

Universidad de la Ciencias Informáticas
Facultad 3

Centro de Informatización de la Gestión de Entidades



**Título: Modelo de desarrollo de software para el departamento
Soluciones Financieras del CEIGE.**

Trabajo de diploma para optar por el título de Ingeniero en Ciencias Informáticas

Autor: Mailin Dayana Romero Manzano

Tutor: Ing. Yisel Niño Benítez

Cotutores: Ing. Daileny Caridad Arias Pupo

MsC. Mariano Flores

La Habana, Mayo del 2012

DECLARACIÓN DE AUTORÍA

Declaro ser autor de la presente tesis y reconocer 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 _____.

Mailin Dayana Romero Manzano

Daileny Arias Pupo

Autor

Tutor.

Datos de Contactos

- ✓ Tutora: Ing. Yisel Niño.
Área de desarrollo: CEIGE.
Síntesis de la Tutora: Graduada de Ingeniera en Ciencias Informáticas.
Categoría Docente: Instructora
Correo electrónico: ynino@uci.cu
- ✓ Cotutora: Ing. Daileny Caridad Arias Pupo.
Área de desarrollo: CEIGE.
Síntesis de la Tutora: Graduada de Ingeniera en Ciencias Informáticas.
Correo electrónico: dcarias@uci.cu

RESUMEN

En aras de mejorar la planificación, el control de las actividades y la toma de decisiones en el departamento de Soluciones Financieras del Centro de Informatización de la Gestión de Entidades (CEIGE), se ha decidido organizar los procesos que deben desarrollarse en la misma. Con esta finalidad y luego de un estudio detallado de los modelos de desarrollo de software existentes y basándose en las buenas prácticas de Capability Maturity Model Integration (CMMI) para lograr calidad y organización de su trabajo productivo, se realiza una propuesta de modelo de desarrollo de software.

Se confeccionó el modelo a partir de todas las necesidades identificadas, proponiendo el flujo de actividades, los roles involucrados en cada una de ellas, los artefactos que sirven de salida al modelo y los procesos que intervienen en él.

Por último, se validó la propuesta utilizando el método de expertos Delphi mediante el cual se le realizó la certificación al modelo, a través de un conjunto de criterios que fueron aportados por los expertos seleccionados para opinar del tema tratado.

Palabras claves: modelos de desarrollo de software, mejora de procesos, proceso de desarrollo de software.

Contenido

INTRODUCCIÓN.....	1
CAPÍTULO 1: FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA.....	5
1.1. Introducción	5
1.2. Proceso de desarrollo de software	5
1.3. Modelo	5
1.4. Modelo de desarrollo de software	6
1.5. Análisis de los modelos de desarrollo de software existentes	6
2.1.1. Modelo en Cascada	6
2.1.2. Modelo en Espiral	8
2.1.3. Modelo de Desarrollo Evolutivo	9
2.1.4. Modelo Incremental	10
2.1.5. Resumen y comparaciones de los modelos	11
1.6. Mejoramiento de Procesos de Software.....	12
2.1.6. ¿Qué es CMMI?.....	13
2.1.7. Niveles de Madurez y Áreas de Proceso de CMMI.....	13
2.1.8. NIVEL 2 de CMMI	14
2.1.9. NIVEL 3 de CMMI	15
Conclusiones parciales del capítulo	17
CAPÍTULO 2: MODELO DE DESARROLLO DE SOFTWARE.....	18
2.2. Introducción	18
2.3. Estructura organizacional del departamento Soluciones financieras.....	18
2.3.1. Nombre	18
2.3.2. Visión	18
2.3.3. Estructura organizativa del departamento.....	18
2.4. Estructura del modelo.....	19
2.4.1. Fases del ciclo de vida	20
2.4.2. Roles y responsabilidades.....	22
2.4.3. Características.....	23
2.4.4. Ventajas y desventajas del modelo.	24
2.4.5. Invariantes del modelo de desarrollo.....	25
2.5. Descripción del modelo durante el Ciclo de vida de proyectos del departamento de Soluciones Financieras	
26	
2.5.1. Actividades de la Fase: Estudio Preliminar	26
2.5.2. Actividades de la Fase: Modelamiento de Negocio.....	31

2.5.3.	Actividades de la Fase: Requisitos.....	32
2.5.4.	Actividades de la Fase: Análisis y Diseño	35
2.5.5.	Actividades de la Fase: Implementación	37
2.5.6.	Actividades de la Fase: Pruebas Internas	39
2.5.7.	Actividades de la Fase: Pruebas de Liberación	40
2.5.8.	Actividades de la Fase: Despliegue.....	43
2.6.	Procesos horizontales al ciclo de vida.....	43
2.7.	Actividades eventuales	45
2.7.1.	Subproceso IPP-3562:2009 Control de Cambios.....	45
2.7.2.	Actividades eventuales de la Administración de Acuerdos con Proveedores.....	45
2.7.3.	Actividades eventuales de Revisiones Hito/análisis.....	48
2.7.4.	Actividades eventuales de Capacitación	49
2.8.	Actividades periódicas.....	51
2.8.1.	Actividades de Monitoreo y Control de Proyecto.....	51
2.8.2.	Actividades de Medición y Análisis.....	54
2.9.	Cambios para alcanzar un nivel 3 de CMMI.....	54
	Conclusiones parciales del capítulo	55
	Capítulo 3: VALIDACIÓN DE LA SOLUCIÓN PROPUESTA.....	56
3.1.	Introducción	56
3.2.	Método de experto.....	56
3.3.	Método Delphi.....	56
3.4.	Aplicación del método.....	57
3.4.1.	Formulación del problema	57
3.4.2.	Elección de los expertos.....	58
3.4.3.	Elaboración y lanzamiento de los cuestionarios (en paralelo con la fase 2).....	60
3.4.4.	Establecimiento de la concordancia entre los Expertos.....	60
3.4.5.	Desarrollo práctico y análisis de los resultados.....	63
	Conclusiones parciales del capítulo	67
	CONCLUSIONES GENERALES.....	68
	RECOMENDACIONES.....	69
	REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	70
	BIBLIOGRÁFICAS.....	71
	GLOSARIO DE TÉRMINOS.....	73

Figura 1 Modelo en Cascada.	7
Figura 2 Modelo en espiral.	8
Figura 3 Modelo de Desarrollo Evolutivo	10
Figura 4 Modelo Incremental	11
Figura 5 Estructura Organizativa del departamento de Soluciones Financieras	19
Figura 6 Descripción del modelo	20
Figura 7 Ciclo de vida de proyectos	20
Figura 8 Estudio Preliminar	26
Figura 9 Fase: Modelamiento de Negocio	31
Figura 10 Fase: Requisitos	32
Figura 11 Fase: Análisis y Diseño	35
Figura 12 Fase: Implementación	38
Figura 13 Fase: Pruebas Internas	39
Figura 14 Fase: Pruebas de Liberación	41
Figura 15 Fase: Despliegue	43
Figura 16 Procesos horizontales al ciclo de vida de proyectos.	44
Figura 17 Actividades de la Administración de Acuerdos con Proveedores	46
Figura 18 Actividades de la Administración de Acuerdos con Proveedores	48
Figura 19 Actividades de Monitoreo y Control de Proyecto	51
Figura 20 Gráfico de las frecuencias absolutas	64
Tabla 1 Comparaciones de los Modelos de Desarrollo de Software.	12
Tabla 2 Grado de conocimientos de expertos	58
Tabla 3 Escala de puntos para la determinación del coeficiente de argumentación	59
Tabla 4 Escala del grado de factibilidad de cada pregunta	61
Tabla 5 Frecuencias absolutas para cada pregunta de la encuesta	63
Tabla 6 Frecuencias acumuladas	64
Tabla 7 Frecuencias relativas acumuladas	65
Tabla 8 Nivel de adecuación	66

INTRODUCCIÓN

En la actualidad la industria del desarrollo de software se ha convertido en la base de una civilización moderna, desempeñado un papel importante en el avance de todo tipo de empresas en el mundo y redefiniendo así la forma de producir, vender, competir y dominar la economía del mundo industrializado.

Las exigencias de un mercado altamente competitivo requieren hoy en día que el desarrollo del software no solo se base en concluir un proyecto enmarcándolo solamente en la construcción y no en factores claves como el análisis, diseño, planificación, mantenimiento o calidad.

Se hace imprescindible que el proceso de desarrollo de software sea organizado, tenga buena calidad y tienda a tener la menor cantidad de errores.

La necesidad de administrar, supervisar y gestionar el ciclo de vida del software dio lugar a que surgieran modelos, paradigmas o filosofías con el objetivo de apoyar el desarrollo de software y la búsqueda de mejoras continuas a este proceso.

Estos modelos establecen guías que definen actividades, tareas conducidas a realizar las actividades, el orden y relaciones de las mismas, roles y responsabilidades. Proporcionan además un conjunto de directrices para el desarrollo del software en su ciclo de vida y garantizan un producto con alta calidad que responda a las necesidades del cliente.

Uno de los parámetros para lograr el éxito de un buen desarrollo de software estará dado por la selección del o de los modelos adecuados desde el inicio y hasta el fin del proyecto. Contar con algún modelo tributará a un desarrollo industrial. Este modelo deberá ajustarse a las directrices establecidas por la utilización de modelos de procesos de evaluación y mejora continua, por ejemplo Capability Maturity Model Integration (CMMI) y las necesidades reales del proyecto, las cuales serán de gran ayuda para describir las metas, capacidades y prácticas específicas con las que debe contar el desarrollo del software.

Cuba no queda exenta de este ambicioso reto, donde el desarrollo de un buen software es la meta de cada día. En el año 2002 fue creada la Universidad de las Ciencias Informáticas (UCI), centro que surge en el fragor de la Batalla de Ideas y por la obra del pensamiento visionario del compañero Fidel.

La UCI combina la docencia con la producción en un plan que permita la formación integral de los futuros profesionales, con la existencia de una estructura productiva, donde los estudiantes están incorporados a la actividad de producción. Esta universidad está formada por facultades y cuenta con Centros Productivos que se encargan de dirigir de una forma más organizada los proyectos productivos.

El Centro de Informatización de la Gestión de Entidades (CEIGE) de la Facultad 3 cuenta con departamentos que desarrollan software en algunos casos no existiendo uniformidad en los procesos básicos. Esto provoca que no se tenga debidamente definido un modelo que permita orientar y organizar al equipo desarrollador, identificando y aplicando las actividades con una mejora continua. Entre ellos se encuentra el departamento Soluciones Financieras que se encarga de desarrollar software para el sector financiero.

En el diagnóstico realizado a este departamento se detectaron un grupo de problemas entre los cuales se puede mencionar:

- Falta de documentación para la toma de decisiones en momentos críticos durante el ciclo de vida del proyecto.
- Insuficiente organización de la documentación provocando no tener un modelo debidamente documentado según el proceso de mejora induciendo riesgos asociados a no contar con artefactos y entregables normalizados.
- Insuficiente control de las actividades.
- Insuficiente preparación de los integrantes del proyecto para asumir diferentes roles.

A raíz de las condiciones descritas hasta el momento, se identificó como **problema a resolver**:

Las dificultades en la planificación, el control de las actividades y la toma de decisiones durante el proceso de desarrollo de software en el departamento Soluciones Financieras del CEIGE afectan la organización de su trabajo productivo.

El **objetivo general** de esta investigación será: Elaborar el modelo de desarrollo de software para el departamento Soluciones Financieras del CEIGE con el fin de mejorar la organización de su trabajo productivo.

El **objeto de estudio** se definió como: Proceso de desarrollo de software.

El **campo de acción** de la investigación está relacionado con el Proceso de desarrollo de software del departamento Soluciones Financieras del CEIGE.

Para dar cumplimiento al objetivo general de la investigación se definieron los siguientes **objetivos específicos**:

1. Realizar un estudio bibliográfico para establecer un marco teórico referente a los modelos de desarrollo existentes.

2. Realizar un estudio referente al proceso de desarrollo de software en el departamento Soluciones Financieras del CEIGE.
3. Definir las actividades, artefactos y roles involucrados del modelo de desarrollo para el departamento Soluciones Financieras del CEIGE.
4. Aplicar criterios de expertos para validar el modelo de desarrollo propuesto para el departamento Soluciones Financieras del CEIGE.

Tareas de la investigación:

1. Realizar un estudio bibliográfico sobre conceptos relacionados con el dominio del problema.
2. Realizar un estudio de las áreas de proceso de CMMI nivel 2 enmarcándose en el proceso de mejora que se lleva a cabo en la Universidad.
3. Realizar un estudio de las áreas de proceso de CMMI nivel 3.
4. Levantar la información referente al proceso de desarrollo de software en el departamento Soluciones Financieras del CEIGE.
5. Definir las actividades del modelo de desarrollo para el departamento Soluciones Financieras del CEIGE.
6. Definir los artefactos generados por las actividades del modelo de desarrollo para el departamento Soluciones Financieras del CEIGE.
7. Definir los roles involucrados del modelo de desarrollo para el departamento Soluciones Financieras del CEIGE.
8. Aplicar criterios de expertos para validar el modelo de desarrollo propuesto para el departamento Soluciones Financieras del CEIGE.

Para el desarrollo de este trabajo se combinan diferentes **Métodos y Técnicas**, los fundamentales son:

1. A nivel teórico

Métodos de análisis-síntesis e inducción-deducción: Para el estudio de las concepciones y conceptos de los modelos de desarrollo de software, permitiendo la extracción de los elementos más importantes.

Análisis histórico-lógico: Para conocer, con mayor profundidad, los antecedentes y las tendencias actuales de los modelos de desarrollo de software; además de conceptos, ventajas y desventajas, características y comparaciones entre los modelos existentes.

Método de modelación: Para la caracterización del modelo de desarrollo.

2. A nivel empírico

Revisión de documentos: Para el estudio y análisis, partiendo de documentación científica, de los conceptos relacionados con el modelo de desarrollo de software.

Métodos particulares

La entrevista: Para realizar una conversación planificada con el jefe del departamento para obtener información.

Resultados esperados:

1. El departamento Soluciones Financieras del CEIGE contará con la definición de las actividades para guiar la organización de su trabajo productivo.
2. El departamento Soluciones Financieras del CEIGE contará con la definición de artefactos que deben generarse en cada una de las actividades que se realizan dentro del proceso de desarrollo.
3. El departamento Soluciones Financieras del CEIGE contará con la definición de los roles involucrados en el proceso de desarrollo de Sistemas de Gestión Financiera.
4. El departamento Soluciones Financieras del CEIGE contará con un modelo de desarrollo de software para Soluciones de Gestión Financiera.

Estructura del Trabajo

El trabajo consta de una introducción, tres capítulos, las conclusiones, las recomendaciones, la bibliografía y los anexos. Los contenidos de los capítulos en forma abreviada son los siguientes:

Capítulo I. Fundamentación Teórica. Realiza una revisión bibliográfica sobre el tema de investigación para el estudio del estado del arte de los modelos de desarrollo de software, Mejora de Procesos y la situación del departamento Soluciones Financieras de CEIGE con la no existencia de un modelo. A modo de conclusión parcial, se analiza cuáles son los principales puntos fuertes de los modelos estudiados para definir una posible propuesta.

Capítulo II. Modelo de Desarrollo de Software. Se presenta una nueva propuesta del modelo para el desarrollo de software del departamento de Soluciones Financieras. A modo de conclusión parcial, se analizan los principales puntos fuertes y los beneficios que reporta esta nueva solución.

Capítulo III. Validación del Modelo de Desarrollo de Software propuesto. Se expone la importancia del uso de este nuevo modelo en el diseño de la nueva organización del trabajo del departamento, aplicando el método experto, que evalúa el grado de aceptación de la propuesta del trabajo de tesis en los miembros del departamento.

CAPÍTULO 1: FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA

1.1. Introducción

Para realizar un análisis de los modelos de desarrollo, se hace un detallado estudio del arte de los principales conceptos definidos por autores que se han especializado en el tema. Teniendo en cuenta la importancia, características, ventajas y desventajas, utilidad que los identifica, todo esto para lograr un mejor entendimiento del modelo propuesto.

1.2. Proceso de desarrollo de software

Varios autores definen el Proceso de desarrollo de software como:

“Un proceso de desarrollo de software tiene como propósito la producción eficaz y eficiente de un producto software que reúna los requisitos del cliente” [1].

“La capa de proceso es el fundamento de la Ingeniería de Software. El proceso es la unión que mantiene juntas las capas de tecnología y que permite un desarrollo racional y oportuno de la Ingeniería de Software. Las áreas claves del proceso forman la base del control de gestión de proyectos del software y establecen el contexto en el que se aplican los métodos técnicos, se producen resultados del trabajo, se establecen hitos, se asegura la calidad y se gestiona el cambio de manera adecuada” [2].

“Es el conjunto de técnicas y procedimientos que nos permiten conocer los elementos necesarios para definir un proyecto de software. Es la etapa más crucial del desarrollo de un proyecto de software” [3].

Es un conjunto de actividades y resultados asociados que producen un producto de software. Existen 4 actividades fundamentales de proceso, comunes para todos los procesos de software:

- ✓ Especificación del software
- ✓ Desarrollo del software
- ✓ Validación del software
- ✓ Evolución del software

El proceso de desarrollo de software puede definirse como un conjunto de herramientas, métodos y prácticas que se emplean para producir software.

1.3. Modelo

Modelo es resultado del proceso de generar una representación de sistemas a fin de analizar esos fenómenos o procesos. Paradigma, perspectiva o visión global.

La Real Academia Española define que un modelo es un arquetipo o punto de referencia para imitarlo o reproducirlo.

Un modelo es una representación de un objeto, sistema o idea, de forma diferente al de la entidad misma. El propósito de los modelos es ayudar a explicar, entender o mejorar un sistema. Un modelo de un objeto puede ser una réplica exacta de éste o una abstracción de las propiedades dominantes del objeto [5].

Modelo es el resultado del proceso de generar una representación abstracta, conceptual, gráfica o visual para analizar, describir, explicar, simular y predecir fenómenos o procesos.

1.4. Modelo de desarrollo de software

Analizando conceptos detallados se puede citar:

“Un modelo de desarrollo establece el orden en el que se harán las cosas en el proyecto, provee de requisitos de entrada y salida para cada una de las actividades” [6].

“Los modelos de desarrollo de software son representación simplificada de un proceso de software, representada desde una perspectiva específica. Por su naturaleza los modelos son simplificados, por lo tanto un modelo de procesos del software es una abstracción de un proceso real” [3].

Son muchos los autores y diversos los conceptos pero casi todos coinciden en que “un modelo de desarrollo de software es una vista de las actividades que ocurren, determina el orden de las etapas y los criterios de transición asociadas entre ellas”. Definen la estructura de un proceso de desarrollo racional y controlable, no son rígidos, son una guía respecto al orden en que deben adelantarse las actividades y establece el ciclo de vida del software.

1.5. Análisis de los modelos de desarrollo de software existentes

Para realizar el proceso de desarrollo de software históricamente se han desarrollado varios modelos. Se plantea para cada uno de ellos ventajas y desventajas adecuándolos según las necesidades de cada tipo de proyecto. A continuación se hace un análisis detallado de los principales modelos más conocidos y utilizados.

2.1.1. Modelo en Cascada

Este modelo propuesto por Winston Royce en 1970 conocido como ciclo de vida clásico [2] es el más simple y utilizado ya que el desarrollo de software puede ser a través de una secuencia simple de fases, se termina una etapa y se continúa con la siguiente. Admite la posibilidad de recorrer de nuevo todas las etapas si se ha tenido que volver a algunas antes del mantenimiento a realizar algún cambio. Cada

entrada y salida de cada fase es un documento, lo que posibilita que cualquier equipo de desarrollo pueda trabajar en cada fase.

Reconoce la importancia de disponer de los requisitos y un diseño previo antes de comenzar con la codificación del sistema, pero al mismo tiempo se enfrenta al hecho de que en realidad la dificultad que supone disponer de documentación elaborada de requisitos y diseño antes de empezar a codificar puede actuar como una barrera que bloquee el comienzo de la siguiente fase [9].

Este modelo sigue una estructura lineal estricta en donde se asume que los requisitos nunca cambian [9]. Sugiere un enfoque sistemático, secuencial hacia el desarrollo del software, que se inicia con la especificación de requerimientos del cliente y que continúa con la planeación, el modelado, la construcción y el despliegue para culminar en el soporte del software terminado.

La representación siguiente refleja el hecho de que en cualquier fase puede surgir un retorno para modificar cualquiera de las anteriores.

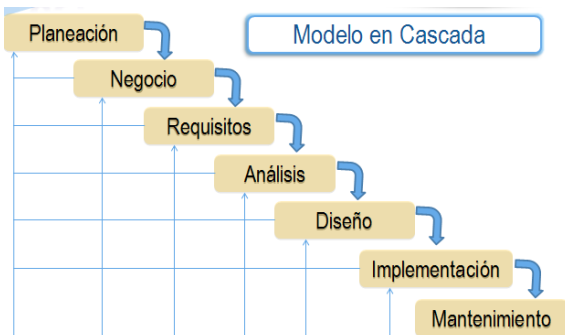


Figura 1 Modelo en Cascada.

Ventajas:

- La planificación es sencilla.
- La calidad del producto resultante es alta.
- Permite trabajar con personal poco calificado.
- Desarrolla nuevas versiones de software en los que el desconocimiento de las necesidades de los usuarios, o del entorno de operación no plantean riesgos.
- Sistemas pequeños, sin previsión de evolución a corto plazo.
- Proyectos para los que se dispone de todas las especificaciones desde el principio.
- Proyectos complejos que se entienden bien desde el principio.

Desventajas:

- Un proyecto tendría que estar en un ambiente muy controlado sin cambios en requerimientos, con clientes congruentes.
- Tiene poca flexibilidad y no motiva al cambio.
- La primera versión del producto se obtendrá cuando esté bien avanzado.
- El cliente tendría que definir los requisitos muy explícitamente.
- Retrasos innecesarios.
- Requiere mucha documentación.

2.1.2. Modelo en Espiral

Propuesto por Barry Boehm en 1988.

Los productos de software son creados a través de múltiples repeticiones del proceso del ciclo de vida. Las actividades se organizan en secuencia como en un espiral en donde la dimensión angular representa el progreso alcanzado y la dimensión radial representa el costo incurrido hasta el momento [9].

El modelo espiral de los procesos software es un modelo del ciclo de meta-vida. En este modelo, el esfuerzo de desarrollo es iterativo. Tan pronto como uno completa un esfuerzo de desarrollo, otro comienza. Consiste en una serie de ciclos que se repiten. Cada uno tiene las mismas fases y cuando termina da un producto ampliado con respecto al ciclo anterior. Introduce el elemento de “análisis de riesgos” para guiar la evolución del proceso de desarrollo. Permite múltiples combinaciones ya que en la planificación de cada ciclo se determina el avance que se va a ejecutar durante la vuelta.

La siguiente figura muestra la estructura del modelo el cual se divide en un número de actividades estructurales, también llamadas regiones de áreas.

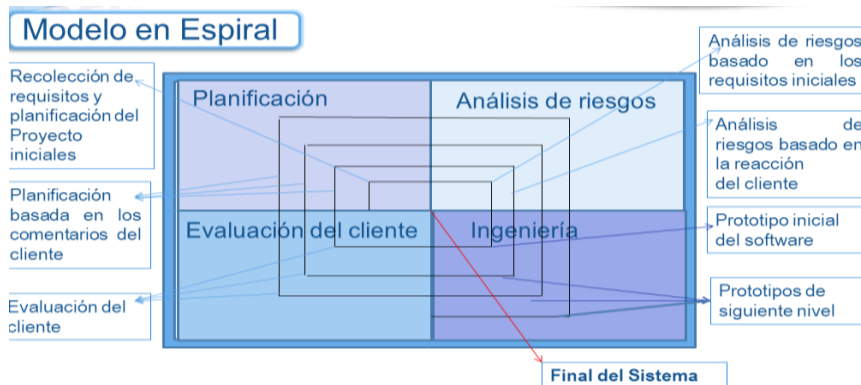


Figura 2 Modelo en espiral.

Desarrollo en ciclos donde se define el objetivo, se analizan los riesgos, desarrollo y verificación de la solución obtenida, revisión de resultados y planificación del siguiente ciclo [10].

Se centra en algunas mejores prácticas:

- Manejo de Riesgos.
- Orientación al Cliente.
- Desarrollo Iterativo [10].

Ventajas

- Puede adaptarse y aplicarse a lo largo del ciclo de vida del software.
- Permite la construcción de prototipos en cualquier etapa.
- Detecta, resuelve y reduce los riesgos tempranamente.
- No se necesita de una descripción completa de los requisitos.
- Define la arquitectura en etapas iniciales.
- Verificación continua de la calidad.
- Ideal para productos con un nivel alto de inestabilidad de los requerimientos.
- Pocos riesgos a sufrir retrasos.
- Perfeccionamiento de las soluciones encontradas con cada ciclo de desarrollo, en términos de dar respuesta a los requerimientos inicialmente analizados.

Desventajas

- Demuestra a los clientes que el enfoque evolutivo es controlable.
- Requiere de experiencia para valorar los riesgos.
- No se recomienda a proyectos simples o bajo contrato.
- El cliente tendrá una participación continua.

2.1.3. Modelo de Desarrollo Evolutivo

La idea detrás de este modelo es el desarrollo de una implantación del sistema inicial, exponerla a los comentarios del usuario, refinarla en N versiones hasta que se desarrolle el sistema adecuado.

Este tipo de desarrollo permite ir obteniendo gradualmente partes del sistema, ir avanzando en el conocimiento y madurez de los requerimientos e incrementando las funcionalidades del sistema. Dos conceptos básicos de desarrollo de este modelo son los conceptos iterativo e incremental [11].

Este modelo está compuesto por varios ciclos de desarrollo. Cada uno de ellos produce un sistema completo con el que se operará en el entorno de operación.

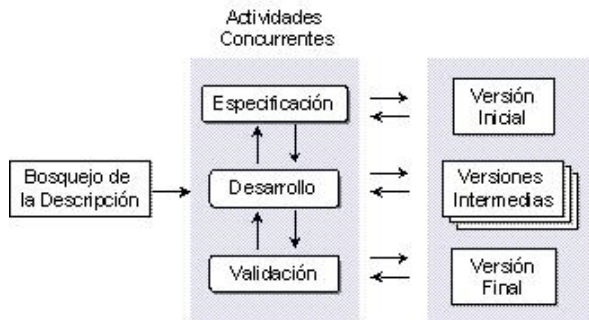


Figura 3 Modelo de Desarrollo Evolutivo

Ventajas

- Obtiene una rápida realimentación del usuario, ya que las actividades de especificación, desarrollo y pruebas se ejecutan en cada iteración.
- La especificación puede desarrollarse de forma creciente.
- Los usuarios y desarrolladores logran un mejor entendimiento del sistema.
- Cumple con las necesidades inmediatas del cliente.
- Reduce el riesgo y aumenta la probabilidad de éxito.

Desventajas

- Este modelo es efectivo en proyectos pequeños o medianos con poco tiempo para su desarrollo y sin generar documentación para cada versión.
- Problemas de gestión de configuración.
- No se conocen niveles apropiados de calidad y documentación.

2.1.4. Modelo Incremental

Se va creando el software añadiendo pequeñas funcionalidades. Cada uno de los pequeños incrementos es parecido a lo que ocurre dentro de la fase de mantenimiento.

El modelo incremental mitiga la rigidez del modelo en cascada, descomponiendo el desarrollo de un sistema en partes; para cada una de las cuales se aplica un ciclo de desarrollo [12].

Permite priorizar las funcionalidades del sistema requeridas por los usuarios e ir desarrollándolas de acuerdo a las necesidades. Se centra en cada entregable a utilizar, revisar o mejorar funcionalidades desarrolladas en iteraciones anteriores. El desarrollo incremental es el proceso de construcción siempre incrementando subconjuntos de requerimientos del sistema.

El modelo incremental se enfoca en la entrega de un producto operacional con cada incremento. Los primeros incrementos son versiones incompletas del producto final, pero proporcionan al usuario la funcionalidad que necesita y una plataforma para evaluarlo.

El enfoque incremental de desarrollo como una forma de reducir la repetición del trabajo en el proceso de desarrollo y dar oportunidad de retrasar la toma de decisiones en los requisitos hasta adquirir experiencia con el sistema. Es una combinación del Modelo de Cascada y Modelo Evolutivo [12].

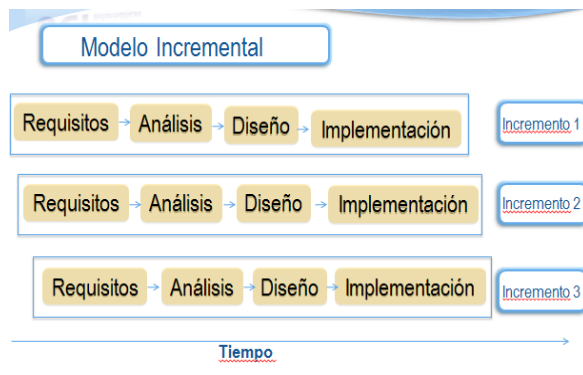


Figura 4 Modelo Incremental

Ventajas

- No es necesario tener todos los requisitos al principio.
- El usuario dispone de pequeños subsistemas operativos que ayudan a perfilar mejor las necesidades reales del sistema en su conjunto.
- El modelo produce entregas parciales en períodos cortos de tiempo y permite la incorporación de nuevos requisitos que pueden no estar disponibles o no ser conocidos al iniciar el desarrollo.
- Disponibilidad limitada de recursos de desarrollo.

Desventajas

- Los errores se encuentran tarde.
- Al aumentar los requerimientos la arquitectura y el diseño cambian.
- Los incrementos deben ser pequeños para evitar riesgos.

2.1.5. Resumen y comparaciones de los modelos

En la Tabla 1 se expone un cuadro comparativo de acuerdo con algunos criterios básicos de los modelos de desarrollo de software, la medida utilizada indica el nivel de efectividad del modelo de acuerdo al criterio.

Tabla 1 Comparaciones de los Modelos de Desarrollo de Software.

Modelo de Desarrollo de Software	Especificación de Requisitos	Calidad del Software	Gestión de riesgos	Entendimiento del Proyecto
Cascada	Alto	Alto	Bajo	Bajo
Evolutivo	Medio o Alto	Medio o Alto	Medio	Medio o Alto
Incremental	Medio	Alto	Medio	Bajo
Espiral	Bajo	Alto	Alto	Medio

Se puede resumir que las características más relevantes para la investigación son:

- Modelo en Cascada: La planificación es sencilla, permite trabajar con personal poco calificado.
- Modelo de Desarrollo Evolutivo: Permite ir obteniendo gradualmente partes del sistema, la especificación puede desarrollarse de forma creciente, cumple con las necesidades inmediatas del cliente.
- Modelo Incremental: No es necesario tener todos los requisitos al principio, el modelo produce entregas parciales en períodos cortos de tiempo y permite la incorporación de nuevos requisitos que pueden no estar disponibles o no ser conocidos al iniciar el desarrollo, disponibilidad limitada de recursos de desarrollo.
- Modelo Espiral: Puede adaptarse y aplicarse a lo largo del ciclo de vida del software, detecta, resuelve y reduce los riesgos tempranamente, no se necesita de una descripción completa de los requisitos, verificación continua de la calidad, ideal para productos con un nivel alto de inestabilidad de los requerimientos, perfeccionamiento de las soluciones encontradas con cada ciclo de desarrollo, en términos de dar respuesta a los requerimientos inicialmente analizados, define la arquitectura en etapas iniciales.

1.6. Mejoramiento de Procesos de Software

No basta con tener definido y documentado un buen modelo de desarrollo, si no se es capaz de lograr un proceso continuo de monitoreo y control a sus actividades. Estas actividades deben llevarse conjunto a una mejora continua de este modelo definido con el objetivo de lograr un conjunto de atributos predecibles que reduzcan los riesgos en el desarrollo.

En la industria del desarrollo de software existen diferentes modelos para evaluar y certificar las mejores prácticas en el proceso efectivo del uso de modelos de desarrollo, específicamente el (CMMI) se ha convertido en una referencia internacional en el análisis de la madurez de las organizaciones que desarrollan software.

2.1.6. ¿Qué es CMMI?

CMMI es un marco de referencia que las organizaciones pueden emplear para mejorar sus procesos de desarrollo, adquisición, y mantenimiento de productos y servicios. Nacido en el Instituto de Ingeniería de Software perteneciente a la Universidad de Carnegie Mellon.

CMMI es un modelo inspirado en el mejoramiento continuo que permite clasificar a las organizaciones de desarrollo de software según una escala de cinco niveles de madurez y capacidad [13].

2.1.7. Niveles de Madurez y Áreas de Proceso de CMMI

La madurez de un proceso de software es el grado en el cual un proceso específico es efectivo, definido, gestionado, medido y controlado. La madurez supone un potencial en crecimiento en cuanto a capacidad e indica la riqueza de los procesos de una empresa y la consistencia con la cuál éstos son aplicados en los proyectos.

CMMI plantea que las organizaciones pueden ubicarse en alguno de los cinco posibles niveles de madurez, dependiendo del grado de sofisticación de sus procesos. A su vez, cada nivel de madurez con excepción del inicial queda caracterizado por un conjunto de áreas de proceso que agrupan prácticas que, al ser ejecutadas colectivamente, permiten cumplir con algún objetivo que es considerado importante para el modelo.

El modelo CMM define que deben existir algunas áreas o procesos clave en la organización que deberán realizar alguna función específica. A estas áreas se les denomina como Áreas Clave de Proceso.

El modelo define para cada una de estas áreas un conjunto de buenas prácticas, dependiendo de qué tanto se ajusten estas áreas con el modelo CMM se podrá conocer el nivel de madurez de esta organización.

Los niveles se utilizan en CMMI para describir un camino evolutivo recomendado para una organización que quiera mejorar los procesos que utiliza para desarrollar y mantener sus productos y servicios. Los niveles pueden también ser el resultado de la actividad de calificación de las evaluaciones.

El modelo CMMI define 5 niveles de madurez:

1. Inicial.

2. Gestionado.
3. Definido.
4. Gestionado Cuantitativamente.
5. Optimizado.

2.1.8. NIVEL 2 de CMMI

En el nivel de madurez 2 los procesos se planifican y realizan de acuerdo a políticas. Los proyectos emplean personal con habilidad que dispone de recursos adecuados para producir resultados controlados; involucran a las partes interesadas relevantes; se monitorizan, controlan y revisan; y se evalúan en cuanto a su adherencia a sus descripciones de proceso.

En el nivel de madurez 2, el estado de los productos de trabajo y la entrega de los servicios son visibles a la dirección en puntos definidos.

En este nivel las organizaciones disponen de prácticas institucionalizadas de gestión de proyectos, existen métricas básicas y seguimiento incipiente de la calidad. Para estar en el nivel 2 de CMMI se debe evidenciar gestión de las siguientes áreas de proceso:

- **Gestión de requisitos (REQM):** Gestión de los requisitos del proyecto y los productos esperados. Identificación de inconsistencias entre los requisitos y el plan de proyecto.
- **Planificación de proyectos (PP):** Establecimiento y mantenimiento de planes que definen las actividades a ejecutar durante el proyecto.
- **Seguimiento y control de proyectos (PMC):** Control del progreso, identificación de desviaciones y toma de decisiones correctivas.
- **Gestión de la subcontratación (SAM):** Gestión de la adquisición de productos y servicios a través de la existencia de un acuerdo formal con el proveedor.
- **Aseguramiento de la calidad (PPQA):** Garantía de la calidad de los procesos aplicados y de los productos obtenidos.
- **Gestión de la configuración (CM):** Establecimiento y mantenimiento de la integridad de los productos generados en el proyecto.
- **Métricas y análisis (MA):** Desarrollo, mantenimiento y uso de capacidades de medida que soporten las necesidades de información de la organización.

El nivel 2 muchas veces es el más difícil de alcanzar, ya que requiere cambios en la forma de trabajar de la empresa, lo que la mayoría de las veces implica un cambio cultural de la misma.

La principal diferencia entre este nivel y el anterior, es que los proyectos son gestionados y controlados durante el desarrollo de los mismos. El desarrollo no es opaco, y se puede saber el estado del proyecto en todo momento.

2.1.9. NIVEL 3 de CMMI

En el nivel 3 los procesos comunes para desarrollo y mantenimiento del software están documentados de manera suficiente en una biblioteca accesible a los equipos de desarrollo. Las personas han recibido la formación necesaria para comprender los procesos. En conclusión cada proceso se hace transparente para todos.

Para alcanzar este nivel de madurez deben ser formalizadas las actividades de ingeniería del producto y ser adoptadas prácticas de gestión de proyectos más avanzadas. También deben definirse procesos, procedimientos y estándares más detallados que, a diferencia del nivel 2, tendrán alcance organizacional. En este nivel de madurez hay un total de catorce áreas de proceso, dos de ellas específicas para IPPD (Equipo Integrado) y una puntualmente necesaria para SS (Adquisición de productos):

- **Desarrollo de Requerimientos (RD):** Justamente es esta área de proceso la encargada de producir y analizar los requerimientos del cliente, del producto, y de las componentes del producto.
- **Solución Técnica (TS):** Esta área de proceso incluye todas las actividades necesarias para identificar y seleccionar una solución a los requerimientos; desarrollar el diseño del producto e implementar el diseño y obtener el producto.
- **Integración del Producto (PI):** El propósito de esta área de proceso es ensamblar el producto a partir de sus componentes, garantizando que su funcionamiento sea el previsto.
- **Verificación (VE):** Esta área de proceso tiene como objetivo garantizar que los artefactos seleccionados cumplan con los requerimientos asignados. Similar en ciertos aspectos a Validación (VA) esta área de proceso apunta a evaluar si el producto final y los productos intermedios del proyecto cumplen con los requerimientos del cliente, del producto, y de las componentes del producto.
- **Validación (VA):** Esta área está enfocada en demostrar si el producto (o sus componentes) satisface las necesidades de uso en el ambiente deseado. Así como Verificación se focaliza en determinar si 'se construye bien', Validación se ocupa de evaluar si se 'construye el producto correcto'.

- **Enfoque Organizacional en el Proceso (OPF):** El propósito de esta área en particular es planificar e implementar las mejoras a los procesos de la organización. OPD, por su lado, es la encargada de establecer y mantener los “activos de proceso” (políticas, descripciones de procesos y procedimientos, estándares, métricas, etc.), mientras que OT es la responsable de desarrollar los conocimientos y habilidades del personal para que puedan desempeñar sus roles de manera adecuada.
- **Definición Organizacional del Proceso (OPD):** Esta área de proceso, complementaria de la anterior, tiene como propósito establecer y mantener un conjunto utilizable de ‘activos’ de proceso. En este contexto, un activo es cualquier elemento que forme parte de los procesos de la organización (una política, la descripción de un proceso, un estándar, la plantilla de un documento, etc.) y que sea empleado para describir, implementar y mejorar procesos.
- **Entrenamiento Organizacional (OT):** El propósito de esta área es, justamente, proveer los conocimientos y habilidades necesarios para que el personal pueda desempeñar sus roles eficaz y eficientemente, y así facilitar el cumplimiento de los objetivos estratégicos de la organización y las necesidades tácticas de los proyectos y áreas de soporte.
- **Gestión del Riesgo (RSKM):** Esta área es una evolución de las prácticas básicas de manejo de riesgo incluidas en Planificación del Proyecto (PP) y Monitoreo y Control del Proyecto (PMC) pertenecientes al nivel 2. Aquí se plantea un enfoque sistemático para planear, anticipar y mitigar riesgos para proactivamente minimizar su impacto en el proyecto.
- **Análisis y Toma de Decisiones (DAR):** Esta área tiene como propósito que determinadas decisiones sean tomadas de acuerdo a un proceso formal. Por ejemplo, decidir entre distintas alternativas de solución, o seleccionar un producto o un proveedor, son todas decisiones que podrían tomarse mediante un proceso formal compatible con los objetivos y prácticas de esta área de proceso.
- **Administración Integrada del Proyecto (IPM):** Junto a Gestión del Riesgo (RSKM) y Equipo Integrado (IPPD) (IT), esta es una de las áreas de gestión avanzada de proyectos incluidas en el nivel 3. Elaborada sobre las prácticas del nivel anterior, su propósito es administrar el proyecto y el involucramiento de todos los interesados mediante un proceso que, basado en el proceso estándar de la organización, ha sido adaptado a las necesidades particulares del proyecto.

- **Gestión Integrada de Proveedores (SS) (ISM):** Esta área de proceso, aplicable solamente en el contexto de la disciplina supplier sourcing o adquisición de productos, tiene como propósito identificar potenciales proveedores de productos y establecer con ellos relaciones mutuamente beneficiosas.
- **Ambiente Organizacional para la Integración (IPPD) (OEI):** Esta área de proceso válida solamente para la disciplina IPPD- tiene como propósito proveer la infraestructura necesaria para que los distintos grupos implicados en el proyecto trabajen de manera integrada.
- **Equipo Integrado (IPPD) (IT):** Esta es otra de las áreas de proceso aplicable únicamente cuando se emplea la disciplina IPPD. Su propósito es establecer y mantener equipos integrados para el desarrollo de productos.

Conclusiones parciales del capítulo

En este capítulo se realizó un análisis valorativo de los elementos fundamentales de los modelos teniendo en cuenta sus principales características, ventajas y desventajas de su uso. Además se describió el modelo de mejora CMMI, así como las características de su nivel 2 y 3.

Tras el estudio realizado se ha podido apreciar que:

- Ninguno de los modelos estudiados se ajusta 100% a las necesidades del departamento.
- El modelo que se creará contendrá las mejores prácticas de cada modelo donde nos permitirá obtener un software con calidad que se ajuste a las necesidades del proyecto.
- El modelo tendrá como será centrado en la arquitectura, iterativo e incremental.
- Utilizar CMMI permitirá evaluar el proceso del desarrollo de software, la calidad de la administración de un proyecto y proporcionará un marco con las mejores prácticas y aproximaciones de mejora de procesos de manera coherente.

CAPÍTULO 2: MODELO DE DESARROLLO DE SOFTWARE

2.2. Introducción

En este capítulo se detallan las actividades y procesos que conforman el modelo teniendo en cuenta las fases del Ciclo de vida de los proyectos del departamento de Soluciones Financieras, de forma tal que la calidad y agilización del desarrollo sea mucho mayor que la actual. Cada una de estas se describirá en los diagramas basados en procesos, utilizando la herramienta Visual Paradigm en su versión 5.0. Se hace referencia además a los procesos horizontales que se llevan a cabo paralelo al desarrollo, las actividades periódicas o eventuales, así como los roles y responsabilidades.

2.3. Estructura organizacional del departamento Soluciones financieras

2.3.1. Nombre

Departamento de Soluciones Financieras.

2.3.2. Visión

Este departamento tiene la visión de desarrollar componentes de software orientados al sector financiero con el objetivo de mejorar la gestión global de sus procesos, reforzar el cumplimiento de normas y mejorar los servicios a la población. Desarrollar y establecer un marco de transferencia tecnológica de todos los servicios y productos del sector financiero.

2.3.3. Estructura organizativa del departamento

El Departamento de Soluciones Financieras cuenta con una estructura central que se encarga de la gestión de los procesos centrales del departamento, está dividido por equipos de trabajo. El organigrama del departamento es el que se muestra a continuación [18], se señala en color rojo los roles que se tendrán en cuenta en la nueva estructura definida para los departamentos.

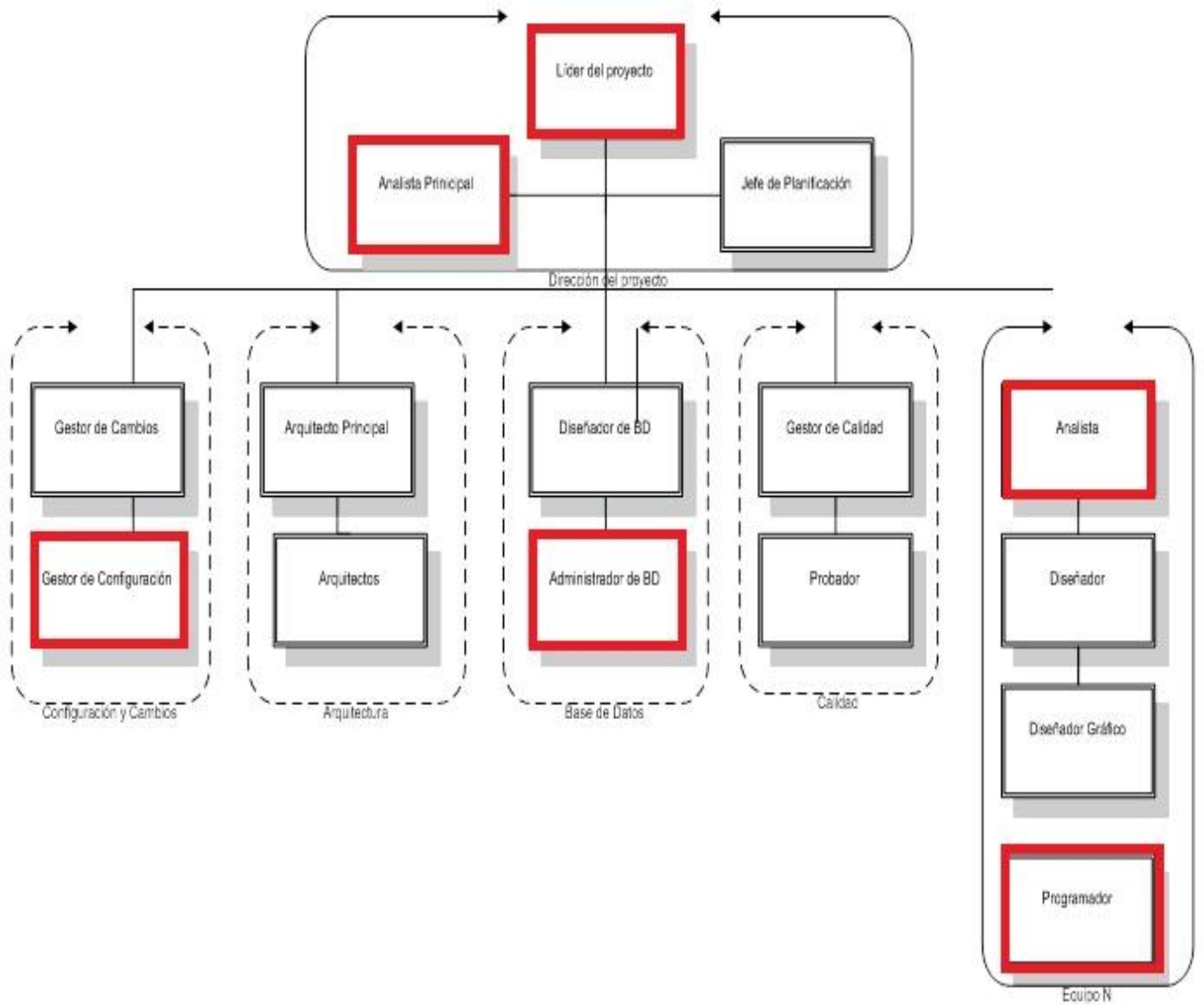


Figura 5 Estructura Organizativa del departamento de Soluciones Financieras

2.4. Estructura del modelo

El modelo de desarrollo está conformado por siete fases, un conjunto de actividades y procesos asociados a cada una de las fases, los responsables de realizar cada una de las actividades y los artefactos generados una vez que se realizan las actividades.



Figura 6 Descripción del modelo

En la Figura 8 se muestran los elementos del modelo de desarrollo de software y sus relaciones.

- Las Personas participantes en el proyecto de desarrollo desempeñan uno o más Roles específicos.
- Un Artefacto es producido por un Rol en una de sus Actividades.
- Las Actividades son una serie de pasos que lleva a cabo un Rol.
- Los Procesos contienen actividades.

2.4.1. Fases del ciclo de vida

Las fases que se muestran a continuación son las que conformarán el modelo de desarrollo, y para su definición se tuvo en cuenta lo planteado por el Proceso de Mejora que se lleva en la universidad, aunque no incluye la última fase que ahí se proponen (Soporte), pues en el departamento no se realiza ninguna actividad relacionada con estas fases.



Figura 7 Ciclo de vida de proyectos

Estudio Preliminar

En esta fase se llevan a cabo las actividades relacionadas con la planeación del proyecto a un alto nivel. Se realiza un estudio inicial de la organización cliente que permite obtener información fundamental acerca del alcance del proyecto y realizar estimaciones de tiempo, esfuerzo y costo.

Modelamiento de Negocio

Es la fase destinada a comprender los procesos de negocio de una organización. Se comprende cómo funciona el negocio que se desea automatizar para tener garantías de que el software desarrollado va a cumplir su propósito. Para la descripción y modelado de negocio pueden ser utilizadas diferentes técnicas como el Modelado de Casos de Uso del Negocio y Business Process Modeling Notation (BPMN).

Requisitos

El esfuerzo principal en la fase de Requisito es desarrollar un modelo del sistema que se va a construir. Incluye un conjunto de casos de uso, servicios que describen todas las interacciones que tendrán los usuarios con el software, estos responden a los requisitos funcionales del sistema. Además la especificación de requisitos incluye requisitos no funcionales.

Implementación

En la implementación a partir de los resultados del análisis y diseño se implementa el sistema en términos de componentes, es decir, ficheros de código fuente, scripts, ejecutables y similares.

Análisis y Diseño

Durante esta fase, de considerarse necesario, a través de los Modelos de Análisis los requisitos descritos durante la fase de Requisitos pueden ser refinados y estructurados para conseguir una comprensión más precisa de los mismos y una descripción que sea fácil de mantener y ayude a estructurar el sistema (incluyendo su arquitectura).

Durante esta fase es modelado el sistema y su forma (incluida su arquitectura) para que soporte todos los requisitos, incluyendo los requisitos no funcionales. Esto contribuye a una arquitectura sólida y estable que se convierte en un plano para la implementación. Los modelos desarrollados en esta etapa son más formales y específicos de una implementación. Durante esta fase son desarrollados el documento de arquitectura, diagramas de clases, diagramas de entidad relación, diagrama de despliegue entre otros.

Pruebas Internas

Durante esta fase el proyecto verifica el resultado de la implementación probando según sea necesaria cada construcción, incluyendo tanto las construcciones internas como intermedias, así como las versiones

finales a ser liberadas. Durante esta fase se deben desarrollar artefactos de prueba como: Diseños de casos de prueba, Listas de chequeo y de ser posibles componentes de prueba ejecutables para automatizar las pruebas.

Pruebas de Liberación

Pruebas diseñadas e implementada por el Laboratorio Industrial de Pruebas de Software a todos los entregables de los proyectos antes de ser entregados al cliente para su aceptación.

Despliegue

Durante esta fase se procede a la entrega de la solución, así como a la instalación, configuración, prueba y puesta en marcha del software en el entorno real del cliente. Las pruebas de esta fase incluyen pruebas de aceptación y pruebas pilotos. También deben realizarse en este período la capacitación y acompañamiento a clientes para asegurar que adquieran los conocimientos necesarios en la manipulación del software.

2.4.2. Roles y responsabilidades

Se realizó una selección de los roles que intervienen en el modelo, así como sus responsabilidades y las habilidades, para realizar dicha selección se tuvo en consideración lo que plantea el Proceso de Mejora que se lleva a cabo en la universidad y los roles existentes en el departamento, .

Se añadieron un total de 18 roles definidos por el Proceso de Mejora que se lleva a cabo en la Universidad, además de que se le incluyeran responsabilidades definidas por el departamento, las cuales se encuentran resaltadas en color rojo (ver **Anexo 4**):

- Alta Gerencia
- Cliente
- Coordinador de PPQA
- Especialista funcional
- Grupo revisor
- Proveedor de requisitos
- Revisor Líder
- Revisor
- Planificador
- Asesor de Calidad
- Gestor de la Medición

- Diseñador gráfico
- Analista
- Arquitecto
- Diseñador
- Diseñador de Bases de Datos
- Programador
- Probador

Se sustituyeron los nombre de 3 roles ya que desempeñaban algunas responsabilidades que define el Proceso de Mejora, estos son:

- Líder de proyecto por Jefe de proyecto.
- Gestor de Configuración por Administrador de la Configuración.
- Gestor de Calidad por Administrador de la Calidad.

Se tienen como roles diferentes a los del Proceso de Mejora y que son específicos del departamento:

Jefe de Capacitación

- Analista Principal
- Gestor de Cambios
- Administrador de BD
- Diseñador gráfico

2.4.3. Características

✓ Centrado en la arquitectura

Uno de los mayores riesgos que se corren en sistemas grandes, es que, al hacer cambios a una parte, otras se ven afectadas, el no tener en cuenta tal riesgo puede convertir un proceso de cambio en algo muy crítico y difícil de manejar. Para esto se propone que el modelo tenga una arquitectura resistente y flexible, evitando que los cambios conlleven a grandes esfuerzos.

La arquitectura es la vista del diseño completo con las características más importantes hechas más visibles y dejando los detalles de lado.

Para darle cumplimiento a lo planteado se debe diseñar tempranamente una arquitectura, que se evidencia en la actividad “Definir arquitectura de la solución”, recogida en el proceso Estudio Inicial, definido por el Proceso de Mejora.

La arquitectura no es más que desarrollar un conjunto de actividades esenciales del diseño, que sienten la estructura común del sistema y determinen las posibilidades técnicas con miras a satisfacer los requisitos con un mínimo riesgo técnico y con un uso apropiado de los recursos disponibles.

✓ **Iterativo e incremental**

Partiendo de que el desarrollo de software requiere de esfuerzo y que puede durar varios meses, es factible dividir el trabajo en partes más pequeñas, donde cada parte es una iteración que resulta en un incremento. Las iteraciones constituyen el paso por el flujo de actividades propuesto, y los incrementos el crecimiento del producto desarrollado que añade o mejora las funcionalidades del sistema en desarrollo.

El control de las iteraciones reduce el costo de los riesgos al costo de un solo incremento, si se tiene que repetir la iteración, sólo se pierde el esfuerzo mal empleado de la iteración, no el valor del producto entero. Las iteraciones son construidas sobre los artefactos tal como quedaron al final de la última iteración.

Un proceso iterativo permite una comprensión creciente de los requerimientos a la vez que se va haciendo crecer el sistema.

Los objetivos de una iteración se establecen en función de la evaluación de las iteraciones precedentes.

Se puede evidenciar esta característica mediante las actividades de los procesos definidos por el Proceso de Mejora:

- **Crear y Liberar Líneas Bases:** Los productos de trabajo son formalmente revisados y aprobados que sirve de base para desarrollos posteriores o entregas. Para la liberación de las líneas bases los elementos que la componen deben haber sido revisados y aprobados por los autorizados para ello, un cambio a una línea base puede realizarse solo mediante una solicitud de cambio.
- **Solicitud de Cambios:** Se deben registrar y analizar las solicitudes de cambio para determinar el impacto del cambio en el producto de trabajo, los productos con los que está relacionado, el presupuesto y cronograma del proyecto. Las solicitudes de cambio no refieren solamente nuevos requisitos o cambios a estos, también fallos y defectos en los productos de trabajo.

2.4.4. Ventajas y desventajas del modelo.

Ventajas:

- Mantiene un monitoreo y control de las actividades.
- Secuencia lógica de las fases.
- Buena gestión de proyecto y de riesgos.
- Cada actividad tiene una salida o resultado.

- Actualización continua de la documentación.
- Aumenta la interacción entre cliente y proyecto.
- Permite una buena planificación de los proyectos.
- Guía el proceso de desarrollo de software.
- Define una arquitectura en etapas iniciales.

Desventajas:

- Debe terminarse una fase antes de comenzar la siguiente.
- Requiere mucha documentación.
- Requiere un conocimiento de lo que define el Proceso de Mejora.

2.4.5. Invariantes del modelo de desarrollo

En caso de que al departamento de Soluciones Financiera se le añadiera otro proyecto, existen elementos que no pueden ser cambiados, ni eliminados, los cuales se mencionan a continuación.

- Las fases definidas no pueden ser cambiadas, solo se podrán añadir nuevas fases siempre que sean necesarias para el proyecto.
- Las actividades de Capacitación no deberán ser cambiadas ni eliminadas ya que estas proveerán una capacitación apropiada a las personas involucradas en los procesos para asegurar que poseen las habilidades y conocimientos necesarios.
- Los roles pueden ser cambiados o eliminados en caso de ser necesario pero siempre sus responsabilidades deben ser asumidas por algún rol.
- Los Procesos horizontales y verticales no deberán cambiarse ya que estos permiten que se cumplan las políticas definidas en el Proceso de Mejora.
- No pueden modificarse las planillas definidos en el expediente del programa de mejora.
- Las actividades de planificación en la fase Estudio Preliminar no deberán ser cambiadas ya que permitirán establecer y mantener a lo largo del ciclo de vida un plan y un cronograma de desarrollo con el cual se mantengan comprometidos todos los involucrados del proyecto.
- Las actividades eventuales y periódicas no deberán ser eliminadas, ni cambiadas ya que estas permitirán la recolección, almacenamiento y análisis de las mediciones de proyectos y centros, el progreso de los proyectos de la organización será controlado continuamente, con el objetivo de conocer el estado en cualquier parte del ciclo de vida del proyecto. Esto ha de permitir la identificación de los problemas oportunamente para en consecuencia adoptar las medidas que

permiten mantener al proyecto dentro de los límites establecidos de alcance, costo, tiempo y calidad.

2.5. Descripción del modelo durante el Ciclo de vida de proyectos del departamento de Soluciones Financieras

2.5.1. Actividades de la Fase: Estudio Preliminar

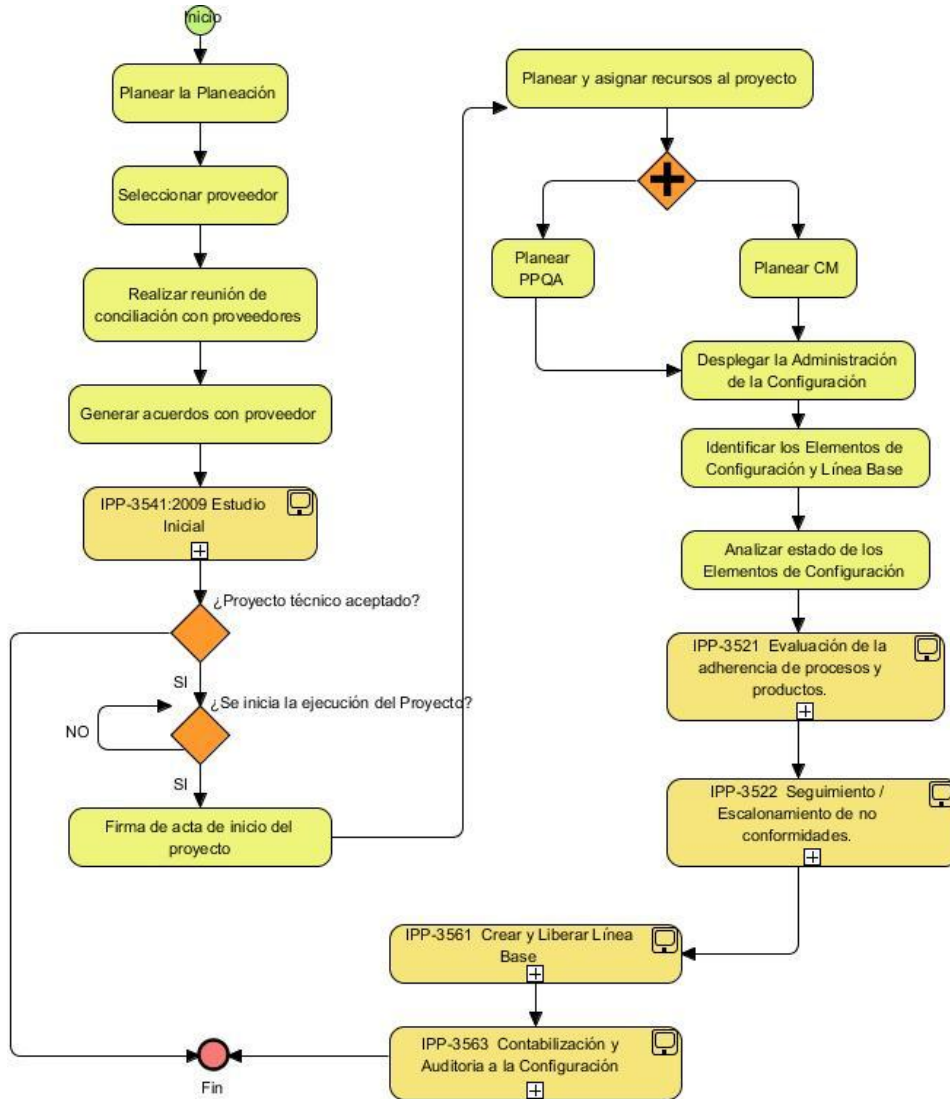


Figura 8 Estudio Preliminar

Actividad 1: Planear la planeación.

Descripción: En esta actividad se define el calendario y responsables para las principales actividades del proceso de planeación del proyecto.

Artefactos:

- WBS (Work Breakdown Structure o Estructura de Descomposición del Trabajo).
- Calendario.

Roles que ejecutan:

- Jefe de Proyecto.
- Planificador.

Actividad 2: Seleccionar proveedor.

Descripción: Se revisan las Propuestas de los Proveedores. Se registran los posibles proveedores teniendo en cuenta los criterios que aparecen en esta, se evalúan cada uno de los proveedores. Basados en los criterios anteriores se selecciona al proveedor más adecuado. En caso de que el proveedor seleccionado no estuviese en el catálogo de proveedores de la organización se actualiza el catálogo.

Artefactos:

- Evaluación de Proveedores.
- Selección de Proveedores.
- Catálogo de Proveedores (Actualizado).

Roles que ejecutan:

- Jefe de Proyecto.
- Alta Gerencia.

Actividad 3: Realizar reunión de conciliación con proveedores.

Descripción: Se realiza la reunión de conciliación en la que se negocian los intereses de ambas partes, se llega a un acuerdo y se elabora el cronograma de trabajo. Se llega a las bases del acuerdo que se pretende establecer.

Artefactos:

- Minuta de Reunión.

Roles que ejecutan:

- Jefe de Proyecto.
- Analista.

- Proveedor.

Actividad 4: Generar acuerdos con proveedor.

Descripción: Se llega a un acuerdo con el proveedor y son aprobados y firmados por las partes.

Artefactos:

- Acuerdo con el Proveedor (Firmado).
- WBS y Calendario (Aprobado).
- Selección de proveedores (Actualizado con el vínculo al acuerdo).
- Plan de Desarrollo (Actualizado).

Roles que ejecutan:

- Jefe de Proyecto.
- Proveedor.

Actividad 5: IPP-3541:2009 Estudio Preliminar.

Descripción: En esta se planifican las actividades a desarrollarse durante el estudio preliminar, se identifican los representantes del Cliente que suministrarán la información relevante para la elaboración y posterior validación del Proyecto Técnico, estableciéndose además los tiempos para su elaboración y aceptación.

Ver subproceso IPP-3541:2009 Estudio Preliminar del Libro de Proceso para la Planeación del Proyecto

Actividad 6: Firma de acta de inicio del proyecto.

Descripción: Se firma el acta de inicio en la que se acuerda formalmente la fecha de inicio y arranque del proyecto.

Artefactos:

- Acta de inicio.

Roles que ejecutan:

- Jefe de Proyecto.
- Cliente.
- Alta Gerencia.

Actividad 7: Planear y asignar recursos al proyecto.

Descripción: Se solicita a la alta gerencia los recursos planificados. La alta gerencia asigna recursos al proyecto.

Artefactos:

- WBS y Calendario (Actualizado).
- Plan de Desarrollo de Software (Plan de recursos humanos actualizado).
- Planes y Registro de Monitoreo (Plan de recursos materiales actualizado).

Roles que ejecutan:

- Jefe de Proyecto.
- Planificador.
- Alta Gerencia.

Actividad 8: Planearla Administración de la Configuración.

Descripción: Se elabora o actualiza el Plan de Administración con los nuevos datos de la iteración, en caso que sea necesario.

Artefactos:

- Plan de Desarrollo de Software (Plan de Administración de la configuración).

Roles que ejecutan:

- Jefe de Proyecto.
- Administrador de la configuración.
- Planificador.

Actividad 9: Planear el Aseguramiento de la Calidad a Proceso y Producto.

Descripción: Planear PPQA. Sistemáticamente. Se define la cantidad de revisiones que se van a hacer y en qué momento.

Artefactos:

- Plan de PPQA (Redmine).
- Registro de Evaluaciones del Proyecto).
- Registro de Evaluaciones de PPQA.
- WBS y calendario (Actualizado).

Roles que ejecutan:

- Jefe de Proyecto.
- Especialista de la calidad.
- Planificador.

Actividad 10: Desplegar la Administración de la Configuración.

Descripción: Se identifican los niveles de seguridad. Se definen los mecanismos de respaldo y recuperación.

Artefactos:

- Repositorio del Proyecto.
- Accesos.

Roles que ejecutan:

- Administrador de la configuración.
- Jefe de Proyecto.

Actividad 11: Identificar los Elementos de Configuración y Línea Base.

Descripción: Se nombran los elementos de configuración del proyecto que se van creando, siempre acorde a lo planteado en el documento estándar de configuración.

Artefactos:

- Elementos de configuración del Proyecto.

Roles que ejecutan:

- Administrador de la configuración.
- Jefe de Proyecto.

Actividad 12: Analizar estado de los Elementos de Configuración.

Descripción: Se hace una actualización del repositorio, guiándose por lo descrito en el manual de la herramienta. Se aplican los cambios a un elemento de configuración. Se revisan las actualizaciones e integridad de un elemento de configuración y se publica el elemento de configuración, guiándose por lo descrito en el manual de la herramienta.

Artefactos:

- Elemento de configuración (Actualizado).
- Repositorio (Actualizado).

Roles que ejecutan:

- Equipo de Trabajo.

Actividad 13: Realizar procesos horizontales.

2.5.2. Actividades de la Fase: Modelamiento de Negocio

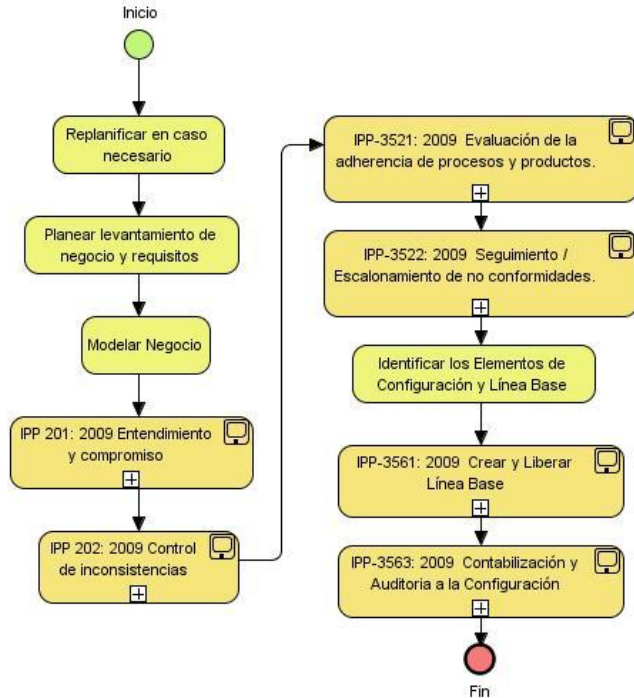


Figura 9 Fase: Modelamiento de Negocio

Actividad 1: Replanificar en caso necesario.

Descripción: Se actualizan los planes si existe algún cambio.

Artefactos:

- WBS y Calendario.

Roles que ejecutan:

- Jefe de Proyecto.
- Planificador.

Actividad 2: Modelar Negocio.

Descripción: Recoge todas las subactividades relacionadas con el modelamiento del negocio.

Artefactos:

- Descripción de requisitos del cliente: Permite realizar una descripción detallada por agrupación de requisitos funcionales, constituyendo la información base en las diferentes etapas del ciclo de vida del software.

- Modelo de negocio con CU.
- Modelo de dominio.
- Diccionario de datos (Actualizado).
- Reglas del Negocio.
- Glosario de términos (Actualizado).

Roles que ejecutan:

- Analista.
- Proveedor de requisitos.

Actividad 3: Realizar procesos horizontales.

2.5.3. Actividades de la Fase: Requisitos

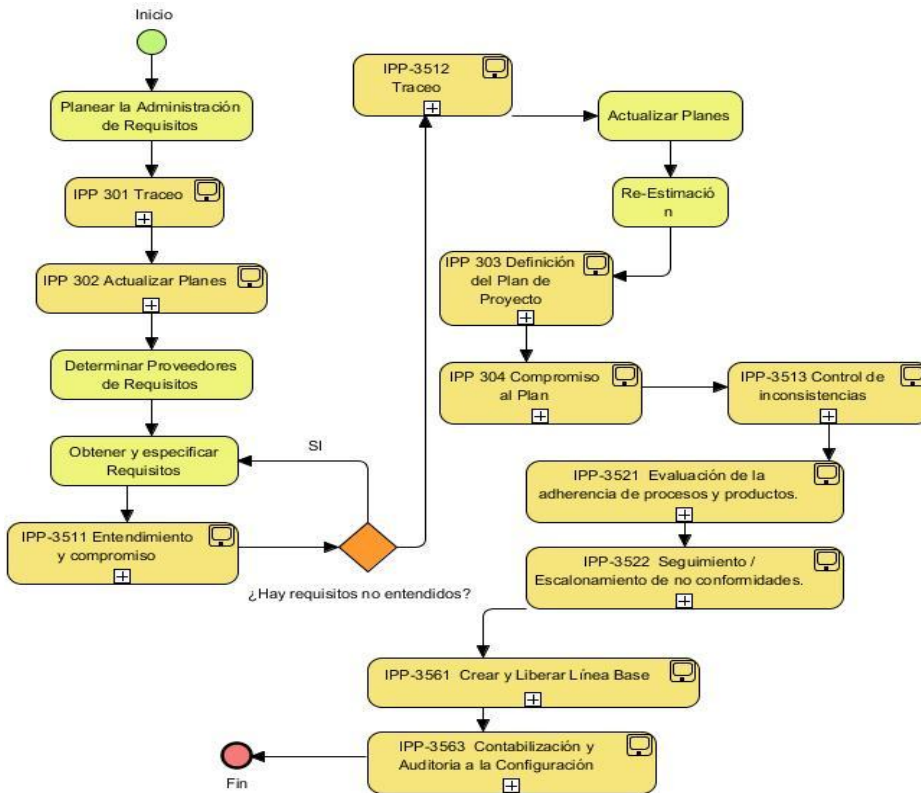


Figura 10 Fase: Requisitos

Actividad 1: Planear la Administración de Requisitos.

Descripción: Actualiza las actividades concernientes a la administración de requisitos y prepara herramientas de trabajo.

Artefactos:

- WBS y Calendario (Actualizado).
- Glosario de términos.

Roles que ejecutan:

- Jefe de Proyecto.
- Analista.
- Planificador.

Actividad 2: IPP-3512:2009 Traceo.

Descripción: Genera el reporte de análisis de la trazabilidad en caso de ser necesario. Actualiza los atributos de los elementos y la dirección de trazabilidad entre ellos.

Ver subproceso IPP-3512:2009 Traceo del Libro de Procesos para la Administración de la Configuración.

Actividad 3: Planes.

Descripción: Actualiza el Plan de Desarrollo de Software con las nuevas actividades.

Artefactos:

- Plan de Desarrollo de Software (Actualizado).

Roles que ejecutan:

- Jefe de Proyecto.
- Planificador.

Actividad 4: Determinar Proveedores de Requisitos.

Descripción: Se determinan los proveedores de requisitos que salen del catálogo de proveedores.

Artefactos:

- Lista de proveedores válidos.

Roles que ejecutan:

- Jefe de Proyecto.
- Analista.
- Proveedor de requisitos.

Actividad 5: Obtener y especificar Requisitos.

Descripción: Se levantan los requisitos, su definición y especificación, para lo que se describen los requisitos funcionales y no funcionales, se especifican los casos de uso del sistema si el proyecto lo

requiere, las salidas del sistema si el proyecto lo requiere. Se comienza la elaboración de los prototipos de interfaz de usuario.

Artefactos:

- Especificación de requisitos de software.
- Evaluación de requisitos.
- Evaluación de Casos de Uso.
- Especificación de casos de uso.
- Documento de salidas del sistema (Actualizado).
- Diccionario de datos (Actualizado).

Roles que ejecutan:

- Analista.

Actividad 6: Realizar el proceso horizontal IPP-3511: 2009 Entendimiento y compromiso.

Actividad 7: IPP-3512:2009 Traceo

Descripción: Genera el reporte de análisis de la trazabilidad en caso de ser necesario. Actualiza los atributos de los elementos y la dirección de trazabilidad entre ellos.

Ver subproceso IPP-3512:2009 Traceo del Libro de Procesos para la Administración de la Configuración.

Actividad 8: Actualizar Planes.

Descripción: Actualiza el Plan de Desarrollo de Software con las nuevas actividades.

Artefactos:

- Plan de Desarrollo de Software (Actualizado).

Roles que ejecutan:

- Jefe de Proyecto.
- Planificador.

Actividad 9: Re-Estimación.

Descripción: Utilizando la herramienta de estimación se realiza una segunda estimación del tiempo de desarrollo, costo y recursos humanos del proyecto.

Artefactos:

- Reporte de estimación del proyecto.

Roles que ejecutan:

- Jefe de Proyecto.

Actividad 10: IPP-3544:2009 Definición del Plan del Proyecto.

Descripción: En el WBS se determinan las dependencias entre las actividades del mismo.

Se definen las suposiciones y restricciones del proyecto en el Plan de Desarrollo de Software.

Ver subproceso IPP-3544:2009 Definición del Plan del Proyecto del Libro de Procesos para la Planificación de Proyecto.

Actividad 11: IPP-3546:2009 Compromiso al Plan.

Descripción: Se revisan los planes y se realiza el compromiso con los Planes revisados.

Ver subproceso IPP-3546:2009 Compromiso al Plan del Libro de Procesos para la Planificación de Proyecto.

Actividad 12: Realizar procesos horizontales.

2.5.4. Actividades de la Fase: Análisis y Diseño

En el diagrama se señala las actividades específicas del departamento.

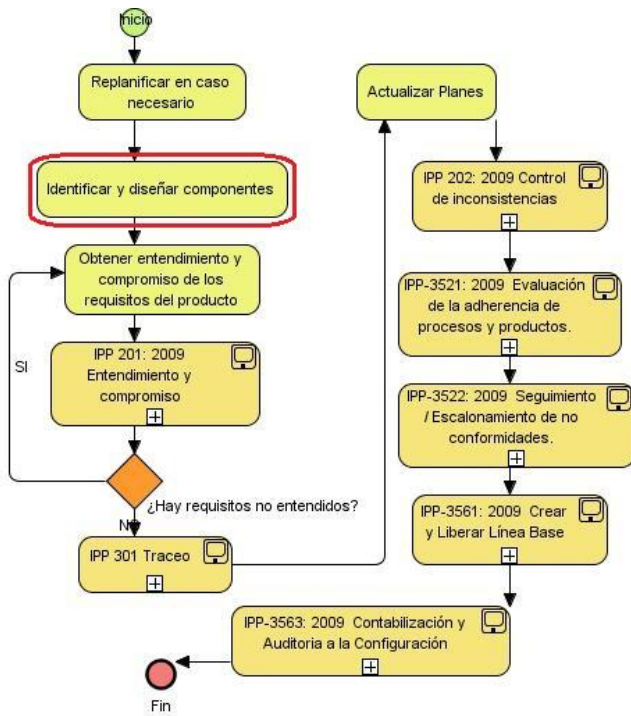


Figura 11 Fase: Análisis y Diseño

Actividad 1: Replanificar en caso necesario.

Descripción: Se actualizan los planes si existe algún cambio.

Artefactos:

- WBS y Calendario.

Roles que ejecutan:

- Jefe de Proyecto.
- Planificador.

Actividad 2: Identificar y diseñar componentes

Descripción: Se diseñan los componentes a partir de los CU obtenidos.

Artefactos:

- Prototipo de Interfaz de usuario.
- Modelo de datos.
- Diseño de clases.
- Modelo de diseño.
- Definición de la Arquitectura (Definición de los componentes reutilizables y otras cuestiones de la arquitectura).

Roles que ejecutan:

- Diseñador.
- Diseñador de Interfaz Usuario.
- Arquitecto.
- Diseñador de Base datos.

Actividad 3: Obtener entendimiento y compromiso de los requisitos del producto.

Descripción: Define artefactos a obtener en cada fase del proyecto, asociado a cada requisito.

Artefactos:

- Descripción de requisitos del producto.
- Diagrama de clases.
- Diagrama Entidad Relación.
- Diagrama de interacción.
- Diagrama de despliegue.
- Ejecutables.
- Documentos de arquitectura.
- Código fuente.

- Casos de Prueba.

Roles que ejecutan:

- Analista.
- Jefe de Proyecto.
- Arquitecto de software.
- Todos los involucrados.

Actividad 4: Realizar el proceso horizontal IPP-3511: 2009 Entendimiento y compromiso.

Actividad 5: IPP-3512:2009 Traceo.

Descripción: Genera el reporte de análisis de la trazabilidad en caso de ser necesario. Actualiza los atributos de los elementos y la dirección de trazabilidad entre ellos. Ver subproceso IPP-3512:2009 Traceo del Libro de Procesos para la Administración de la Configuración.

Actividad 6: Actualizar Planes.

Descripción: Actualiza el Plan de Desarrollo de Software con las nuevas actividades.

Artefactos:

- Plan de Desarrollo de Software (Actualizado).

Roles que ejecutan:

- Jefe de Proyecto.
- Planificador.

Actividad 7: Realizar procesos horizontales.

2.5.5. Actividades de la Fase: Implementación

En el diagrama se señala las actividades específicas del departamento.

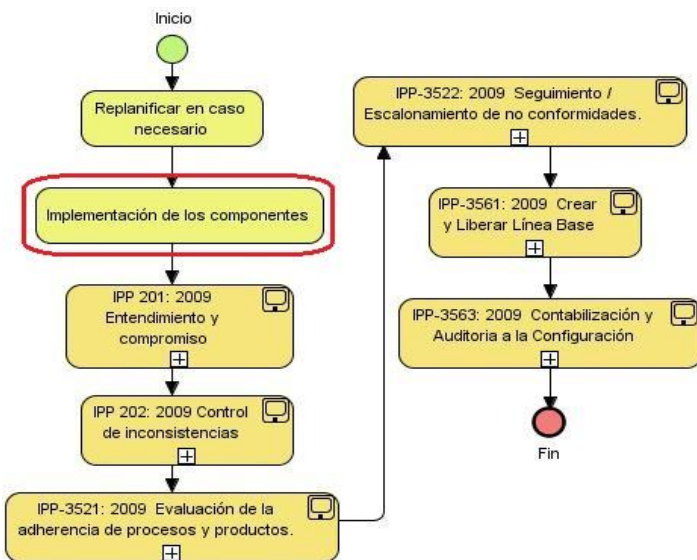


Figura 12 Fase: Implementación

Actividad 1: Replanificar en caso necesario.

Descripción: Se actualizan los planes si existe algún cambio.

Artefactos:

- WBS y Calendario.

Roles que ejecutan:

- Jefe de Proyecto.
- Planificador.

Actividad 2: Implementación de los componentes

Descripción: Se implementan los componentes diseñados.

Artefactos:

- Diagrama de componentes del módulo y de cada caso de uso.
- Código fuente de cada Caso de Uso.

Roles que ejecutan:

- Programador.
- Arquitecto.

Actividad 3: Realizar procesos horizontales.

2.5.6. Actividades de la Fase: Pruebas Internas

En el diagrama se señala las actividades específicas del departamento.

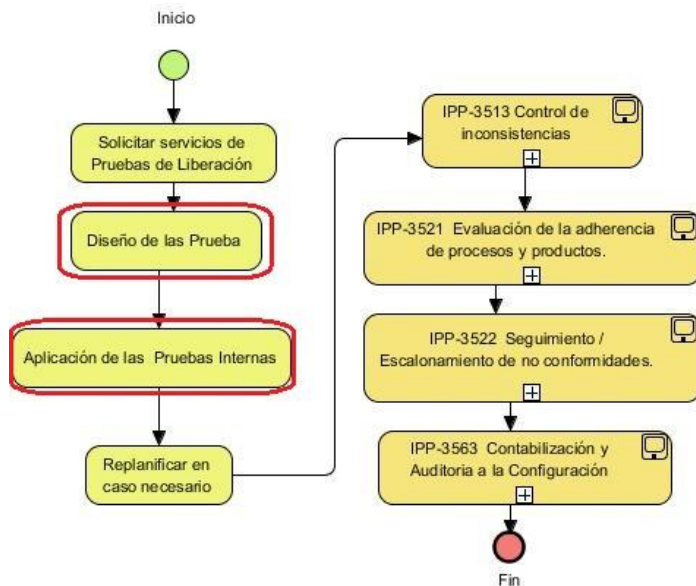


Figura 13 Fase: Pruebas Internas

Actividad 1: Solicitar servicios de Pruebas Internas.

Descripción: Se solicita al departamento de Calidad las Pruebas Internas.

Artefactos:

- Solicitud de Pruebas Internas.

Roles que ejecutan:

- Jefe de Proyectos.

Actividad 2: Diseño de las Pruebas.

Descripción: Preparar la estrategia de pruebas.

Artefactos:

- Estrategia de pruebas.
- Diseño de Caso de Pruebas.
- Listas de chequeo.

Roles que ejecutan:

- Analistas.

- Especialista de Calidad.

Actividad 3: Aplicación de las Pruebas Internas.

Descripción: Se realizan pruebas internas del sistema antes de incorporarlo al departamento de calidad para que realice la pruebas de liberación, tratando de garantizar las detecciones de la menor cantidad de no conformidades.

Artefactos:

- Resultado de prueba de integración (Por Caso de Uso).
- Resultado de prueba de funcionalidad (Por caso de uso).

Roles que ejecutan:

- Especialista de Calidad.

Actividad 4: Replanificar en caso necesario.

Descripción: Se actualizan los planes si existe algún cambio.

Artefactos:

- WBS y Calendario.

Roles que ejecutan:

- Jefe de Proyecto.
- Planificador.

Actividad 5: Realizar procesos horizontales.

2.5.7. Actividades de la Fase: Pruebas de Liberación

Pruebas diseñadas e implementada por el Laboratorio Industrial de Pruebas de Software a todos los entregables de los proyectos antes de ser entregados al cliente para su aceptación.

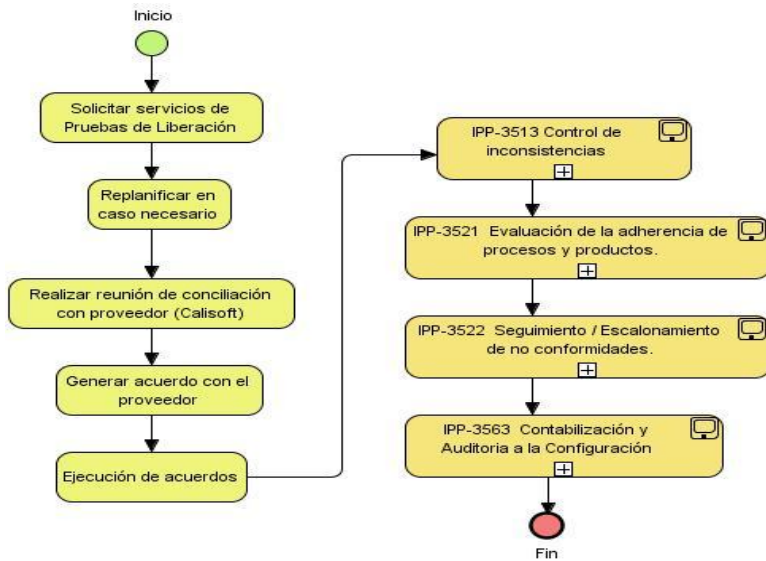


Figura 14 Fase: Pruebas de Liberación

Actividad 1: Solicitar servicios de Pruebas de Liberación.

Descripción: Se solicita al departamento de Calidad las Pruebas de Liberación.

Artefactos:

- Solicitud de Pruebas de Liberación.

Roles que ejecutan:

- Jefe de Proyecto.

Actividad 2: Replanificar en caso necesario.

Descripción: Se actualizan los planes si existe algún cambio.

Artefactos:

- WBS y Calendario.

Roles que ejecutan:

- Jefe de Proyecto.
- Planificador.

Actividad 3: Realizar reunión de conciliación con proveedor

Descripción: En la reunión se negocian los intereses de ambas partes, se llega a un acuerdo y se elabora el cronograma de trabajo. Se llega a las bases del acuerdo que se pretende establecer.

Artefactos:

- Minuta de Reunión.

Roles que ejecutan:

- Jefe de Proyecto.
- Proveedor.
- Analista.

Actividad 4: Generar acuerdo con el proveedor.

Descripción: Una vez estudiados los requisitos y actualizado el WBS y Calendario se llega a un acuerdo.

Artefactos:

- Acuerdo con el Proveedor (Firmado).
- WBS y Calendario (Aprobado).
- Selección de proveedores (Actualizado con el vínculo al acuerdo).
- Plan de Desarrollo (Actualizado).

Roles que ejecutan:

- Jefe de Proyecto.
- Proveedor.

Actividad 5: Ejecución de acuerdos.

Descripción: Se le entregan los artefactos que necesita el proveedor para satisfacer las necesidades del proyecto. Se les entrega a los proveedores los equipos y/o materiales según lo planeado.

Artefactos:

- Selección de proveedores (Actualizado con el vínculo al acuerdo).
- Acuerdo con el Proveedor (Firmado).
- WBS y Calendario (Aprobado).
- Plan de Desarrollo (Actualizado).

Roles que ejecutan:

- Jefe de Proyecto.
- Experto Funcional.
- Proveedor.
- Analista.

Actividad 6: Realizar procesos horizontales.

2.5.8. Actividades de la Fase: Despliegue

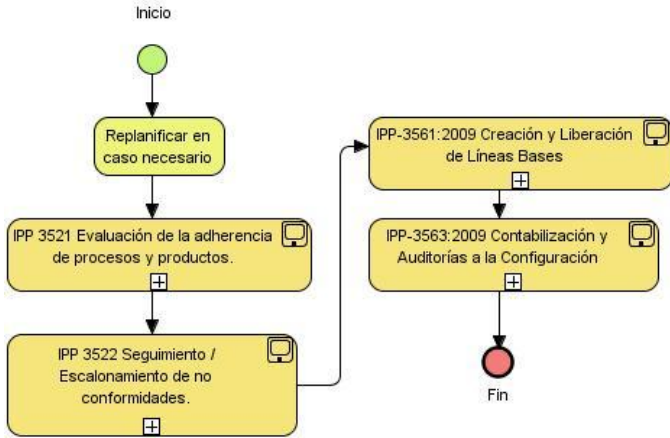


Figura 15 Fase: Despliegue

Actividad 1: Replanificar en caso necesario.

Descripción: Se actualizan los planes si existe algún cambio.

Artefactos:

- WBS y Calendario.

Roles que ejecutan:

- Jefe de Proyecto.
- Planificador.

Actividad 3: Realizar procesos horizontales.

2.6. Procesos horizontales al ciclo de vida.

Conjunto al ciclo de vida se realizarán procesos horizontales con el objetivo de mantener la integridad de los productos, controlar y evaluar los cambios sobre ellos, y facilitar la visibilidad de estos según los niveles de seguridad apropiados, asegurar de la calidad de procesos y productos permitan a la Alta Gerencia de la organización y a los proyectos tener una visión objetiva del estado del cumplimiento de los procesos y productos de trabajo establecidos en la organización.

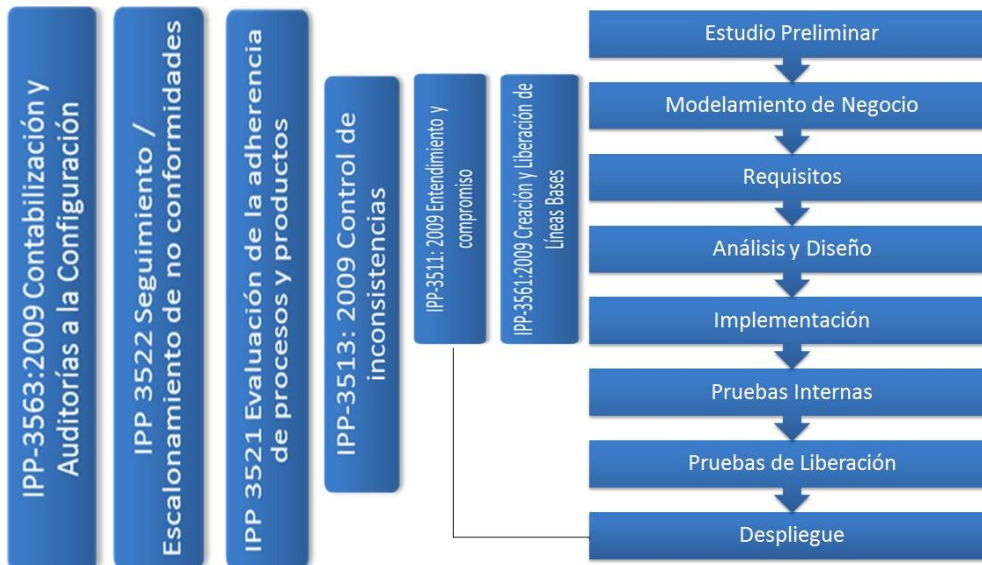


Figura 16 Procesos horizontales al ciclo de vida de proyectos.

Proceso: IPP-3511: 2009 Entendimiento y compromiso.

Descripción: Se realizan actividades para obtener un entendimiento común del negocio y compromiso por ambas partes.

Ver subproceso IPP-3511: 2009 Entendimiento y compromiso del Libro de Procesos para la Administración de la Configuración.

Proceso: IPP-3513: 2009 Control de inconsistencias.

Descripción: Se crean productos de trabajo consistentes.

Ver subproceso IPP-3513: 2009 Control de inconsistencias del Libro de Procesos para la Administración de la Configuración.

Proceso: IPP 3521: 2009 Evaluación de la adherencia de procesos y productos.

Descripción: Se realizan las evaluaciones de Adherencia al Proceso y el Producto al final de cada fase o según la guía de adaptación en mutuo acuerdo con los involucrados.

Ver Subproceso IPP 3521: 2009 Evaluación de la adherencia de procesos y productos del Libro de Proceso para PPQA v2.

Proceso: IPP 3522: 2009 Seguimiento / Escalonamiento de no conformidades.

Descripción: Se realiza un seguimiento mientras queden no conformidades abiertas en el Registros de evaluaciones del proyecto.

Ver Subproceso IPP 3522 Seguimiento / Escalonamiento de no conformidades del Libro de Proceso para el Aseguramiento de la Calidad a Proceso y Producto v2.

Proceso: IPP-3561:2009 Creación y Liberación de Líneas Bases.

Descripción: Se crea una entrada en el directorio del repositorio, con el nombre y la versión determinada de la Línea Base en el que se copian los elementos de configuración que conforman la misma.

Ver Subproceso IPP-3561:2009 Creación y Liberación de Líneas Bases del Libro de Procesos para la Administración de la Configuración.

Proceso: IPP-3563:2009 Contabilización y Auditorías a la Configuración.

Descripción: Se establece la integridad de las líneas bases, elementos de configuración y repositorio.

Ver Subproceso IPP-3563:2009 Contabilización y Auditorías a la Configuración del Libro de Procesos para la Administración de la Configuración.

2.7. Actividades eventuales

Actividades que se realizan en algún momento del ciclo de vida con alguna finalidad concreta.

2.7.1. Subproceso IPP-3562:2009 Control de Cambios

El Subproceso IPP-3562:2009 Control de Cambios se realizan independientemente de la fase en la que se encuentre el proyecto, solo depende de que ocurra un cambio.

Ver subproceso Control de Cambios del libro de Proceso IPP-3560_2009 Libro de Proceso para la Administración de la Configuración.

2.7.2. Actividades eventuales de la Administración de Acuerdos con Proveedores

Las actividades eventuales de Administración de Acuerdos con Proveedores se realizan independientemente de la fase en la que se encuentre el proyecto.



Figura 17 Actividades de la Administración de Acuerdos con Proveedores

Actividad 1: Determinar necesidad de adquisición

Descripción: Se determina la necesidad de adquirir un producto/ servicio/Software/COTS.

Se define el tipo de la adquisición.

Artefactos:

- Solicitud de Oferta de Productos y Servicios (Creada y aprobada).

Roles que ejecutan:

- Jefe de Proyecto.
- Alta Gerencia.

Actividad 2: Enviar convocatoria.

Descripción: Se envía la Solicitud de Oferta de Productos y Servicios a los posibles proveedores.

Artefactos:

- Selección de Proveedores.

Roles que ejecutan:

- Jefe de Proyecto.

Actividad 3: Seleccionar proveedor.

Descripción: Se revisan las Propuestas de los Proveedores. Se registran los posibles proveedores teniendo en cuenta los criterios que aparecen en esta, se evalúan cada uno de los proveedores. Basados en los criterios anteriores se selecciona al proveedor más adecuado. En caso de que el proveedor seleccionado no estuviese en el catálogo de proveedores de la organización se actualiza el catálogo.

Artefactos:

- Evaluación de Proveedores.
- Selección de Proveedores.
- Catálogo de Proveedores (Actualizado).

Roles que ejecutan:

- Jefe de Proyecto.

Actividad 4: Realizar reunión de conciliación.

Descripción: Se realiza la reunión de Conciliación.

En la reunión se negocian los intereses de ambas partes, se llega a un acuerdo y se elabora el cronograma de trabajo. Se llega a las bases del acuerdo que se pretende establecer.

Artefactos:

- Minuta de Reunión.

Roles que ejecutan:

- Jefe de Proyecto.
- Experto Funcional.
- Proveedor.
- Analista.

Actividad 5: Generar acuerdo con el proveedor.

Descripción: Una vez estudiados los requisitos y actualizado el WBS y Calendario se llega a un acuerdo.

Artefactos:

- Acuerdo con el Proveedor (Firmado).
- WBS y Calendario (Aprobado).
- Selección de proveedores (Actualizado con el vínculo al acuerdo).
- Plan de Desarrollo (Actualizado).

Roles que ejecutan:

- Jefe de Proyecto.
- Proveedor.

Actividad 6: IPP-3571:2009 Monitorear acuerdo con proveedores.

Descripción: Se le entregan los artefactos que necesita el proveedor para satisfacer las necesidades del proyecto. Se les entrega a los proveedores los equipos y/o materiales según lo planeado.

Ver subproceso Monitorear acuerdo con proveedores del libro de Proceso IPP-3530_2009 Libro de Proceso Monitoreo y Control de Proyecto 2.0.

2.7.3. Actividades eventuales de Revisiones Hito/análisis

Se hacen revisiones de hito o análisis según corresponda y haya sido acordado.

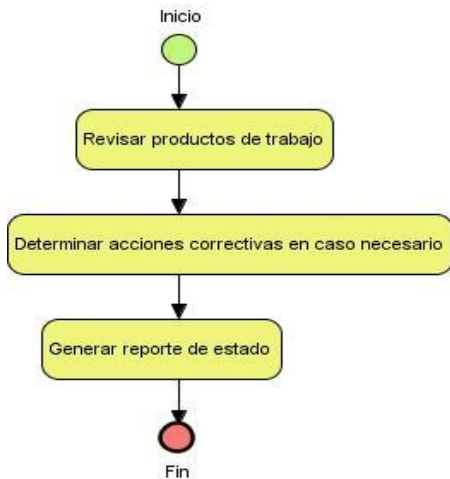


Figura 18 Actividades de la Administración de Acuerdos con Proveedores

Actividad 1: Revisar productos de trabajo.

Descripción: Se revisan los productos de trabajo que va desarrollando el proveedor según el acuerdo.

Artefactos:

- Problemas, Desviaciones y Acciones.
- Reporte de estado del proveedor.
- Acta de Liberación.

Roles que ejecutan:

- Jefe de proyecto.
- Proveedor.
- Experto funcional.

- Analista.

Actividad 2: Determinar acciones correctivas en caso necesario.

Descripción: En caso de que en la revisión haya alguna desviación es necesario determinar acciones correctivas para corregir la desviación detectada.

Artefactos:

- Problemas, Desviaciones y Acciones.

Roles que ejecutan:

- Jefe de proyecto.
- Proveedor.
- Experto funcional.
- Analista.

Actividad 3: Generar reporte de estado.

Descripción: Se genera un reporte de estado donde se recoge el estado de cumplimiento de los acuerdos con el proveedor.

Artefactos:

- Reporte de estado del proveedor.
- Acta de Liberación.

Roles que ejecutan:

- Jefe de proyecto.
- Proveedor.
- Experto funcional.
- Analista.

2.7.4. Actividades eventuales de Capacitación

Se debe proveer una capacitación apropiada a las personas que serán integradas al departamento para asegurar que posean las habilidades y conocimientos necesarios para la ejecución de las responsabilidades de los roles que se les asignen.

Actividad 1: Selección del personal.

Descripción: Se realiza el proceso de selección del personal.

Artefactos:

- Listado de personal: Recoge el listado del personal seleccionado a ingresar al departamento.

Roles que ejecutan:

- Jefe de Capacitación.

Actividad 2: Identificar necesidades de entrenamiento y capacitación.

Descripción: Se realiza el proceso de selección del personal.

Artefactos:

- Necesidades de entrenamiento y capacitación: Recoge las necesidades de por qué se debe realizar el proceso de capacitación y entrenamiento.

Roles que ejecutan:

- Jefe de Capacitación.

Actividad 3: Crear expedientes.

Descripción: Se crean y organizan expedientes para cada miembro del equipo de desarrollo.

Artefactos:

- Expedientes de miembros: Recoge todos los datos personales de los nuevos miembros.

Roles que ejecutan:

- Jefe de Capacitación.

Actividad 4: Gestionar y coordinar acciones de capacitación.

Descripción: Gestionar y coordinar acciones de capacitación, en el ámbito nacional y extranjero.

Artefactos:

- Acciones de capacitación: Recoge las coordinaciones de las acciones de capacitación a realizar.

Roles que ejecutan:

- Jefe de Capacitación.

Actividad 5: Planificar un plan de entrenamiento.

Descripción: Se diseña, planifica, organiza y controla un plan de entrenamiento que se ajuste a las necesidades del proyecto.

Artefactos:

- Plan de entrenamiento: Recoge las acciones y actividades a realizar la capacitación y entrenamiento.

Roles que ejecutan:

- Jefe de Capacitación.

Actividad 6: Definir los recursos.

Descripción: Se definen y gestionan los recursos necesarios para dar cumplimiento al plan de entrenamiento.

Artefactos:

- Listado de recursos: Listado de recursos necesarios para dar cumplimiento al plan de entrenamiento.

Roles que ejecutan:

- Jefe de Capacitación.

2.8. Actividades periódicas.

2.8.1. Actividades de Monitoreo y Control de Proyecto.

Las actividades de Monitoreo y Control de Proyecto se realizarán cada 15 días y las mismas consisten en la revisión de los valores reales de los indicadores del proyecto (tareas, recursos materiales y humanos, riesgos, compromisos, datos, participación de los involucrados relevantes y solicitudes de cambio) y se comparan con valores planeados. A partir de estas revisiones se identifican las desviaciones del proyecto.

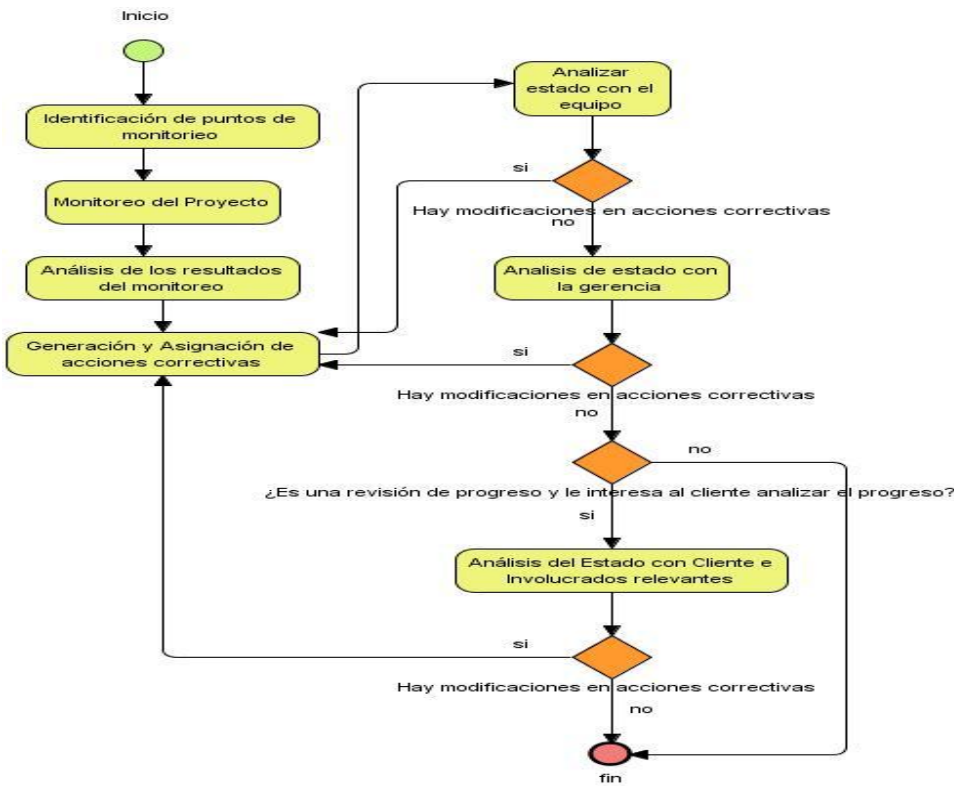


Figura 19 Actividades de Monitoreo y Control de Proyecto

Actividad 1: Identificación de los Puntos de Monitoreo.

Descripción: Se definen según el calendario del proyecto, cuándo se realizarán las revisiones de hito y de progreso.

Artefactos:

- Plan de Desarrollo (Actualizado).
- WBS y Calendario (Aprobado).

Roles que ejecutan:

- Jefe de proyecto.

Actividad 2: Monitoreo del Proyecto.

Descripción: Se analizan las desviaciones detectadas en el monitoreo, teniendo en cuenta si se encuentra en el margen de holgura del proyecto o si la actividad asociada está en la ruta crítica del mismo.

Artefactos:

- Planes y Registro de Monitoreo (Actualizado).
- Registro de Problemas, Desviaciones y Acciones (Creado).

Roles que ejecutan:

- Jefe de proyecto

Actividad 3: Análisis de los Resultados del Monitoreo.

Descripción: Se registran los valores reales del estado de los parámetros. Se realizan el monitoreo de los diferentes parámetros en dependencia de tipo de revisión.

Artefactos:

- Planes y Registro de Monitoreo (Actualizado).
- Registro de Problemas, Desviaciones y Acciones (Creado).

Roles que ejecutan:

- Jefe de proyecto

Actividad 4: Generación y Asignación de Acciones Correctivas.

Descripción: Se definen acciones correctivas para las desviaciones significativas identificadas como resultado del análisis.

Artefactos:

- Registro de Problemas, Desviaciones y Acciones (Actualizado).
- Plan de Desarrollo (Actualizado).

- WBS y Calendario (Aprobado).

Roles que ejecutan:

- Jefe de proyecto.

Actividad 5: Análisis del Estado con Equipo.

Descripción: Se presentan los reportes al equipo de trabajo. Se revisan los diferentes parámetros con el equipo, si se detectan errores o diferencias en valores de los mismos, actualizar en los casos necesarios los documentos Planes y Registro de Monitoreo, WBS y Calendario, el Reporte de Estado de Proyecto, el Reporte de Hitos para Alta Gerencia, el Reporte de Hitos para Cliente.

Artefactos:

- Registro de Problemas, Desviaciones y Acciones (Actualizado).
- Planes y Registro de Monitoreo (Actualizado).
- Reporte de Estado de Proyecto (Actualizado).
- Reporte de Hitos para Alta Gerencia (Actualizado).
- Reporte de Hitos para Cliente (Actualizado).
- Minuta de reunión.

Roles que ejecutan:

- Jefe de proyecto.
- Equipo de trabajo.

Actividad 6: Análisis del Estado con Gerencia.

Descripción: Se revisan los compromisos tanto internos como externos que aún no se han cumplido o que estén en riesgo significativo de no cumplirse. Identificar y documentar problemas y su impacto en el Registro de Problemas, Desviaciones y Acciones, en caso de presentarse alguno.

Artefactos:

- Registro de Problemas, Desviaciones y Acciones (Actualizado).
- Minuta de reunión.

Roles que ejecutan:

- Jefe de proyecto.
- Equipo de trabajo.

Actividad 7: Análisis del Estado con Cliente e Involucrados relevantes.

Descripción: Presentar y entregar el Reporte Hitos para Cliente si es una revisión de hito. Revisar los compromisos externos que aún no se han cumplido o que estén en riesgo significativo de no cumplirse. Identificar y documentar problemas y su impacto.

Artefactos:

- Registro de Problemas, Desviaciones y Acciones (Actualizado).
- Minuta de reunión.

Roles que ejecutan:

- Jefe de proyecto.
- Cliente e Involucrados externos.

2.8.2. Actividades de Medición y Análisis.

Subproceso IPP-3553:2009 Recolectar y Almacenar los Datos de la Medición.

Descripción: Ver subproceso Recolectar y Almacenar los Datos de la Medición del libro de Proceso IPP-3550-2009_Libro de Proceso para Medición y Análisis v2.0.

Subproceso IPP-3554:2009 Analizar datos de la Medición y Comunicar los Resultados.

Descripción: Ver subproceso Analizar datos de la Medición y Comunicar los Resultados del libro de Proceso IPP-3550-2009_Libro de Proceso para Medición y Análisis v2.0.

2.9. Cambios para alcanzar un nivel 3 de CMMI

- En la Gestión de Requisitos, se incorporarán nuevas técnicas de captura y especificación de requisitos.
- En la Gestión de Proyectos, será necesario realizar una integración entre los diferentes planes de proyecto, adaptar los procesos actuales, mantener un histórico de las estimaciones, realizar una gestión avanzada de riesgos, utilizar umbrales en la gestión.
- En la Gestión de la Configuración, se realizarán auditorías de la configuración, y nuevos planes de gestión de configuración.
- Se realizarán la validación y verificación de los requisitos con el objetivo de satisfacer las expectativas y cubrir las especificaciones correctamente.
- Establecimiento de métricas para todos los procesos y creación de un repositorio de métricas.

Conclusiones parciales del capítulo

Con este capítulo se da cumplimiento a la identificación y descripción de los elementos que conformarán el modelo de desarrollo, los procesos, las actividades y artefactos que lo conforman teniendo en cuenta las necesidades del departamento y lo planteado por el nivel 2 de CMMI, además de sugerir cambios para el paso al nivel 3. Se detallaron además los procesos horizontales y eventuales que se llevan a cabo en el departamento de Soluciones Financieras.

Con este modelo se resuelven los problemas de organización que presenta el departamento, se logra una adecuada documentación contando con artefactos y entregables normalizados, se obtiene un buen control de las actividades, los integrantes del proyecto asumen las responsabilidades definidas para cada rol que desempeñan. El modelo se encuentra además documentado con una mejor descripción de las actividades y procesos.

Capítulo 3: VALIDACIÓN DE LA SOLUCIÓN PROPUESTA

3.1. Introducción

Para realizarle la validación a la propuesta descrita en el capítulo anterior, se decidió conformar un Panel de Expertos que aportará su opinión acerca de la adecuación del modelo. La validación se realizará mediante el método Delphi, al cual se hará referencia más adelante.

3.2. Método de experto

Los métodos de expertos surgen precisamente para demostrar la confiabilidad que tiene determinada propuesta realizada. Dichos métodos se basan precisamente en el conocimiento que tienen determinadas personas, denominadas expertos, en la materia que se va a tratar.

Los métodos de expertos tienen las siguientes ventajas [16]:

- La información disponible está siempre más contrastada que aquella de la que dispone el participante mejor preparado, es decir, que la del experto más versado en el tema. Esta afirmación se basa en la idea de que varias cabezas son mejor que una.
- El número de factores considerado por un grupo es mayor que el que podría ser tenido en cuenta por una sola persona. Cada experto podrá aportar a la discusión general la idea que tiene sobre el tema debatido desde su área de conocimiento.

3.3. Método Delphi

El método Delphi surge para minimizar los inconvenientes de los métodos expertos y para maximizar sus ventajas, logrando que cumpla de esta forma con las expectativas requeridas. Este método será el utilizado para realizar la validación de la propuesta del capítulo 2 de la tesis.

Delphi procede por medio de la interrogación a expertos con la ayuda de cuestionarios sucesivos, a fin de poner de manifiesto convergencias de opiniones y deducir eventuales consensos, por lo que constituye un procedimiento para confeccionar un cuadro de la evolución de situaciones complejas.

Se basa en la organización de un “diálogo anónimo” entre los expertos consultados de modo individual, a partir de la aplicación de un cuestionario, con el propósito de obtener un consenso general del tema o los motivos que discrepan entre estos.

Los expertos que fueron seleccionados, se someten a una serie de interrogantes sucesivas, cuyas respuestas se procesan estadísticamente para conocer la coincidencia o discrepancia que estos tienen en cuanto a lo consultado. Este proceso iterativo, en el que en cada cuestionario se informa los resultados del

anterior, da la posibilidad al experto de modificar sus respuestas anteriores, en función de los elementos aportados por otros expertos. Este método presenta tres características fundamentales:

Anonimato: los expertos van respondiendo las preguntas sin consultar con los demás, por lo que se hace imprescindible que ninguno conozca la identidad del resto del grupo, ni que se encuentran opinando sobre un mismo tema.

Iteración y realimentación controlada: la iteración se consigue al presentar varias veces el mismo cuestionario. De esta forma, al ir presentando los resultados obtenidos en cuestionarios anteriores, se logra que los expertos vayan conociendo los distintos puntos de vista y decidan cambiar su criterio si los argumentos presentados les parecen más apropiados que los suyos.

Respuesta estadística del grupo: el procesamiento de cada ronda se realiza con métodos estadísticos. Esto es la característica más importante que diferencia a este método de otros existentes.

Para la realización de este método se elegirán un conjunto de expertos que serán los encargados de llevar a cabo la validación de la propuesta. Durante este período ningún experto conocerá la identidad del resto de sus compañeros, permitiendo así que pueda defender sus criterios u opiniones aun siendo estos erróneos. Además, se evita que un miembro sea influenciado por la opinión de la mayoría o por la reputación de uno de sus compañeros. Un aspecto importante es la correcta selección de los expertos, puesto que ofrece no solo la certeza de un resultado correcto sino también un alto grado de confiabilidad y credibilidad.

3.4. Aplicación del método

Para la aplicación del método se siguieron las etapas que se mencionan a continuación y que serán descritas en el transcurso de este epígrafe:

- Etapa 1: formulación del problema.
- Etapa 2: elección de expertos.
- Etapa 3: elaboración y lanzamiento de los cuestionarios (en paralelo con la fase 2).
- Etapa 4: desarrollo práctico y análisis de los resultados.

3.4.1. Formulación del problema

Se trata de una etapa fundamental en la realización de un Delphi. En un método de expertos, la importancia de definir con precisión el campo de investigación es muy grande por cuanto que es preciso estar muy seguros de que los expertos reclutados y consultados poseen todos, la misma noción de este campo. La elaboración del cuestionario debe ser llevada a cabo según ciertas reglas: las preguntas deben

ser precisas, cuantificables (versan por ejemplo sobre probabilidades de realización de hipótesis y/o acontecimientos, la mayoría de las veces sobre datos de realización de acontecimientos) e independientes (la supuesta realización de una de las cuestiones en una fecha determinada no influye sobre la realización de alguna otra cuestión) [17].

3.4.2. Elección de los expertos

Se dice que un experto es aquella persona, grupo de personas u organización que posee conocimientos amplios o aptitudes en un área particular del conocimiento, capaces de valorar, formular conclusiones objetivas y dar recomendaciones acerca del problema mostrado.

Los expertos se seleccionaron teniendo en cuenta que cumplieran con los criterios siguientes:

- Graduado de Nivel Superior.
- Dos años de experiencia como mínimo.
- Vinculación al desarrollo de productos informáticos.
- Conocimientos acerca del Desarrollo de Software.
- Conocimiento acerca de CMMI.
- Capacidad de análisis y pensamiento lógico.

Para poner en práctica el método se seleccionaron diez expertos dentro de la Universidad de las Ciencias Informáticas (UCI) a los cuales se les presentó la propuesta de participación , de ellos siete respondieron afirmativamente brindando su colaboración en la investigación y formando parte del equipo de validación.

La autovaloración de los expertos se obtuvo luego de realizar una encuesta con el objetivo de determinar los coeficientes de competencia de los expertos seleccionados y recopilar información más detallada y actualizada sobre la labor que desempeñaban, la calificación profesional, los años de experiencia en el tema y la categoría docente y científica. Para acceder a la encuesta aplicada consultar **Anexo 1**.

Cálculo del coeficiente de competencia

Para seleccionar los expertos a participar en la validación hay que tener en cuenta la valoración por competencias. Para ello se calcula el coeficiente de competencia (K) el cual se basa en los resultados de la encuesta de autovaloración sobre su nivel de conocimiento del tema (K_c) y el coeficiente de argumentación o valoración del conocimiento (K_a). El coeficiente de conocimiento (K_c) se obtiene de la siguiente tabla que recoge una autoevaluación del posible experto.

Tabla 2 Grado de conocimientos de expertos

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
---	---	---	---	---	---	---	---	---	----

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

En esta tabla el experto debe marcar según el grado de conocimiento que tenga sobre el tema que se ha puesto a su consideración en una escala del 1 al 10, luego para ajustarla a la teoría de las probabilidades se multiplica por 0.1. De esta forma, una evaluación de 0 quiere decir que el experto no posee conocimiento alguno sobre el tema y una evaluación de 10 significa que domina el tema perfectamente.

El coeficiente de argumentación o fundamentación de los criterios de la persona se obtiene del resultado de la suma de los puntos alcanzados a partir de las respuestas obtenidas en el llenado que hace la persona en la pregunta 2. Para calcular el Ka se le asigna un valor a cada una de las posibles respuestas del encuestado. A continuación se muestra la tabla con los valores asignados por el Método Delphi.

Tabla 3 Escala de puntos para la determinación del coeficiente de argumentación

No.	Fuentes de argumentación	Grado de influencia		
		Alto	Medio	Bajo
1.-	Análisis realizado por Ud.	0,3	0,2	0,1
2.-	Experiencia.	0,5	0,4	0,2
3.-	Trabajos de autores nacionales.	0,05	0,05	0,05
4.-	Trabajos de autores extranjeros.	0,05	0,05	0,05
5.-	Su propio conocimiento del tema.	0,05	0,05	0,05
6.-	Su intuición.	0,05	0,05	0,05

Con estos datos ya es suficiente para calcular el coeficiente de competencia K a través de la siguiente fórmula: $K = 0.5 (Kc + Ka)$, donde Kc es el coeficiente de conocimientos y Ka el coeficiente de argumentación.

El coeficiente K, teóricamente, se encuentra siempre entre 0.25 y 1. Mientras más cercano esté el valor de K a uno, mayor es el grado de competencia de la persona. Este resultado se debe interpretar a través de la siguiente escala brindada por el método Delphi [17]:

Si $0,8 < k < 1,0$ el coeficiente de competencia es alto.

Si $0,5 < k < 0,8$ el coeficiente de competencia es medio.

Si $k < 0,5$ el coeficiente de competencia es bajo.

Los expertos seleccionados para formar parte del grupo de validación fueron aquellos cuyos resultados del coeficiente de competencia fueron Alto.

De los diez expertos a los que se les hicieron la encuesta de autoevaluación, sólo siete fueron seleccionados para continuar con la ejecución del método, los resultados se muestran en los Anexos:

Otro aspecto importante en la selección de los expertos es el número de expertos que debe tener el grupo. No existe una norma generalizada para determinar el número óptimo de expertos, sin embargo, hasta siete expertos el error disminuye exponencialmente, después de treinta, aunque el error disminuye lo hace de manera poco significativa y no compensa el incremento de costos y esfuerzo, por lo que se sugiere utilizar un número de expertos en el intervalo de siete a treinta [17]. Dado lo anterior y que nueve estuvieron de acuerdo en participar y que de ellos siete tuvieron un coeficiente entre medio y alto, se decidió que el número de expertos del Comité de Expertos sería siete.

3.4.3. Elaboración y lanzamiento de los cuestionarios (en paralelo con la fase 2)

Una vez seleccionados los expertos, se continúa con la elaboración de la encuesta para la validación de la propuesta, para ello se hace necesario confeccionar un cuestionario de forma tal que se adapten a las condiciones de los expertos. Para la elaboración de las preguntas se tuvieron en cuenta los siguientes objetivos generales:

El cuestionario fue conformado de forma tal que las respuestas fueran categorizadas en (Muy adecuado (C1), Bastante adecuado (C2), Adecuado (C3), Poco adecuado (C4) y No adecuado (C5).

Para acceder al cuestionario para la validación del modelo, consultar **Anexo 2**.

3.4.4. Establecimiento de la concordancia entre los Expertos

Para darle mayor validez a la propuesta se necesita calcular el Coeficiente de Concordancia de Kendall, el cual permite comprobar el grado de coincidencia de las valoraciones realizadas por los expertos.

Ecuación 1 Coeficiente de Concordancia de Kendall

$$W = \frac{12 * S}{K^2(N^3 - N)}$$

Donde la suma de los cuadrados de las desviaciones de la media (S) se obtiene de la sumatoria de los rangos (Sj) entre N, siendo N el total de aspectos a evaluar (los aspectos son las preguntas del cuestionario), K es el número total de expertos.

Para la aplicación del Coeficiente de Concordancia de Kendall se construye una tabla que contiene los Aspectos evaluados en la encuesta contra los Expertos a los que se le realizó la misma, en esta tabla se sitúan los rangos de valoración en términos numéricos del uno al cinco, tomando el valor más alto (5) como C1 (Muy Adecuado) y así respectivamente. Estos datos son tomados a partir de la encuesta de validación realizada a los expertos.

Tabla 4 Escala del grado de factibilidad de cada pregunta

No	E1	E2	E3	E4	E5	E6	E7	Sj
1	4	4	4	3	3	4	3	25
2	4	5	5	4	5	5	3	31
3	4	5	5	3	5	4	3	56
4	4	5	5	3	4	5	4	30
5	4	3	4	3	4	4	3	25
6	4	4	5	4	5	4	3	55
7	4	5	4	3	5	4	2	27
8	4	4	5	3	5	5	3	29
9	4	4	5	4	4	5	2	56
10	5	4	5	3	3	5	5	30
11	5	4	5	3	3	4	4	28
12	5	3	5	3	4	4	3	58

A continuación se muestran los cálculos realizados para determinar la concordancia de los expertos:

K es el número de expertos que intervienen en el proceso de validación, por lo tanto, K=7.

N, cantidad de aspectos a validar, en este caso N=12.

Sj, suma de los rangos asignados a cada pregunta por parte de los expertos.

La media de los rangos se determina a través de la fórmula:

Ecuación 2 media de rangos asignados a cada pregunta

$$\bar{S}_j = \frac{\sum_{j=1}^N S_j}{N}$$

Obteniendo el valor de:

La media de los rangos es igual a 37.5

Para resumir en varios pasos lo que se ha planteado anteriormente y lo que se hará a continuación, sirve como guía la metodología establecida a continuación:

- La suma de los valores numéricos asignados a cada valor que se evalúa, según el criterio emitido por cada uno de los expertos (Rj).
- El valor medio (\bar{S}_j), dado por la sumatoria de las Rj entre N, siendo esta última el total de aspectos a evaluar (los aspectos serán el número de preguntas del cuestionario, en este caso N= 12).

- La desviación media, dada por la diferencia entre cada R_j y el valor de la media.
- La suma de los cuadrados de las desviaciones medias, S .
- El cuadrado del número total de expertos, K . En este caso $K=7$.
- El cubo del número total de aspectos a evaluar, N .
- La diferencia entre el cubo de N y N y su multiplicación por el cuadrado de K .

Para determinar la desviación media se utiliza la siguiente ecuación:

Ecuación 3 Desviación media

$$\sum_{j=1}^N (s_j - \bar{s})^2$$

Ya con todos estos datos se puede calcular el Coeficiente de Kendall (W) mediante la siguiente fórmula:

Ecuación 4 Coeficiente de Kendall

$$W = \frac{12 * S}{K^2(N^3 - N)}$$

El coeficiente de Kendall (W) brinda el valor que permite determinar el nivel de concordancia entre los expertos. Este valor W siempre es positivo y va a oscilar entre 0 y 1, además con él se puede calcular el Chi Cuadrado real, precisamente para observar si existe o no concordancia entre los expertos y se calcula mediante la fórmula siguiente:

Ecuación 5 Chi Cuadrado real

$$\chi^2 = K(N - 1)W$$

Después de calcular el Chi Cuadrado se procede a comparar el valor con el de las tablas estadísticas. Si se cumple que $X^2_{real} < X^2(\alpha, N-1)$ entonces quiere decir que existe concordancia entre los expertos.

Ecuación 6 Comparación de los Chi Cuadrado

$$X^2_{real} < X^2(\alpha, N - 1)$$

Teniendo en cuenta la probabilidad de error de un 10% según la cantidad de expertos presentes en la evaluación y después de realizar los cálculos se concluye que $X^2_{real} = 21.3681319$ y $X^2(0.1, 11) = 31,2635$, lo cual afirma el cumplimiento de la comparación y por tanto la concordancia entre los expertos.

Para acceder a los cálculos realizados, consultar los **Anexos**.

3.4.5. Desarrollo práctico y análisis de los resultados

Los expertos que formaron parte del panel recibieron el cuestionario a responder con un total de 12 preguntas, los cuales fueron enviados vía e-mail garantizando el anonimato de los mismos, debido a que fueron enviados a cada uno por separado, evitando que se supiera el nombre del resto de los miembros del panel. Se realizó una sola ronda de preguntas y luego se prosiguió a analizar los resultados.

Se confeccionaron tablas para ir recogiendo los resultados aportados por los expertos. Para ello se utilizó el programa Excel 2007 y dichos resultados se recogieron en una tabla como la que sigue:

Tabla 5 Frecuencias absolutas para cada pregunta de la encuesta

	C1	C2	C3	C4	C5
P1	0	4	3	0	0
P2	4	2	1	0	0
P3	3	2	2	0	0
P4	3	3	1	0	0
P5	0	4	3	0	0
P6	2	4	1	0	0
P7	2	3	1	1	
P8	3	2	2	0	0
P9	2	4	0	1	0
P10	4	1	2	0	0
P11	2	3	2	0	0
P12	2	2	3	0	0
Totales	27	33	21	3	0

Los resultados recogidos en la tabla anterior quedan representados en la siguiente figura mostrando el grado de aceptación de cada uno de los aspectos y preguntas evaluadas por los expertos.

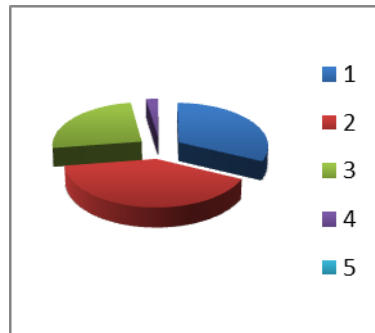


Figura 20 Gráfico de las frecuencias absolutas

Luego de tener todos los datos computados se procede a la ejecución de los siguientes pasos para la obtención de los resultados esperados. Luego de tener todos los datos computados se procede a la ejecución de los siguientes pasos para la obtención de los resultados esperados.

- ❖ Se construye una tabla de frecuencia absoluta acumulada donde cada número en la fila se obtiene sumándole el anterior, excepto el primero que se mantiene igual.

Tabla 6 Frecuencias acumuladas

	C1	C2	C3	C4	C5
P1	0	4	7	7	7
P2	4	6	7	7	7
P3	3	5	7	7	7
P4	3	6	7	7	7
P5	0	4	7	7	7
P6	2	6	7	7	7
P7	2	5	6	7	7
P8	3	5	7	7	7
P9	2	6	6	7	7
P10	4	5	7	7	7
P11	2	5	7	7	7
P12	2	4	7	7	7

- ❖ Se copia la tabla anterior y se borran los dígitos. En esta nueva tabla se construye la tabla de frecuencia relativa acumulada, la cual se logra dividiendo por 10, que es el número total de expertos, cada uno de los números de la tabla anterior. Dado que con cuatro puntos se obtienen cinco intervalos y en la tabla hay cinco categorías, se elimina una columna, pues no es necesaria.

Tabla 7 Frecuencias relativas acumuladas

	C1	C2	C3	C4	C5
P1	0	0.57142857	1	1	1
P2	0.571428571	0.85714286	1	1	1
P3	0.428571429	0.71428571	1	1	1
P4	0.428571429	0.85714286	1	1	1
P5	0	0.57142857	1	1	1
P6	0.285714286	0.85714286	1	1	1
P7	0.285714286	0.71428571	0.85714286	1	1
P8	0.428571429	0.71428571	1	1	1
P9	0.285714286	0.85714286	0.85714286	1	1
P10	0.571428571	0.71428571	1	1	1
P11	0.285714286	0.71428571	1	1	1
P12	0.285714286	0.57142857	1	1	1

- ❖ Se buscan las imágenes de los elementos de la tabla anterior, y la nueva tabla que se obtiene cuenta con cuatro elementos nuevos.

Suma: Es la suma de las columnas y de las filas.

P: Promedio de las filas

N: Se obtiene al dividir la suma de las sumas de todas la filas entre el número que se ha obtenido de multiplicar el total de categorías por el de preguntas.

N-P: Valor promedio que otorgan los expertos consultados a cada pregunta propuesta.

Capítulo 3: VALIDACIÓN DE LA SOLUCIÓN PROPUESTA

Tabla 8 Nivel de adecuación

N=0.804761905									
	C1	C2	C3	C4	C5	Suma	Promedio	N-P	Nivel de adecuación
P1	0	0.57142857	1	1	1	3.57142857	9.65714286	-	Muy Adecuado
P2	0.571428571	0.85714286	1	1	1	4.42857143	0.88571429	0.08095238	Muy Adecuado
P3	0.428571429	0.71428571	1	1	1	4.14285714	0.82857143	0.02380952	Muy Adecuado
P4	0.428571429	0.85714286	1	1	1	4.28571429	0.85714286	0.05238095	Muy Adecuado
P5	0	0.57142857	1	1	1	3.57142857	0.71428571	0.09047619	Muy Adecuado
P6	0.285714286	0.85714286	1	1	1	4.14285714	0.82857143	0.02380952	Muy Adecuado
P7	0.285714286	0.71428571	0.85714286	1	1	3.85714286	0.77142857	0.03333333	Muy Adecuado
P8	0.428571429	0.71428571	1	1	1	4.14285714	0.82857143	0.02380952	Muy Adecuado
P9	0.285714286	0.85714286	0.85714286	1	1	4	0.8	0.0047619	Muy Adecuado
P10	0.571428571	0.71428571	1	1	1	4.28571429	0.85714286	0.05238095	Muy Adecuado
P11	0.285714286	0.71428571	1	1	1	4	0.8	0.0047619	Muy Adecuado
P12	0.285714286	0.57142857	1	1	1	3.85714286	0.77142857	0.03333333	Muy Adecuado
Suma	3.857142857	8.71428571	11.7142857	12	12	48.2857143			
Puntos de corte	0.321428571	0.72619048	0.97619048	1	1				

La suma obtenida de las 4 primeras columnas da los puntos de corte. Estos puntos de corte se utilizan para determinar el grado de adecuación o categoría de cada aspecto encuestado según los expertos.

Si el valor promedio de adecuación del elemento a evaluar es:

- Menor o igual que 0.32 el nivel de adecuación es Muy adecuado.
- Mayor que 0.32 y menor o igual que 0.72 el nivel de adecuación es Bastante adecuado.
- Mayor que 0.72 y menor o igual que 0.97 el nivel de adecuación es Adecuado.
- Entre 0.97 y 1 el nivel de adecuación es Poco adecuado.
- Mayor que 1 el nivel de adecuación es No adecuado.

Una vez aplicado el método Delphi, las encuestas realizadas a los 7 expertos arrojaron resultados satisfactorios:

- Todas las preguntas fueron valoradas por los expertos de Muy adecuada.
- El 100% de los expertos coinciden en la utilidad que tiene la puesta en práctica de la propuesta en el departamento de Soluciones Financieras.

Conclusiones parciales del capítulo

A partir de la aplicación de método de validación Delphi mediante el cuestionario aplicado se comprobó que la propuesta realizada tuvo resultados satisfactorios, mostrando la necesidad existente de la utilización de un modelo de desarrollo de software.

Esta propuesta contribuye a ejecutar las prácticas necesarias por áreas de proceso para dar cumplimiento a los objetivos del Programa de Mejora, se logra una mejor planificación de las actividades.

Además la propuesta contiene una secuencia lógica de las fases, descripción entendible de las actividades, procesos, roles y responsabilidades, propone los artefactos necesarios para recoger las evidencias necesarias para el departamento.

CONCLUSIONES GENERALES

Para alcanzar los objetivos propuestos en el presente trabajo de diploma se llevaron a cabo una serie de tareas que permitieron obtener las metas propuestas, por lo que se puede concluir de forma general lo siguiente:

- Se realizó el estudio del arte de los modelos de desarrollo de software existentes, arribando a la selección de los que mejor se ajustan a las necesidades del departamento de Soluciones Financieras.
- Se confeccionó la propuesta del Modelo de Desarrollo de Software para el departamento de Soluciones Financieras, incluyendo y describiendo los procesos, las actividades y artefactos que lo conforman teniendo en cuenta las necesidades del departamento y lo planteado por el nivel 2 de CMMI.
- Como parte final de la investigación, se validó la propuesta a través del Método Delphi como variante de los Métodos de Expertos, arrojando como resultado la aceptación de los elementos propuestos respaldado por el grado de coincidencia en los criterios del grupo de expertos.
- El modelo propuesto para desarrollar software en el departamento de Soluciones Financieras favorece el trabajo del equipo de trabajo y clientes, resuelve los problemas que presenta el departamento, logra una adecuada documentación contando con artefactos y entregables normalizados, obtiene un buen control de las actividades, los integrantes del proyecto asumen las responsabilidades definidas para cada rol que desempeñan.

RECOMENDACIONES

Partiendo de que con el desarrollo del presente trabajo se dio cumplimiento a su objetivo general se recomienda lo siguiente:

- Poner en práctica el modelo propuesto en el departamento de Soluciones Financieras.
- Confeccionar cursos de capacitación para los miembros del proyecto que utilizarán el modelo para dar cumplimiento de forma efectiva a todas las actividades definidas en él.
- Definir un Modelo de Desarrollo de Software para el CEIGE que adopte los principios y buenas prácticas del nivel 2 de CMMI y se tenga en cuenta el modelo propuesto.
- Tener en cuenta la nueva estructura organizativa que se está definiendo para la organización de los departamentos.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- [1] Booch, G., Rumbaugh J., El Proceso Unificado de Desarrollo de Software, Addison Wesley 2000.
- [2] Pressman, R, Ingeniería del Software: Un enfoque práctico, 2005.
- [3] Sommerville, I., Ingeniería de Software, Pearson Educación, 2002
- [4] CARREIRA, et al., 2008
- [5]<http://www.virtual.unal.edu.co/cursos/sedes/manizales/4060010/lecciones/Capitulo1/modelo.htm>.
- [6] ALLSOFT S.A. de C.V., 2007.
- [7] Patricio Letelier (Letelier, 2008).
- [8] Juan Palacio Bañeres, Compendio de Ingeniería del Software I, Marzo 2006.
- [9] José Navarro, Compendio 3400 Ingeniería de Software, Lección 05: Modelos para el Desarrollo de Software, 2006.
- [10] Ingeniería del Software II, Clase 1: Modelos de desarrollo de Software, septiembre 2007.
- [11] O. Hummel, "Semantic Component Retrieval in Software Engineering," Tesis Doctoral, Universidad Mannheim, 2008.
- [12] Mills, H., O'Neill, D. The Management of Software Engineering, IBM Systems, 1980.
- [13] Catherine Picazzo M., Norha M. Villegas M., Gabriel Tamura M., Análisis descriptivo del proceso de implementación del nivel 2 del modelo CMMI en una empresa regional de desarrollo de software, 2008.
- [14] Méndez Nava, Elvia Margarita, Modelo de Evaluación de Metodologías para el Desarrollo de Software, julio 2006.
- [15] '<http://www.ingenierossoftware.com/calidad/cmm-cmmi.php>'.
- [16] GTIC. 2007. Grupo de Tecnologías de la Información y las Comunicaciones. SSR - ETSI Telecomunicación - UPM. [En línea] 2007. [Citado el: 10 de mayo de 2010.] Disponible en: <http://www.gtictic.ssr.upm.es/encuestas/delphi.htm>.
- [17] Ramirez Urizarri, Luis Arturo. Algunas consideraciones acerca del método de evaluación utilizando el criterio de expertos., Julio 6 de 1999. URL <http://www.revistaciencias.com/publicaciones/EEkZyIEFEVDEhxqKXi.php> fi. Conferencia dictada en Santafé de Bogotá, D. C. (Colombia) [Consultado: Abril 2012].
- [18] Plan de Desarrollo de Software SAGEB, 2009.
- [19] 0000034949-Roles y responsabilidades, 2008.

BIBLIOGRÁFICAS

- [1] La mejora de los procesos de software en las pequeñas y medianas empresas (PIME). Un nuevo modelo y su aplicación en un caso real. REISIS Revista Española de Innovación, Calidad e Ingeniería de Software, diciembre, año/ vol. 1, número 002, 2005.
- [2] CMMI después de la certificación, REICIS Revista Española de Innovación, Calidad e Ingeniería del Software, vol. 6, núm. 3, noviembre, 2010, pp. 76-83, Cabral Freije, María Vanesa; Cukier, JuanJo, 2005.
- [3] Modelos de Ciclo de Vida de Desarrollo de Software en el Contexto de la Industria Colombiana de Software, Hugo F. Arboleda Jiménez. MSc, 2002.
- [4] IMPACTO DE LA APLICACIÓN DEL MODELO CMMI NIVEL 2 EN EL CICLO DE VIDA DE UN PROYECTO, MARÍA PEÑA GARCÍA, MAYO 2009.
- [5] Proceso Software y Ciclo de Vida, Gonzalo Méndez, Dpto. de Ingeniería de Software e Inteligencia Artificial Facultad de Informática Universidad Complutense de Madrid, 2008-2009
- [6] El Proceso de Desarrollo de Software: Modelos, Enfoques y Métodos, Prof. Judith Barrios Albornoz, 2006.
- [7] INGENIERÍA DEL SOFTWARE: METODOLOGÍAS Y CICLOS DE VIDA, Laboratorio Español de Calidad del Software, **Marzo 2009**
- [8] Ingeniería de Software, Diseño, construcción y mantenimiento de sistemas de software grandes, Dr. Pedro Mejía Álvarez, CINVESTAV-IPN, México, Septiembre 2003.
- [9] Conceptos básicos de Ingeniería de Software, Dr. Eduardo A. RODRÍGUEZ TELLO, 31 de agosto del 2011.
- [10] Proceso del desarrollo del software ágil, un enfoque hacia la Universidad de las Ciencias Informáticas, Erik de la Vega García, Universidad de las Ciencias Informáticas.
- [11] Apuntes de la disciplina de ambiente del proceso unificado de desarrollo (RUP), Yaimí Trujillo Casañola, Ana Marys García Rodríguez, Universidad de las Ciencias Informáticas.
- [12] Modelos de producción de software, William Santana Méndez, Marbys Marante Valdivia, Universidad de las Ciencias Informáticas.
- [13] Lecciones aprendidas e implementación de PCM en la definición de procesos de desarrollo de software en la Universidad de las Ciencias Informáticas, Dennis Neuland Agüero*, Anisbert Suarez Batista, Kariné Ramos Blanco, Ramsés Delgado Martínez, Deborat Pérez Montalván, Año: 2011.

- [14] Estrategia para el aseguramiento y control de la calidad de las soluciones informáticas en empresas recién creadas, Lázara Mairén Jiménez Ruíz, 2011.
- [15] El sector de software y servicios informáticos (SSI) en la Argentina: Situación actual y perspectivas de desarrollo. Daniel Chudnovsky, Andrés López y Silvana Melitsko, Julio de 2001.
- [16] Lección 05: Modelos para el Desarrollo de Software, José Navarro, 2006.
- [18] Asignatura: Ingeniería de Software 1 Curso: 2007-2008
- [19] Desarrollo de Software Dirigido por Modelos, Conceptos teóricos y su aplicación práctica, Dra. Claudia Pons, Dra. Roxana Giandini, 2010.
- [20] Compendio de Ingeniería del Software I, Juan Palacio Bañeres, Marzo 2006.
- [21] PROPUESTA DE UNA METODOLOGÍA DE DESARROLLO DE SOFTWARE EDUCATIVO BAJO UN ENFOQUE DE CALIDAD SISTÉMICA, María Gabriela Díaz-Antón , María Angélica Pérez , Anna C. Grimmán, Luis E. Mendoza,
- [22] CMMI for Development, Version 1.2, Carnegie Mellon University, CMMI Product Team, August 2006.
- [23] Análisis descriptivo del proceso de implementación del nivel 2 del modelo CMMI en una empresa regional de desarrollo de software, Catherine Picazzo M., Norha M. Villegas M., Gabriel Tamura M., 2008.
- [24] CMMI Distilled: A Practical Introduction to Integrated Process Improvement, Third Edition, Dennis M. Ahern; Aaron Clouse; Richard Turner, 2008.
- [25] IMPACTO DE LA APLICACIÓN DEL MODELO CMMI NIVEL 2 EN EL CICLO DE VIDA DE UN PROYECTO, MARÍA PEÑA GARCÍA, JOSÉ CARRILLO VERDÚN, MAYO 2009.
- [26] Modelos de desarrollo de software, septiembre de 2007.
- [27] Booch, G., Rumbaugh J., El Proceso Unificado de Desarrollo de Software, Addison Wesley 2000.
- [28] Pressman, R, Ingeniería del Software: Un enfoque práctico, 2005.
- [29] Sommerville, I., Ingeniería de Software, Pearson Educación, 2002
- [30] CARREIRA, et al., 2008
- [31] <http://www.virtual.unal.edu.co/cursos/sedes/manizales/4060010/lecciones/Capitulo1/modelo.htm>.
- [32] ALLSOFT S.A. de C.V., 2007.
- O. Hummel, "Semantic Component Retrieval in Software Engineering," Tesis Doctoral, Universidad Mannheim, 2008.
- [33] Mills, H., O'Neill, D. The Management of Software Engineering, IBM Systems, 1980.

GLOSARIO DE TÉRMINOS

Ensamblar: Unir varias cosas que forman parte de una cosa compleja y organizada de modo que queden bien trabadas o relacionadas entre sí.

Hito: Acontecimiento muy importante y significativo en el desarrollo de un proceso.

Incipiente: Que empieza a desarrollarse, especialmente si es con fuerza y energía.

Industrial: Expresión inglesa empleada para designar la actividad creadora, artísticamente válida en el contexto de la producción industrial.

Institucionalizada: Convertir una cosa en institucional o darle carácter legal o de institución.

Formalizada: Hacer que una cosa cumpla las condiciones necesarias o los requisitos legales establecidos para llevarla a cabo.

Rígido: Que cumple o hace cumplir las normas de forma excesivamente rigurosa.