidad.

3.1 Introducción.

En el presente capítulo se plantean las características de un procedimiento, se diseña el mismo para controlar la calidad en el flujo de trabajo Análisis y Diseño, Además se dan a conocer los principios de la Norma ISO 9000 en los que se basará el trabajo a realizar y se dan a conocer las ventajas y desventajas del procedimiento como también los pasos a seguir para poder aplicarlo a un proyecto.

3.2 Características de un Procedimiento.

Los procedimientos se organizan por procesos "naturales". Dicen: quién, cómo, cuándo, dónde y para qué se confeccionan. Pueden ser multi o monodepartamento. Deben estar disponibles en el punto de uso. Se elaboran para ser cumplidos. Y se deben modificar siempre que sea necesario.

Un procedimiento escrito comunica cómo deben hacerse las cosas, evita la improvisación y la memorización y sistematiza la realización de las actividades.

Deben incluir:

Objetivo: en el cual se encuentra la finalidad del procedimiento

Alcance: son los límites de aplicación

Referencias: otros documentos que lo fundamentan y/o complementan.

Definiciones: conceptos y términos claves, siglas, abreviaturas.

Responsabilidades: quienes responden por la aprobación, implantación, ejecución.

Prerrequisitos: condiciones técnicas y organizativas a cumplir antes de comenzar las acciones del diseño (generalmente no procede para los procedimientos administrativos).

Desarrollo: descripción lógica, completa y coherente de las acciones a ejecutar, contiene exigencias del sistema de calidad (requisitos, acciones)

3.3 Principios de Gestión de la Calidad que plantea la norma ISO 9000.

Para conducir y operar un proceso de diseño de software en forma exitosa se requiere que este se dirija y controle en forma sistemática y transparente. La gestión de la calidad es imprescindible para el cumplimiento de este objetivo.

Se han identificado ocho principios de gestión de la calidad que pueden ser utilizados por la alta dirección en conjunto con el cliente con el fin de conducir al grupo de diseño y desarrollo de software hacia una mejora en el desempeño.

1. Enfoque al cliente: El producto depende de sus clientes y por lo tanto los responsables de diseñar el software deben comprender las necesidades actuales y futuras de los clientes, satisfacer sus requisitos y esforzarse en exceder sus expectativas. Para esto deben realizarse las actividades siguientes:

La dirección debe asegurarse de que los requerimientos especificados por el cliente se determinen y se cumplan, con el propósito de aumentar la satisfacción del cliente, incluyendo los relacionados con las actividades de entrega y las posteriores a la misma, los necesarios para el uso especificado o para el uso previsto (aunque el cliente no los haya especificado), los legales y reglamentarios relacionados con el producto y cualquier otro requisito adicional determinado por el grupo de desarrollo.

Los productores deben revisar los requisitos relacionados con el diseño antes de comprometerse a proporcionar un producto al cliente (por ejemplo envío de ofertas, aceptación de contratos o pedidos, aceptación de cambios en los contratos o pedidos) y debe asegurarse de que están definidos los requisitos del producto, que están resueltas las diferencias existentes entre los requisitos del contrato o pedido y los expresados previamente, y que los productores tienen la capacidad para cumplir con los requisitos definidos.

Los productores deben determinar e implementar disposiciones eficaces para la comunicación con los clientes, relativas a la información sobre el producto, las consultas, contratos o atención de pedidos, incluyendo las modificaciones, y la retroalimentación del cliente, incluyendo sus quejas.

2. Liderazgo: Los productores establecen la unidad de propósito y su orientación. Ellos deben crear y mantener un ambiente interno, en el cual el personal pueda llegar a involucrarse totalmente en el logro de los objetivos propuestos, requiriendo las siguientes acciones:

Son responsables de establecer una clara visión del futuro de los productores donde sus metas y objetivos tiendan a ser desafiantes. Les corresponde crear y mantener valores compartidos y modelos éticos de comportamiento en todos los niveles. Deben proporcionar al personal los recursos necesarios, la formación y la libertad para actuar con responsabilidad y autoridad. Tienen que inspirar, animar y reconocer las contribuciones del personal. Por último la Dirección

presentará evidencias de su compromiso con el desarrollo, la aplicación y el mejoramiento del Sistema de Gestión de la Calidad:

3. Participación del personal: El personal, a todos los niveles, es la esencia del trabajo en conjunto y su total compromiso posibilita que sus habilidades sean usadas para el beneficio de todos. El personal deberá:

Comprender la importancia de su papel y su contribución en la organización del diseño a elaborar. Identificar las limitaciones en su trabajo. Aceptar sus competencias y la responsabilidad en la resolución de problemas. Evaluar su actuación de acuerdo a sus objetivos y metas personales. Hacer una búsqueda activa de oportunidades para aumentar sus competencias, conocimiento y experiencias, y así puedan compartir libremente conocimientos y experiencias.

4. Enfoque basado en procesos: Un resultado deseado se alcanza más eficientemente cuando las actividades y los recursos relacionados se gestionan como un proceso.

5. Enfoque de sistema para la gestión: Identificar, entender y gestionar los procesos interrelacionados como un sistema, contribuye a la eficacia y eficiencia en el logro de sus objetivos, para ello se requiere:

Estructurar un sistema para alcanzar los objetivos de la organización de la forma más eficaz. Entender las interdependencias existentes entre los diferentes procesos de elaboración del diseño. Definir cómo las actividades específicas dentro del sistema deberían funcionar y establecerlo como objetivo. Mejorar continuamente el sistema a través de la medición y la evaluación.

6. Mejora continua: La mejora continua del desempeño global de elaboración de un software debería ser un objetivo permanente de ésta. Requiriendo análisis y evaluación de la situación existente para identificar áreas de mejora, establecer objetivos de mejora, buscar soluciones para alcanzar los objetivos, evaluar las soluciones, seleccionar las más óptimas e implantarlas y por supuesto evaluar los resultados para formalizar los cambios.

7. Enfoque basado en hechos para la toma de decisión: Las decisiones eficaces se basan en el análisis de los datos y la información. Para ello se deberá: Asegurar, a través del análisis, que los datos y la información son suficientemente precisos y fiables. Que los datos deben estar accesibles para aquellos que los necesiten. Tomar decisiones y emprender acciones en base al análisis de los hechos, la experiencia y la intuición.

8. Relaciones mutuamente beneficiosas con el proveedor: Los diseñadores del software y sus proveedores son interdependientes, y una relación mutuamente beneficiosa aumenta la capacidad de ambos para crear valor, debiendo identificar y seleccionar los suministradores clave. Establecer relaciones que equilibren los beneficios a corto plazo con las consideraciones a largo plazo. Hacer un fondo común de competencias y recursos con los asociados clave. Crear comunicaciones claras y abiertas. Establecer actividades conjuntas de mejora. Inspirar, animar y reconocer las mejoras y los logros.

Estos ocho principios de gestión de la calidad constituyen la base de las normas de sistemas de gestión de la calidad para la eficiente elaboración de un software.

3.4 Propuesta del Procedimiento: Sistema de Gestión de la Calidad en el Análisis y Diseño.

El procedimiento está basado en los principios de Gestión de la Calidad planteados por la norma ISO 9000. Para su aplicación es importante saber que una vez establecido el negocio y determinados sus requerimientos, se debe conformar un grupo de control de la calidad, formado por representantes del cliente y de la Universidad, cuya cantidad estará en dependencia de dichos requerimientos y su posible cumplimiento de mutuo acuerdo entre las partes. El mismo se desarrollará por etapas y cada una será un subepígrafe, de las mismas se hace una amplia explicación para su fácil entendimiento, ellas son:

3.4.1 Diagnóstico: En esta etapa teniendo ya definido el negocio y determinados los requerimientos funcionales y no funcionales que fueron capturados en el flujo de trabajo Requerimientos, el Grupo de Control de la Calidad (GCC) hará una comparación entre las prácticas actuales con los requisitos no funcionales del software, la cual consiste en saber lo que tengo (personal, Software, Hardware, etc.) que se identificarán como puntos fuertes y lo que me falta o no tengo que se identificarán como puntos débiles para poder desarrollar un trabajo con la calidad requerida.

Además se definirán las métricas a utilizar:

Métricas de Calidad: proporcionan una indicación de cómo se ajusta el software a los requisitos implícitos y explícitos del cliente. Es decir cómo voy a medir para que mi sistema se adapte a los requisitos que me pide el cliente.

Las métricas de calidad del software buscan establecer un conjunto de tareas a realizar, técnicas y productos a obtener para desarrollar sistemas de información con una mayor calidad, productividad y satisfacción de los usuarios y para facilitar su mantenimiento posterior.

Métricas del modelo de análisis:

En esta fase se obtendrán los requisitos y se establecerá el fundamento para el diseño. Es por eso que se desea una visión interna de la calidad del modelo de análisis. Sin embargo hay pocas métricas de análisis y especificación, se sabe que es posible adaptar métricas obtenidas para la aplicación de un proyecto, donde las métricas examinan el modelo de análisis con el fin de predecir el tamaño del sistema resultante, donde resulte probable que el tamaño y la complejidad del diseño estén directamente relacionados. Se aconsejan utilizar para la fase de análisis y diseño las Métricas basadas en la función, la Métrica Bang y Métricas de la Calidad de Especificación.

Métricas del modelo del diseño:

Las métricas para software, como otras métricas, no son perfectas; muchos expertos argumentan que se necesita más experimentación hasta que se puedan emplear bien las métricas de diseño. Sin embargo el diseño sin medición es una alternativa inaceptable. A continuación se mencionarán algunas de las métricas de diseño más comunes. Aunque ninguna es perfecta, pueden proporcionarle al diseñador una mejor visión interna y así el diseño evolucionará a un mejor nivel de calidad. Estas son Métricas de diseño de alto nivel, Métricas de diseño en los componentes, Métricas de cohesión, Métricas de acoplamiento, Métricas de complejidad, Métricas de diseño de interfaz.

Luego se identificará lo que hay que hacer en este flujo de trabajo y se establecerá un Plan de Acción el cual incluye todas las tareas asociadas a los requisitos funcionales que tienen que cumplir los proyectos para lograr sus objetivos, se recomienda que este plan sea un cronograma elaborado en el Microsoft Office Project (ofrece unas sólidas herramientas de administración de proyectos con la dosis adecuada de funcionalidad, potencial y flexibilidad, con el fin de administrar los proyectos con mayor eficacia y eficiencia.) donde se van a relacionar cada requisito funcional con sus tareas y las revisiones que se van a realizar a lo largo del trabajo, estas se van a encontrar registradas en la Plantilla “Plan de Aseguramiento de la Calidad en el Análisis y Diseño”, en Revisiones Históricas. El número de revisiones va a depender de las características del proyecto a desarrollar.

Por último se dividirá el trabajo por roles y se crearán los compromisos y responsabilidades de los mismos, en conjunto con la dirección del grupo de desarrollo.

La dirección debe estar comprometida con la implantación efectiva de los sistemas de la calidad y demostrarlo. La mejor manera de dirigir, participar y demostrar su compromiso es dedicarle tiempo al

Sistema de Calidad y liderar los esfuerzos para la implantación del sistema de calidad en la función donde cada individuo sea responsable.

Algunas formas de demostrar compromiso es asistiendo a cursos, seminarios, conferencias; participando y presidiendo en reuniones referentes a temas de calidad; asistiendo como delegados y/o ponentes en conferencias y eventos dentro y fuera de la organización; dando charlas a los trabajadores.

Suministrar los recursos necesarios: se trata de garantizar que estén disponibles para apoyar el proceso de las siete M:

Man (Personal Entrenado y capacitado)

Métodos (Procesos que utilicen tecnologías apropiadas)

Materiales (Partes, Ingredientes, Documentos)

Medios (Ambiente, Tiempo)

Motivación (Creatividad, Espíritu de ayuda, Actitud)

Moneda (Apoyo financiero)

Otra forma de demostrar compromisos es con la emisión y difusión de políticas y procedimientos de apoyo. Tomar medidas organizativas. Nombrar al representante de la calidad. Definir la estructura para la calidad. Desarrollar acciones para garantizar un ambiente propicio dentro del grupo designado para el diseño. Reconocer los buenos desempeños.

La dirección además de tener sus compromisos tiene responsabilidades y las mismas son:

Establecer y mantener los Objetivos y la Política de Calidad.

Promover los Objetivos y la Política de Calidad en el grupo de diseño.

Garantizar la atención a los requerimientos de los clientes.

Garantizar la implantación de procesos apropiados para facilitar el cumplimiento de Objetivos de la Calidad y los requerimientos de los clientes.

Establecer un SGC efectivo y eficiente y mantenerlo.

Garantizar la disponibilidad de los recursos, para el logro de un diseño acorde a las necesidades del cliente.

Inspeccionar periódicamente el Sistema de Calidad.

Tomar decisiones acerca de las acciones referentes a los Objetivos y la Política de Calidad.

Tomar decisiones para el perfeccionamiento del Sistema de Calidad.

Políticas y objetivos de calidad.

La política de la calidad y los objetivos de la calidad se establecen para proporcionar un punto de referencia para dirigir el proceso de análisis y diseño de software. Ambos determinan los resultados deseados y ayudan a la organización a aplicar sus recursos para alcanzar dichos resultados. La política de la calidad proporciona un marco de referencia para establecer y revisar los objetivos de la calidad, los objetivos de la calidad tienen que ser consistentes con la política de la calidad y el compromiso de mejora continua y su logro debe poder medirse. El logro de los objetivos de la calidad puede tener un impacto positivo sobre la calidad del producto, la eficacia operativa y el desempeño financiero en consecuencia sobre la satisfacción.

La política de la calidad son las orientaciones y objetivos generales de una organización concernientes a la calidad, expresados formalmente por el más alto nivel de la organización, debe ser coherente con la política global de la organización y proporcionar un marco de referencia para el establecimiento de los objetivos de la calidad.

3.4.2 Formación Inicial: En esta etapa el GCC le dará a los roles creados una preparación, concientización e implicación si fuera necesario sobre la metodología que se va a utilizar. Los estándares o metodologías definen un conjunto de criterios de desarrollo que guían la forma en que se aplica la ingeniería del software. El seguir una metodología garantiza que el software sea realizado con la calidad necesaria.

Es por ello que para la realización del Procedimiento se tuvo en cuenta la metodología RUP llamada así por sus siglas en inglés Rational Unified Process, que divide en 4 fases el desarrollo del software:

Inicio: El Objetivo en esta etapa es determinar la visión del proyecto.

Elaboración: Se determina la arquitectura óptima a utilizar.

Construcción: Se obtiene la capacidad operacional inicial.

Transición: El objetivo es llegar a obtener el release del proyecto.

Estas fases son desarrolladas apoyándose en sus 9 Flujos de Trabajos (Modelamiento del Negocio, Requerimientos, Análisis y Diseño, Implementación, Prueba, Instalación, Administración de Configuración y cambio, Administración de proyecto y Ambiente). Nuestra propuesta del procedimiento de Control de la Calidad, se basará en Análisis y Diseño.

Para el cual RUP plantea que el objetivo de este flujo de trabajo es traducir los requisitos a una especificación que describe cómo implementar el sistema.

El análisis consiste en obtener una visión del sistema que se preocupa de ver qué hace, de modo que sólo se interesa por los requisitos funcionales.

El diseño es un refinamiento del análisis que tiene en cuenta los requisitos no funcionales, en definitiva cómo cumple el sistema sus objetivos. El diseño debe ser suficiente para que el sistema pueda ser implementado sin ambigüedades. De hecho, cuando la precisión del diseño es muy grande, la implementación puede ser hecha por un generador automático de código.

Al final de la fase de inicio hay que definir una arquitectura candidata:

- Crear un esquema inicial de la arquitectura del sistema.
- Identificar clases de análisis y actualizar las realizaciones de los casos de uso con las interacciones de las clases de análisis.

Durante la fase de elaboración se va refinando esta arquitectura hasta llegar a su forma definitiva. En esta fase se desarrolla el proceso por iteraciones, en cada iteración hay que analizar el comportamiento para diseñar componentes. Además si el sistema usará una base de datos habrá que diseñarla también, obteniendo un modelo de datos. El resultado final más importante de este flujo de trabajo será el modelo de diseño. Consiste en colaboraciones de clases, que pueden ser agregadas en paquetes y subsistemas. Otro producto importante de este flujo es la documentación de la arquitectura software, que captura varias visiones arquitectónicas del sistema.

RUP define el análisis y el diseño como un único flujo de trabajo en el que hay actividades que se realizan desde la fase de Inicio. Pero a pesar de esto el define todas las tareas que se deben hacer en el análisis y las que se deben hacer en el diseño. A continuación las mostramos:

En el Análisis:

Los trabajadores que participan son: Arquitecto, Ingeniero de casos de uso, Ingeniero de componentes.

Los artefactos que construyen estos trabajadores son: Modelo de análisis Clases de análisis, Realización de casos de uso del análisis, Paquete de análisis y Descripción de la arquitectura (vista del modelo de análisis).

Sus Actividades son: Análisis de la arquitectura, Analizar un caso de uso, Analizar una clase, Analizar un paquete.

En el diseño:

Los trabajadores que participan son: Arquitecto, Ingeniero de Casos de Uso e ingeniero de Componentes.

Los artefactos que construyen estos trabajadores son: Modelo de Diseño, Modelo de Despliegue, Descripción de la Arquitectura, Realización de Caso de Uso-Diseño, Clase del diseño, Subsistema de Diseño e Interfaz.

En este flujo de trabajo también se deben tener en cuenta los Patrones de Diseño y las Vistas Arquitectónicas.

3.4.3 Documentación de los Elementos del SGC: En la presente etapa se muestran los tipos de documentos que puede elegir el GCC. Además se especifica que la documentación contribuye a lograr la conformidad con los requisitos del cliente y la mejora de la calidad, a través de ella se proporcionan evidencias objetivas. Con ella se puede evaluar la eficacia y la adecuación continua del sistema de gestión de la calidad. La elaboración de la documentación no debería ser un fin en sí mismo, sino que debería ser una actividad que aporte valor. Para ello es preciso que se documente lo que se hace (Justificadamente), Haga lo que escribió y demuéstrelo.

Para el control de los documentos es necesario aprobarlos antes de su emisión, revisarlos, actualizarlos y reaprobarlos cuando sea necesario. Es muy importante también asegurar el estado de revisión, identificar los cambios, asegurar que las versiones pertinentes estén disponibles donde se usan y que son fácilmente identificables y legibles. Además es fundamental cerciorar que los documentos de origen externo se identifiquen y se controle su distribución y prevenir el uso de los documentos obsoletos e identificarlos adecuadamente si se mantienen por cualquier razón.

Tipos de documentos:

Documentos que definen el propósito y la dirección de una organización (políticas y objetivos).

Documentos que proporcionan información sobre el SGC de la organización (manuales de calidad).

Documentos que describen cómo se aplica el SGC a proyectos o contratos específicos (planes de calidad).

Documentos que proporcionan información relacionada con actividades específicas (procedimientos).

Documentos que proporcionan evidencia objetiva de las actividades llevadas a cabo o de los resultados obtenidos (registros).

Qué incluir en la documentación del SGC.

Declaraciones documentadas de política y objetivos de calidad.

Un manual de calidad.

Procedimientos documentados requeridos por la norma:

- control de la documentación
- control de los registros
- auditorías internas
- control de productos no conformes
- acciones correctivas
- acciones preventivas

Documentos necesarios para asegurar la planificación, operación y control de los procesos.

Registros para proporcionar evidencia de la conformidad con los requisitos así como de la operación eficaz del SGC.

3.4.4 Implantación de los Elementos del SGC: En esta etapa el GCC debe hacer lo que se ha escrito y para ello se requiere formación específica de los documentos preparados, montaje y preparación de los registros que lo requieran para dejar constancia de todos los elementos del proceso análisis y diseño.

Los Registros deben demostrar que las actividades se desarrollan según lo establecido, los resultados deben ser adecuados y en el caso de que no lo sean se actúa para analizar las causas y eliminarlas.

Los registros deben ser controlados, por esta razón deben mantenerse para proporcionar evidencia de la conformidad con los requisitos, así como de la operación eficaz del SGC. Deben permanecer legibles, fácil de identificar y recuperables.

Tipos de Registros propuestos por la norma ISO que se pueden utilizar en el flujo de trabajo Análisis y Diseño

Revisiones por parte de la Dirección.

Educación, formación, habilidades y experiencia.

Evidencia de que los procesos de realización y el diseño resultante cumplen los requisitos.

Resultados de la revisión de los requisitos relacionados con el producto y de las acciones originadas por la misma.

Elementos de entrada para el diseño y posterior desarrollo.

Resultados de las revisiones del diseño y de cualquier acción necesaria.

Resultados de la verificación del diseño y cualquier acción necesaria.

Resultados de las validaciones del diseño y cualquier acción necesaria.

Resultados de las evaluaciones de los proveedores y de cualquier acción necesaria que se derive de las mismas.

Cualquier bien del cliente que se pierda, deteriore o que de algún modo se estime que es inadecuado para su uso.

Para evaluar la validez de los resultados de mediciones anteriores cuando se detecte que el equipo no está conforme con los requisitos.

Resultados de las Auditorias Internas.

Evidencia de la conformidad del producto con los criterios de aceptación e indicación de las personas que autorizan la elaboración del producto derivado del diseño propuesto.

Naturaleza de las no conformidades del producto y de cualquier acción tomada posteriormente, incluyendo las concesiones que se hayan obtenido.

Resultados de las acciones correctivas tomadas.

Resultados de las acciones preventivas tomadas.

3.4.5 Seguimiento y Mejoramiento: En la presente etapa el GCC debe realizar Revisiones y Auditorias Internas al Sistema de Gestión de la Calidad (SGC), debe corregir y comprobar lo que se está haciendo, para evaluar su conformidad y efectividad permitiendo así su mejora continua.

Para apoyar al GCC en el desempeño de sus actividades se realizan las auditorias. Ellas les proporcionan análisis, evaluaciones, recomendaciones, asesoría e información concerniente a las actividades revisadas.

Las auditorias se clasifican en externa e internas, pero para este flujo de trabajo solo se utilizarán las internas. La auditoría interna es el examen crítico, sistemático y detallado de un sistema de información de una unidad económica, realizado por un profesional con vínculos laborales con la

misma, utilizando técnicas determinadas y con el objeto de emitir informes y formular sugerencias para el mejoramiento de la misma. Estos informes son de circulación interna y no tienen trascendencia a los terceros pues no se producen bajo la figura de la Fe Pública.

Las auditorías internas son hechas por personal de la empresa o institución. Un auditor interno tiene a su cargo la evaluación permanente del control de las transacciones y operaciones y se preocupa en sugerir el mejoramiento de los métodos y procedimientos de control interno que redunden en una operación más eficiente y eficaz. Cuando la auditoría está dirigida por Contadores Públicos profesionales independientes, la opinión de un experto desinteresado e imparcial constituye una ventaja definida para la empresa y una garantía de protección para los intereses de los accionistas, los acreedores y el público. La imparcialidad e independencia absolutas no son posibles en el caso del auditor interno, puesto que no puede divorciarse completamente de la influencia de la alta administración, y aunque mantenga una actitud independiente como debe ser, esta puede ser cuestionada ante los ojos de los terceros. Por esto se puede afirmar que el auditor no solamente debe ser independiente, sino parecerlo para así obtener la confianza del público.

Auditor: Es aquella persona profesional, que se dedica a trabajos de auditoría habitualmente con libre ejercicio de una ocupación técnica.

Funciones generales del Auditor:

Para ordenar e imprimir cohesión a su labor, el auditor cuenta con una serie de funciones tendientes a estudiar, analizar y diagnosticar la estructura y funcionamiento general de una organización.

Las funciones tipo del auditor son estudiar la normatividad, misión, objetivos, políticas, estrategias, planes y programas de trabajo; desarrollar el programa de trabajo de una auditoría; definir los objetivos, alcance y metodología para instrumentar una auditoría; captar la información necesaria para evaluar la funcionalidad y efectividad de los procesos, funciones y sistemas utilizados; lograr y revisar estadísticas sobre volúmenes y cargas de trabajo; diagnosticar sobre los métodos de operación y los sistemas de información; detectar los hallazgos y evidencias e incorporarlos a los papeles de trabajo; respetar las normas de actuación dictadas por los grupos de filiación,

corporativos, sectoriales e instancias normativas y, en su caso, globalizadoras; proponer los sistemas administrativos y/o las modificaciones que permitan elevar la efectividad de la organización; analizar la estructura y funcionamiento de la organización en todos sus ámbitos y niveles; revisar el flujo de datos y formas; considerar las variables ambientales y económicas que inciden en el funcionamiento de la organización; analizar la distribución del espacio y el empleo de equipos de oficina; evaluar los registros contables e información financiera; mantener el nivel de actuación a través de una interacción y revisión continua de avances; proponer los elementos de tecnología de punta requeridos para impulsar el cambio organizacional; diseñar y preparar los reportes de avance e informes de una auditoría.

En las revisiones del Sistema de Gestión de la Calidad se debe analizar todo el trabajo realizado hasta ese momento y para los artefactos que se van a construir en este flujo se brindan una serie de listas de chequeo. Las mismas se van a realizar en dependencia de la complejidad del Software.

Listas de chequeo:

Documento de Arquitectura del Software:

- La arquitectura debe aparecer estable.
- La complejidad del sistema debe ser pareja con la funcionalidad que proporciona.
- La complejidad conceptual debe ser apropiada dada la habilidad y la experiencia de su:
 - Usuario
 - Operador
 - Desarrollador
- El sistema debe tener una sola arquitectura consistente y coherente.
- El número y los tipos de componente deben ser razonables
- El sistema debe tener un consistente system-wide que facilite la seguridad. Todos los componentes de la seguridad trabajan juntos para salvaguardar el sistema.

Señal:

- El nombre de la señal es único.
- La señal se utiliza por lo menos en una colaboración.

- La breve descripción de la señal captura el propósito de la señal y resume brevemente el papel que desempeña en el sistema.
- La señal refleja un solo propósito bien definido.
- El nombre de la señal describe el propósito del mensaje más bien que cómo alcanzar el propósito.
- El nombre de la señal no refleja la “dependencia del destino” que reduciría el potencial de la reutilización.

✚ Modelo de diseño:

General:

- Los objetivos del modelo deben estar indicados claramente y ser visibles.
- El modelo debe estar en un nivel apropiado de los objetivos detallados del modelo.
- El uso del modelo al modelar construcciones debe ser apropiado al problema actual.
- El modelo debe ser tan simple como sea posible, mientras alcanza las metas del modelo.
- El modelo se debe acomodar razonablemente contando con los cambios futuros.
- El diseño debe ser apropiado a la tarea actual (ni tan complejo ni tan avanzado) el diseño debe ser comprensible y conservable.
- El diseño debe ser realizable.

Capas:

- No hay más de siete (más o menos dos) capas.
- El análisis razonado para la definición de la capa se presenta claramente y se aplica constantemente.
- Los límites de la capa se respetan dentro del diseño.
- Se utilizan las capas pues encapsulan límites conceptuales entre diversas clases de servicios y proporcionan abstracciones útiles que hace al diseño más fácil de entender.

✚ Protocolo:

- El nombre de la clase protocolo es único.
- El protocolo se utiliza por lo menos en una colaboración.

- La breve descripción del protocolo debe capturar su propósito y resumir brevemente el papel que desempeña en el sistema.
- El protocolo representa un solo sistema de responsabilidades cohesivas.
- Las señales en el protocolo están todas relacionados directamente para satisfacer el papel del protocolo en el sistema, y no son simplemente las señales usadas para comunicarse entre dos cápsulas.
- Las señales deben ser elegidas de la manera más general posible y que conserven claridad.
- El protocolo refleja un propósito singular en el sistema; donde un protocolo tiene una mezcla de preocupaciones, se ha dividido en varias clases independientes del protocolo.
- Los protocolos se han definido en términos de lo que se desea usar o se necesita saber en vez de lo que sabe el abastecedor.
- La pauta que determina el “lado” del interfaz que se conjugará se aplica constantemente.
- Los protocolos asimétricos se definen de la perspectiva del cliente (usuario) para reducir la necesidad de conjugar interfaces.
- Las clases asimétricas del protocolo se nombran para indicar claramente su direccionalidad.

Capsula:

- El nombre y la descripción de la cápsula retrata exactamente el papel que la cápsula desempeña en el sistema.
- La cápsula tiene un propósito bien definido, y abarca un solo sistema de responsabilidades relacionadas.
- La cápsula representa un foco significativo del control en el sistema, y representa un hilo de rosca significativo del control en el sistema.
- Los roles de los juegos de cápsula se reflejan en sus puertos externos, y cada papel tiene unos o más puertos separados.
- No se utiliza ningún puerto en más de un papel.

- Donde hay una necesidad de controlar la interacción de panoramas concurrentes debe usarse una cápsula con los puertos múltiples distintos.
- Las cápsulas de la interfaz se han utilizado para proporcionar el desemparejamiento de donde se espera el cambio futuro.
- Las cápsulas utilizaron con eficacia aislar cambios futuros potenciales y diseñar decisiones.
- Las cápsulas del coordinador se utilizan para manejar relaciones complejas y dinámicas entre las entidades (uno-a-mucho o mucho-a- uno).
- Se utilizan las cápsulas del coordinador donde hay una necesidad de mediar entre las cápsulas para encapsular un proceso.
- La orden de la inicialización se ha considerado correctamente.
- El comienzo ascendente y la sincronización de hilos de rosca independientes del control se ha considerado.
- La herencia se utiliza apropiadamente.
 - No hay evidencia de una jerarquía muy plana o excesivamente profunda de la generalización/especialización.
 - La concordancia obvia se ha reflejado en la jerarquía de la herencia.
 - La herencia no se está utilizando, sobre todo para las consideraciones de la puesta en práctica (ej. Reutilización del código), pero raramente es una manera de capturar abstracciones comunes del diseño.
 - Superclases no es una simple combinación de los atributos de las subclases, sino que por el contrario representa una abstracción lógica.
 - La jerarquía de la herencia no contiene clases abstractas intermedias con propiedades ortogonales.

Realización de los Casos de Uso:

- La realización de los Casos de Uso realiza totalmente la selección de los flujos secundarios en el caso de uso; no se pierde ningún comportamiento.
- Todos los requisitos adicionales en el caso del uso se han manejado

- Todo el comportamiento requerido se ha distribuido inequívoco entre los elementos modelo que participaban en la realización del caso de uso.
- Todos los casos excepcionales que se considerarán en la iteración actual se han manejado.
- El comportamiento se ha distribuido a los elementos modelos correctos tomando en consideración las responsabilidades de los elementos modelo.
- Donde varios diagramas ilustran la realización del caso de uso, el papel de cada uno está claro, y los diagramas son constantes el uno con el otro en su presentación del comportamiento común.

✚ Clase Análisis:

- El nombre de la clase de análisis es único.
- La clase se utiliza por lo menos en una colaboración.
- La breve descripción de la clase captura el propósito de la clase y resume brevemente sus responsabilidades.
- La clase representa un solo sistema de responsabilidades cohesivas.
- Los nombres de la responsabilidad son descriptivos y las descripciones de la responsabilidad están correctas.
- Las responsabilidades de las clases son constantes con las expectativas puestas sobre ella por las colaboraciones en los cuales la clase participa.
- Se han identificado todas las clases necesarias para realizar los casos del uso (excepto clases del diseño).
- Todas las clases del actor-sistema son apoyadas por alguna clase interfaz.
- Dos clases no poseen la misma responsabilidad.
- Cada clase del análisis representa un sistema distinto de responsabilidades, acorde con el propósito de la clase.
- Las relaciones entre los casos del uso (inclusión, extensión, generalización) se manejan de una manera constante en el modelo del análisis.
- El ciclo de vida completo (creación, uso, eliminación) de cada clase del análisis se explica.

- La clase satisface las responsabilidades requeridas de ella, directamente o a través de la delegación.
- Las clases de colaboración son apoyados por asociaciones apropiadas.
- Todos los requisitos en la clase se han direccionado.
- Si la clase es una clase interfaz, todos los requisitos del actor se han direccionado (incluyendo el error de la entrada).

✚ Diseño de Subsistema:

- El nombre de cada subsistema es único y descriptivo de las responsabilidades colectivas del subsistema.
- La descripción del subsistema refleja exactamente las responsabilidades colectivas del subsistema.
- El subsistema, a través de sus interfaces, presenta un sistema solo, lógicamente constante de servicios.
- El subsistema es la responsabilidad de un solo individuo o del equipo.
- El subsistema realiza por lo menos una interfaz
- Las interfaces realizadas por el subsistema se identifican claramente y las dependencias se documentan correctamente.
- Las dependencias del subsistema en otros elementos modelo se restringen a las interfaces y los paquetes a los cuales el subsistema tiene una dependencia de la compilación
- La información necesitada para el uso efectivo del subsistema se documenta en la fachada del subsistema.
- Con excepción de las interfaces realizadas por el subsistema, el contenido del subsistema se encapsula totalmente.
- Cada operación en una interfaz realizada por el subsistema se utiliza en una cierta colaboración.
- Cada operación en una interfaz realizada por el subsistema es realizada por un elemento modelo (o una colaboración de los elementos modelo) dentro del subsistema.

- ¿Las particiones del subsistema están hechas de una manera lógicamente constante a través del modelo entero?
- El contenido del subsistema se encapsula completamente detrás de sus interfaces

Diseño de Paquete:

- El nombre de cada paquete es único y descriptivo de las responsabilidades colectivas de los elementos modelo que contiene.
- La descripción del paquete refleja exactamente las responsabilidades colectivas de los elementos modelo que contiene.
- Las clases públicas visibles del paquete proporcionan un sistema solo, lógicamente constante de servicios.
- Las dependencias entre el paquete y otros paquetes son constantes con relaciones entre las clases contenidas
- El contenido del paquete representa un sistema constante de elementos modelos altamente cohesivos, débilmente acoplados a los elementos en otros paquetes.
- No hay oportunidades de subdividir más lejos el paquete en los sistemas de elementos modelos altamente cohesivos aprovechándose del acoplador flojo dentro del paquete.
- El número total de paquetes es proporcional al número total de los elementos modelo.

Modelo de Dato:

- Todas las clases persistentes que utiliza la base de datos para la persistencia traza las estructuras de la base de datos.
- Las relaciones múltiples tienen una tabla que se interseca.
- Las llaves primarias se han definido para cada tabla, a menos que haya una razón del funcionamiento de no definir una llave primaria.
- El almacenaje y la recuperación de datos se ha optimizado.
 - Si se utiliza una base de datos relacionada, las tablas han sido desnormalizadas (cuando sea necesario) para mejorar funcionamiento.

- Donde se ha utilizado el desnormalizador, toda la actualización, relleno y panoramas de la cancelación se han considerado asegurar el desnormalizador no degrada el funcionamiento para esas operaciones.
- Los índices se han definido para optimizar el acceso.
- El impacto de las actualizaciones del índice se ha considerado en las otras operaciones de la tabla.
- La distribución de datos se ha planeado.
- Se han definido los datos y los apremios de la integridad de la referencia.
- Un plan existe para los apremios de la validación mantenida cuando las reglas de los datos cambian.
- Se han definido los procedimientos y los disparadores almacenados.
- El mecanismo de la persistencia utiliza procedimientos y disparadores almacenados de la base de datos constantemente.

3.4.6 Gestión de los Procesos: En esta etapa entre las responsabilidades del Grupo de Control de la Calidad, se encuentra identificar, definir, controlar y mejorar los procesos del diseño, los que se pueden considerar como una actividad que utiliza recursos, y que se gestiona con el fin de permitir la transformación de entradas (inputs) en salidas (outputs). Frecuentemente la salida de un proceso constituye directamente la entrada del siguiente proceso. Cada proceso va a estar compuesto por:

Entradas: van a ser los requisitos y medios que se necesitan para desarrollar el producto desde el personal hasta el tiempo, incluyendo software y hardware.

Salidas: son los resultados que se van a obtener del proceso.

Proveedores: son las personas o instituciones que van a proporcionar los medios para realizar los procesos.

Clientes: es la persona o institución interesada en el producto.

Control: es un sistema para controlar las medidas e indicadores del Proceso y del nivel de satisfacción del cliente (interno / externo).

Límites claros y conocidos: es tener un conocimiento preciso de hasta donde pueden llegar los procesos.

Este grupo debe tener en cuenta que para que un proceso funcione de manera eficaz y eficiente, tiene que identificar y gestionar numerosas actividades relacionadas entre sí, las que se definen como el Sistema de Gestión de Procesos, el cual va a tener un "enfoque basado en procesos" que es la aplicación de un sistema de procesos, junto con la identificación e interacciones entre estos, así como su gestión.

Una ventaja de este enfoque es el control continuo que proporciona sobre los vínculos entre los procesos individuales dentro del propio sistema de procesos, así como sobre su combinación e interacción.

Un enfoque de este tipo, cuando se utiliza en un sistema de gestión de la calidad, enfatiza la importancia de la comprensión y el cumplimiento de los requerimientos, la necesidad de considerar los procesos en términos del valor que aportan, la obtención de resultados del desempeño y la eficacia de los procesos y la mejora continua de los procesos con base en mediciones objetivas.

En esta etapa es de suma importancia tener claro como funciona el modelo de un sistema de gestión de la calidad basada en procesos. Se muestra en la figura 1, donde se ilustran las relaciones entre los procesos.

Para el correcto funcionamiento de este modelo se deberá:

Identificar los procesos que conformarán el flujo de trabajo análisis y diseño en dependencia de las necesidades determinadas en el flujo anterior, determinar su secuencia e interacción, establecer los criterios y métodos para asegurar que tanto su operación como su control sean efectivos, asegurar la disponibilidad de recursos e información para apoyar la operación y el seguimiento, ejecutar las actividades de seguimiento, medición y análisis e implementación para alcanzar los resultados planificados y la mejora continua.

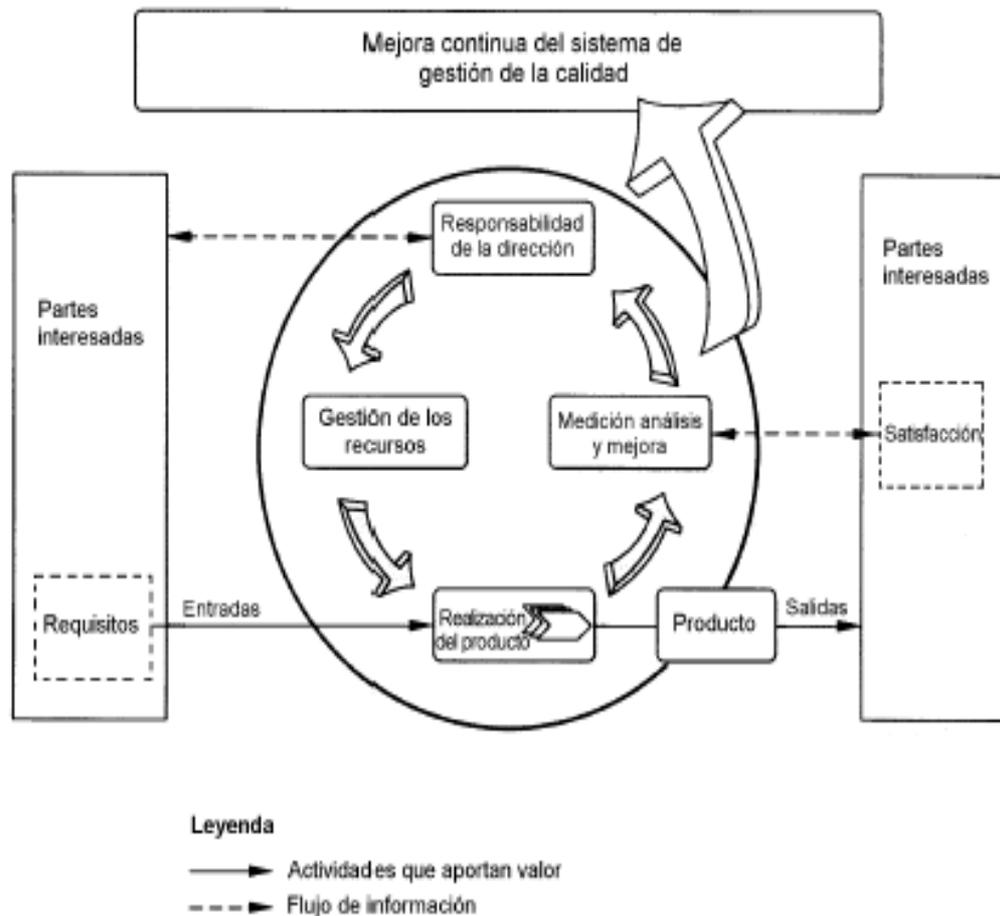


Figura 1. Modelo de un sistema de gestión de la calidad basado en procesos

Esta figura describe la forma en que se implementan las etapas del procedimiento, donde todo funciona como un sistema en la cual la dirección del grupo de control de la calidad conformado por representantes de las partes interesadas, realiza la gestión de los recursos necesarios para implementar su gestión, verifica el cumplimiento de los requisitos a través del análisis de su propio funcionamiento y las características y desempeño de la elaboración del diseño, obteniéndose un producto, este proceso se repite cíclicamente culminando con la certificación de satisfacción de las partes interesadas.

3.4.7 Certificación del Sistema de Gestión de la Calidad: (reconocimiento formal por terceras partes de la efectividad del sistema de calidad diseñado para cumplir los objetivos propuestos), para lo cual el Asesor de calidad en conjunto con la dirigencia del grupo de desarrollo después de una valoración teniendo en cuenta todas las Revisiones Técnicas Formales (RTF) que se le hicieron al trabajo realizado deberán dejar constancia de su conformidad con el diseño elaborado para su posterior implementación.

La implementación del procedimiento estará determinada por diferentes necesidades, objetivos, características de los productos que proporcionará, los procesos que emplea, el tamaño y estructura del software.

3.5 Pasos a tener en cuenta para aplicar el procedimiento.

- 1) Conformación de un Grupo de Control de la Calidad (GCC) externo e interno, integrado por representantes del cliente y del grupo de desarrollo del análisis y diseño, cuyas características dependerán de las especificidades del negocio, el cual deberá tener en cuenta lo establecido en el presente Procedimiento.
- 2) Establecimiento de las responsabilidades del presente GCC.
- 3) Elaboración de los objetivos de trabajo del comité en el flujo Análisis y diseño.
- 4) Conformación del Plan de trabajo del presente GCC.
- 5) Revisión de toda la documentación referida al negocio en cuestión.
- 6) Realizar el análisis de la correcta conformación del grupo encargado del flujo de trabajo análisis y diseño.
- 7) Asegurar la correcta determinación de los requerimientos funcionales y no funcionales, según las necesidades del negocio.
- 8) Asegurar que el grupo encargado del análisis y diseño cuenta con toda la tecnología necesaria y que esta sea la óptima para el desarrollo con calidad del diseño previsto en el negocio.
- 9) Asegurar la elaboración de un proyecto de diseño, teniendo en cuenta los requerimientos funcionales y no funcionales previstos en el negocio.

- 10) Realizar todas las revisiones pertinentes al proyecto de diseño elaborado según lo establecido en la metodología RUP para la elaboración de software y por el presente procedimiento.
- 11) Controlar el cumplimiento del papel de la dirección.
- 12) Asegurar el registro de toda la documentación requerida.
- 13) Expedir una certificación de calidad, en el cual se refrenden la conformidad de las partes interesadas con el diseño propuesto.

La conformidad con el procedimiento elaborado para el control de la calidad en el presente flujo de trabajo ya finalizado para su posterior puesta en práctica, deberá quedar firmada por la Dirección del presente grupo de trabajo y del equipo encargado del control de la calidad en este, así como por el cliente, el cual puede coincidir en ser a la vez Cliente y Dirección del grupo. Este procedimiento se registrara en la plantilla: **“Plan de Aseguramiento de la Calidad en Análisis y Diseño”** la cual se encuentra en el **Anexo2**.

3.6 Ventajas del Procedimiento.

Algunas ventajas que se obtienen de la definición, desarrollo e implantación de un Sistema de Gestión de la Calidad son:

Desde el punto de vista externo:

- Potencia la imagen de la Universidad frente a los clientes actuales y potenciales al mejorar de forma continua su nivel de satisfacción. Ello aumenta la confianza en las relaciones cliente-proveedor siendo fuente de generación de nuevos conceptos de ingresos.
- Asegura la calidad en las relaciones comerciales.
- Facilita la salida de los productos/ servicios al exterior al asegurarse las empresas receptoras del cumplimiento de los requisitos de calidad, posibilitando la penetración en nuevos mercados o la ampliación de los existentes en el exterior.

Desde el punto de vista interno:

- Mejora en la calidad de los productos y servicios derivada de procesos más eficientes para diferentes funciones de la organización.

- Introduce la visión de la calidad en las organizaciones: Fomentando la mejora continua de las estructuras de funcionamiento interno y externo y Exigiendo ciertos niveles de calidad en los sistemas de gestión, productos y servicios.
- Decrezen los costos (costos de no calidad) y crecen los ingresos (posibilidad de acudir a nuevos clientes, mayores pedidos de los actuales, etc.)

3.7 Riesgos del Procedimiento.

La implantación de sistemas de gestión de la calidad también tiene sus riesgos si no se asume como una oportunidad de mejorar una situación dada.

- El desarrollo de estos sistemas proporciona elementos de detección de actividades generadoras de no calidad, pero si no se utilizan y desarrollan teniendo en cuenta todas las circunstancias de la actividad, pueden ser generadores de burocracia inútil y complicaciones innecesarias para las actividades.
- No obtener el compromiso y colaboración de todos los afectados. Se deben comunicar objetivos y responsabilidades.
- Una mala comunicación puede llevar a generar importantes barreras en el desarrollo del análisis e implantación de medidas por temores infundados.

3.8 Conclusiones.

La propuesta de procedimiento de control de la calidad en la fase de análisis y diseño presentada, cumple con las normas de control de la calidad establecidas internacionalmente por la norma ISO 9000. El mismo cuenta con la calidad necesaria para ser implementada en todas las facultades de nuestro Instituto.

Conclusiones Generales.

Luego del estudio realizado y de la propuesta del correspondiente procedimiento “Sistema de Gestión de la Calidad en el Análisis y Diseño” se asegura la calidad durante todo el flujo de trabajo y no al final como se hacía anteriormente en nuestra Universidad, permitiendo así que la confección de Software sea más segura, con mejor calidad y además que cumpla con los intereses de los clientes.

Para el desarrollo del procedimiento se realizó un análisis de los distintos modelos de calidad que existen internacionalmente (CMM, CMMI e ISO), apoyándose solamente en ISO 9000 porque los modelos ISO tienden mucho más hacia el concepto de Calidad Total que los modelos CMM y CMMI. Principalmente la serie 9000 se centra en las normas sobre documentación, en particular, en el Manual de la Gestión de la Calidad ajustándose a las necesidades.

Para definir las verdaderas necesidades de nuestra Universidad con respecto a la utilización de estándares para controlar la calidad al desarrollar un software se realizó un levantamiento, del cual se obtuvo como resultado final que los grupos de control de la calidad, no controlan esta durante el flujo de trabajo análisis y diseño,.

El procedimiento se desarrolló siguiendo la metodología RUP (Rational Unified Process) pues es la que se utiliza en la Universidad y es de fácil entendimiento.

Por todo lo anterior se concluye que los objetivos propuestos para el presente proyecto han sido cumplidos satisfactoriamente, incluyendo una serie de recomendaciones que deben tenerse en cuenta para el trabajo futuro.

Recomendaciones

Utilizar el presente procedimiento en los futuros proyectos de elaboración de software que se planifiquen en nuestra Universidad. Elaborar un procedimiento o grupo de procedimientos para el control de la calidad en el resto de las fases del proceso de elaboración de software definidos en la metodología RUP.

Bibliografía General.

- ✓ Aiken, B. y J. Aditya. "The golden Rule and the ten commandments of teleaching: harnessing power of technology in education". Education and Information Technologies, Vol. 2 nº 1, Marzo, 1997.
- ✓ Almanza, Verónica. Hablemos de competencias desde el preescolar. Febrero 12, 2006. (en línea), Disponible en: info@educ.gov.ar.
- ✓ Alonso, Beatriz. Seguir siendo pioneros en la introducción de las nuevas tecnologías". Informática 2004: La mano derecha inteligente de la economía. 14 - 05 – 2004. Disponible en : webchvtv@cedu.icrt.cu
- ✓ Bousa, J. Estadística. 2004.
- ✓ Calvo-Manzano, J.A. y Fernández, L., "Hacia la calidad del software a través de la mejora de procesos", Novatica, nº 123, 1996, pp. 35-42.
- ✓ Castells, M. "Internet y la sociedad en red". En Lección inaugural del programa de doctorado sobre la sociedad de la información y el conocimiento. Barcelona: UOC. 2001
- ✓ Castro, F. Discurso pronunciado el 26 de julio del 2005.
- ✓ Castro, F. Discurso pronunciado en el Palacio Central de Computación el 13 de septiembre de 2000.
- ✓ Feiler Peter H. Configuration Management Models in Commercial Environments. Technical Report CMU/ SEI -92. 1999
- ✓ Fenton, N.E. y Pfleeger, S.L., Software Metrics, A rigorous approach; Chapman Hall, 1997.
- ✓ Fernández Carrasco, [et.al] Un enfoque actual sobre la calidad del software, 1995.
- ✓ Fernández Sanz, L. y Alarcón Rodríguez, M. I. Gestión de la calidad y aseguramiento de calidad. AENOR, 1995

Bibliografía general

- ✓ Fernández Sanz, L. y Alarcón Rodríguez, M. I. Necesidades de medición en la gestión y el aseguramiento de calidad del software. 1999.
- ✓ García Avila, Lourdes. Tesis para optar por el título estatal de Máster en Informática Aplicada a la Ingeniería y la Arquitectura. "Metodología para evaluar la calidad de la etapa de análisis de proyectos informáticos orientado a objetos (CAOOSI)" ISPJAE Cuba 1996.
- ✓ Gilb, T, Principles of Software Engineering Management; Addison Wesley, 1987.
- ✓ González, P: Didáctica de las tecnologías de la información y la comunicación. 4/02/2003. Disponible en:

http://www.loseventos.cu/Pedagogía003/Pedagogia/Pedadogia2003_Curso.asp?IdCurso=48
- ✓ Gracia, J. CMM-CMMI. Libro sobre Ingeniería de software. Nivel 1 y Nivel 2. 2005.
- ✓ Gracia, J. Estabilizar una aplicación mediante reuniones SCRUM. 2005.
- ✓ Gracia, J. Patrones de diseño. Diseño de Software Orientado a Objetos. Uruguay, 27 de Mayo de 2005
- ✓ Guerra, C. Estadística. 2da Edición, 1991.
- ✓ Hernández R., C. Requisitos De La Norma ISO 9000:2000, 2006.
- ✓ Humphrey, Watts. Managing the Software Process. Prentice-Hall, 1992. ISBN 0-471-53049-2
- ✓ IEEE, IEEE Std 1061-1992. Standard for a software quality metrics methodology, IEEE, 1992.
- ✓ IEEE, IEEE Std-1995, Standard for developing software life cycle processes, IEEE, 1995.
- ✓ ISO, ISO 15504-1: 1998 Software process assessment. Part-1: Concept and introductory guides, ISO, 1998.
- ✓ ISO, ISO 9001:1994. Quality systems -- Model for quality assurance in design, development, production, installation and servicing, ISO, 1994.

Bibliografía general

- ✓ ISO, ISO 9002:1994. Quality systems -- Model for quality assurance in production, installation and servicing, 1994].
- ✓ ISO, Part 3: Guidelines for the application of ISO 9001:1994 to the development, supply, install and maintenance of computer software, ISO, 1997.
- ✓ ISO 9126-1991, Software product evaluation. Quality characteristics and guidelines for their use, ISO, 1991.
- ✓ ISO/TS 16949:2002 (E) Quality Management Systems – Particular requirements for the application of ISO 9001:2000 for automotive production and relevant service part organizations – Second Edition 2002.
- ✓ ISPI. SCM Concepts - Draft, 1997
- ✓ Karat, J. "Evolving the scope of user-centered design". Comm. of the ACM, Vol. 40, nº 7, Julio, 1997.
- ✓ Kitchenham, B.A. y Walker, J.G., "A quantitative approach to monitoring software development", Software Engineering Journal, vol. 4, nº 1, 1989, pp. 2-13.
- ✓ Lineamientos para la Informatización de la Sociedad Cubana. Grupo de Especialistas designados por el Comité Ejecutivo. 1997.
- ✓ Lubow, Dana. Cuba: Computadoras, automatización e Internet. Disponible en : <http://www.cubasi.cu>
- ✓ Martínez, J. "El papel del Estado en el desarrollo de la Internet en Cuba, una visión diferente del problema", Ciencias de la Información, v. 30, n. 1, Instituto de Documentación e Información Científica y Técnica, La Habana, marzo de 1999.
- ✓ McCall J A, [et.al]. Factors in software quality, Vols I, II, III; US Rome Air Development Center Reports NTIS AD/A-049 014, 015, 055, 1977.

Bibliografía general

- ✓ McClure, C. La automatización del software. Editorial Addison-Wesley Iberoamericana, SA EUA 1993.
- ✓ Mesa redonda: Internet: Mitos y realidades. Cuba en la red. 2005.
- ✓ MINREX. Cronología de las agresiones Radioelectrónicas de Estados Unidos contra Cuba. 2004
- ✓ MINREX. Informe de Cuba a la 61 CDH. Informe de Cuba sobre el bloqueo de los Estados Unidos de América. 2005
- ✓ Nodal, L. Cuba Reclama Sociedad de Información sin exclusiones. Disponible en: http://www.jrebeldes.cu/2005/octubrediciembre/nov16/mundo_cuba.html
- ✓ Ortiz, A. ¿Cómo investigar en educación?. 1997. Disponible en: alexcubano@latinmail.com
- ✓ Paulk, M. [et.al]. Key Practices of the Capability Maturity Model, Version 1.1. SEI-93-TR-025
- ✓ Piaget, J. Ensayo de lógica operatoria. Edit. Guadalupe, Argentina. 1977
- ✓ Potts, R. Cuba extiende horizontes en la red mundial. 2005. Disponible en: <http://www.prensalatina.cu/media/cmsi/paginas/pagina7.htm>
- ✓ Resolución Económica del V Congreso del Partido Comunista de Cuba. 1997. Informe del V Congreso del PCC. 1997.
- ✓ Revista DBS. CMMI, Modelo de gestión de la calidad. Disponible en: infor@dbs.es.
- ✓ Ribas, X. Software ilegal y control de la calidad. 1995.
- ✓ Riquelme Del Solar, Gladis. Test de habilidades básicas para la iniciación al cálculo "TIC". Revista Enfoques Educativos 5 (1): 137 - 156, 2003
- ✓ Sánchez, Nancy. REFAC: Un producto/Servicio de información a la medida del interés del usuario. La Habana: Junio de 1996.

Bibliografía general

- ✓ Sanz, Lucía C. Al alcance de todos. 2005. Disponible en: [http:// www.prensalatina.cu/media/cmsi/paginas/pagina11.htm](http://www.prensalatina.cu/media/cmsi/paginas/pagina11.htm)
- ✓ Sommerville, I. Ingeniería de Software. Addison-Wesley Iberoamericana. 1988.
- ✓ Torralba, F. Apuntes de la conferencia del Dr. Francesc Torralba a la URL, "dilemas ètics de les TIC a la sociedad global", Facultad Blanquerna, 4/3/2002
- ✓ Torres, P. [et.al] Influencia de los matemáticos en la educación matemática iberoamericana. La Habana: ISPEJV, 1998.
- ✓ Turkle, S. El segundo yo. Las computadoras y el espíritu humano. Buenos Aires: Ed. Galápago, 1984.
- ✓ Vilcapoma, E. Estándares ISO para la calidad del software. Revista Competitividad. Universidad Nacional de Ingeniería. Lima, Perú, Año 1, No 2, Noviembre 1995, pp13-17.

Glosario de Términos.

Calidad: Conjunto de propiedades y de características de un producto o servicio, que le confieren aptitud para satisfacer una necesidad explícita o implícita. (ISO 8402)

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". (IEEE, Std. 610-1990).

Modelos de calidad: Son un conjunto de buenas prácticas para el ciclo de vida del software, enfocado en los procesos de gestión y desarrollo de proyectos. Los modelos de calidad te dicen QUÉ hacer, no CÓMO hacerlo, porque depende de las metodologías que uses y de tus objetivos del negocio.

Modelos de control de la calidad: Son formas generales de hacer, no te dicen el cómo hacer, solo te indican el orden y el qué hacer, pero no el cómo, este depende de las características particulares de cada entidad o negocio.

Procedimiento: Serie de pasos, claramente definidos, que permiten trabajar correctamente, disminuyendo la probabilidad de accidentes. Modo de ejecutar determinadas operaciones. Suelen realizarse de la misma manera.

Anexos: Documentos (tablas, gráficos, diagramas, modelos, etc.) necesarios para la ejecución del diseño o que se generan como resultado de la misma, cada anexo que constituya registro se identificará como tal.

Métricas: Medida o medición. La continúa aplicación de técnicas basadas en la medición al proceso de desarrollo de software y a sus productos para proveer información administrativa significativa y oportuna, junto con el uso de esas técnicas para mejorar el proceso y sus productos. Costo de No Calidad: Costos por retrabajo en corrección de defectos, aplicación de garantías a clientes, devolución de productos, litigios. Es aproximadamente 30% de los ingresos de las empresas a nivel mundial. Al reducir este costo se puede aumentar satisfacción del cliente, la productividad y rentabilidad.

Estándares de Calidad Organizacional: Son indicadores que permiten medir el estado de una Organización en un momento determinado, tanto en los aspectos relacionados con la estructura y el funcionamiento organizacional (de la organización para adentro), como los niveles de relación y

sustentabilidad de la organización (de la organización para afuera). Medir el “estado” de la organización se asemejaría a sacar una fotografía organizacional en un momento dado.

CMM (Modelo de Madurez de Capacidad): Dirige su enfoque a la mejora de procesos en una organización, estudia los procesos de desarrollo y produce una evaluación de la madurez (indicador para medir la capacidad para construir un software de calidad) de la organización según una escala de cinco niveles (inicial, repetible, definido, dirigido y optimizado).

ISO (Organización Internacional de Normalización): Plasma los estándares internacionales de calidad para sistemas conocidos como la familia ISO 9000. Fue adaptada de estándares generales y no incluye múltiples niveles, define a una organización como certificada o no certificada.

CMMI (Modelo de Madurez de Capacidad Integrado): Es un conjunto de modelos elaborados por el Instituto de Ingenieros del Software (Software Engineering Institute, SEI) que permiten obtener un diagnóstico preciso de la madurez de los procesos relacionados con las tecnologías de la información de una organización, y describen las tareas que se tienen que llevar a cabo para mejorar esos procesos.

Macroproceso: Conjunto de procesos interrelacionados para el cumplimiento de los objetivos propuestos.

Proceso: Conjunto de actividades interrelacionadas que transforman insumos para el logro de un resultado, producto o servicio.

Un proceso puede ser definido como un conjunto de actividades interrelacionadas entre sí que, a partir de una o varias entradas de materiales o información, dan lugar a una o varias salidas también de materiales o información con valor añadido.

Actividad: Conjunto de tareas interrelacionadas que garantizan el resultado esperado.

Tarea: Conjunto de acciones simples interrelacionadas para ejecutar una actividad.

Auditoría: Examen metódico de una situación relativa a un producto, proceso u organización, en materia de calidad, realizado en cooperación con los interesados para verificar la concordancia de la realidad con lo preestablecido y la adecuación al objetivo buscado. Actividad para determinar, por medio de la investigación, la adecuación de los procedimientos establecidos, instrucciones, especificaciones, codificaciones y estándares u otros requisitos, la adhesión a los mismos y la eficiencia de su implantación.

Anexos

Anexo #1. Levantamiento realizado a los grupos de Control de la Calidad de las distintas facultades.

Compañero, el siguiente cuestionario ha sido diseñado para realizar un estudio en la comunidad universitaria, de la cual usted forma parte, sobre el control de la calidad en el flujo de trabajo Análisis y Diseño de Software a través de la utilización de métricas o estándares de calidad, esperamos su total seriedad y sinceridad en sus respuestas. Muchas gracias.

1- Durante el flujo de trabajo Análisis y Diseño de software ¿Realizan ustedes algún tipo de control de la calidad?

Si_____ No_____

2- Si su respuesta es Si, responda:

¿En qué fase de este flujo de trabajo realizan el control?

Al principio _____

Al final _____

En el medio _____

Todo el tiempo _____

3- ¿Establecen ustedes algún procedimiento estandarizado (CMM, CMMI, ISO, SPICE) para controlar la calidad durante el flujo de trabajo Análisis y diseño de software?

Si_____ No_____

4- ¿Llevan documentación alguna acerca del trabajo que realizan?

Si_____ No_____

5- Al finalizar el diseño ¿Expiden ustedes documento escrito que acredite la conformidad del cliente con la calidad del software diseñado?

Si_____

No_____

Anexo #2. Plan de Aseguramiento de la Calidad en Análisis y Diseño

Plan de Aseguramiento de la Calidad en Análisis y Diseño

IEEE 730-1998

<Proyecto>

<Versión>

Revisiones históricas

Fecha	Núm. Revisión	Observación	Autor

Tabla de Contenidos

[Índice de la plantilla]

1. Introducción

1.1 Propósito

[Resumen del propósito del Plan de Calidad]

1.2 Alcance

[Proyectos con los que se involucra el Plan]

1.3 Definiciones, Acrónimos y Abreviaturas

[Definiciones, acrónimos y abreviaturas utilizadas en el documento]

1.4 Referencias

[Lista de documentos a los que se hace referencia en el Plan de Aseguramiento de la Calidad.]

Título	Fecha	Autor	Ubicación (anexo, documento, etc.)
<i>Plan de pruebas</i>			
<i>Plan de desarrollo del proyecto</i>			
<i>Plan de Gestión de Configuración</i>			
<i>Plan de gestión de riesgos</i>			

1.5 Resumen

[Resumen de los aspectos del plan]

2. Objetivos de Calidad

[Incluir los requerimientos de proyecto que están alineados con los requerimientos de calidad]

3. Gestión

3.1 Organización

[Se describe la estructura de la organización. Especificar cada uno de los responsables de la calidad]

3.2 Tareas y responsabilidades

Tarea de Aseguramiento de calidad	Precondición Al finalizar la fase:	Poscondición Antes de la fase:	Responsable	Comentarios
Auditoría 1			Dirección de Calidad	
Revisión 1			Dirección de Calidad	
Revisión 2			Dirección de Calidad	
...			Dirección de Calidad	
Certificación final del producto	Prueba	Implantación	Dirección de Calidad	
Certificación por parte del Cliente	Certificación final del producto			
Evaluación de la satisfacción del cliente	Un mes después de la implantación del producto			

4. Documentación

[Lista de los documentos utilizados por el Plan de Calidad]

5. Métricas

[En esta sección se describe todo el proceso de métricas que se realizará como producto del monitoreo del trabajo]

6. Estándares y Guías

[Lista de los estándares y guías utilizados por el Plan de Calidad]

Estándar	Ubicación	Comentarios
Codificación en j2ee		
Codificación en .NET		
Modelo del Negocio		
Interfaz de Usuario		
Pruebas		
Manuales		

7. Plan de Revisiones y Auditorias

7.1 Tareas generales de Revisiones y Auditorias

[Describa brevemente cada tipo de revisión y auditoria que se llevará a cabo en el flujo de trabajo Análisis y Diseño. Para cada tipo, identifique los artefactos del proyecto que serán el asunto de la revisión o auditoria. Éstos pueden incluir Revisiones Técnicas y de Gestión Conjuntas entre Cliente y Desarrollador, Revisiones y Auditorias de Proceso, Auditorias de Cliente, Revisiones Internas, Técnicas y de Gestión.]

7.2 Cronograma

[Detalle aquí el cronograma para las revisiones y auditorias. Este debe incluir las revisiones y auditorias programadas en las fechas principales del flujo de trabajo, así como revisiones que son provocadas por la entrega de artefactos del proyecto. Esta subsección puede referenciar el proyecto o el plan de iteración.]

7.3 Organización y Responsabilidades

[Liste aquí los grupos específicos o individuos a ser involucrados en cada una de las actividades de revisión y de auditoria identificadas. Describa brevemente las tareas y responsabilidades de cada uno. También, liste cualquier agencia externa que se espera que apruebe o regule cualquier producto del proyecto.]

7.4 Resolución de problemas y actividades de corrección

[Esta subsección describe los procedimientos para informar y manejar problemas identificados durante las revisiones y auditorías del flujo de trabajo. El Plan de Resolución de Problemas puede ser referenciado]

7.5 Herramientas, técnicas y Metodologías

[Describa aquí las herramientas, técnicas o metodologías específicas que serán usadas para llevar a cabo las actividades de revisión y de auditoría identificadas en este plan. Usted debe describir el proceso explícito a ser seguido para cada tipo de revisión o auditoría. Su organización puede tener un Manual de Procedimientos de Revisión y de Auditoría estándar que puede ser referenciado. Estas descripciones de los procedimiento también deben dirigir la recolección, almacenamiento y archivo de los Registros de Revisión del flujo de trabajo. Deben describirse las listas de chequeo a utilizar en cada revisión.]

NOTAS:

[Un grupo de revisiones y auditorías sugeridas a usar como base para la planificación son:

- *Revisión de los Requerimientos (se corresponde con la tradicional Revisión de las Especificaciones del Software)*
- *Revisión de la Arquitectura (se corresponde con la tradicional Revisión del Diseño Preliminar)*
- *Revisión del Diseño (se corresponde con la tradicional Revisión del Diseño Crítico)*
- *Auditoría de la configuración funcional (para verificar que todos los requerimientos han sido cumplidos)*
- *Auditoría de la configuración física (para verificar que el Análisis y Diseño y su documentación están completos y listos para entregar)*
- *Auditoría del Proceso*
- *Revisión del Proceso*
- *Revisión Administrativa (Revisión de Aprobación del Proyecto, Revisión de la Planificación del Proyecto, Revisión del Plan de Iteración)*
- *Revisiones Post-mortem (Revisión de Aceptación de la Iteración, Revisión de Aceptación del Proyecto).*

Pueden utilizar la siguiente tabla para hacer corresponder las actividades de las revisiones con el plan de desarrollo del proyecto

No. de Revisión	Tipo	Objetivos	Descripción (Iteración)	Fase del Proyecto	Responsable

--	--	--	--	--	--

8. Herramientas, Técnicas y Metodologías

[Lista de todas las herramientas, técnicas y metodologías utilizadas en las actividades del Plan de Calidad]

9. Resolución de Problema y Acción Correctiva

[Esta sección referencia el Plan de Resolución de Problema.]

10. Registros de Calidad

[Descripciones de varios registros de calidad que se mantendrán durante el flujo de trabajo, incluyendo cómo y dónde cada tipo de registro se guardará y por cuánto tiempo.]

11. Entrenamiento

[Listado de las actividades de entrenamiento necesarias para que el equipo de proyecto ejecute las actividades del Plan de Aseguramiento de la Calidad]