

Universidad de las Ciencias Informáticas
Facultad 3



Título: Propuesta de un Procedimiento para la Toma de Decisiones en la Gestión de Cambios de los Proyectos Productivos de la Facultad 3.

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

Autores: Dayanis Amparo Quintana Torres

Yusely Cid González

Tutor: Ing. Yenier Figueroa Machado

Consultante: Dr. Pedro Y. Piñero

Junio 2008

Porque mejor es la sabiduría que las piedras preciosas; y todo cuanto se puede desear no es de compararse con ella.

Salomón

DECLARACIÓN DE AUTORÍA

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

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

Yusely Cid González

Dayanis A. Quintana Torres

Yenier Figueroa Machado

DATOS DE CONTACTO

Tutor: Ing. Yenier Figueroa Machado,

Categoría docente: Instructor recién Graduado.

Graduado en el 2007 de Ingeniero en Ciencias Informáticas de la Universidad de Ciencias Informáticas (UCI). Título de Oro. Promedio 4.89. Ha impartido las asignaturas de Matemática I y Matemática II, así como cursos optativos relacionados con su especialidad. Fundador de la Universidad de Ciencias Informáticas. Se desempeña como Secretario General del Comité Primario UJC de la Facultad 3

Email: yfigueroa@uci.cu

Agradecimientos

A nuestro tutor Yenier, por estar siempre pendiente, por ayudarnos tanto, por soportar nuestros caprichos, por todo el tiempo que nos dedicó, muchas gracias calvito.

A Pedro por sus innumerables consejos, por su ayuda, por estar siempre dispuesto a ayudarnos, por brindarnos sus conocimientos incondicionalmente.

A los profes Rolan, Alejandro Rams, Valdi, Grillo, Osmin y Pascual, por ser los mejores.

A Yankiel por ser nuestro amigo y brindarnos siempre su ayuda incondicional.

A la Misión Barrio Adentro 2 por haber sido una magnífica experiencia, porque gracias a ella estamos convencidas de que amamos nuestra profesión.

A la UCI por formarnos como profesionales, por acogernos durante estos 5 años.

A todos aquellos que en algún momento preguntaron ¿Cómo va la tesis?

De Daya

A mi papi, por ser mi primer maestro, mi ejemplo.

A mami, por ser mi eterna amiga, mi refugio confortable.

A mi Dami, por su complicidad incondicional.

A mima, mi segunda madre, por sus noches de desvelo.

A Yusely, mi compañera de tesis, mi fiel amiga, la hermana que no tuve.

A Cecilio porque gracias a ti estoy aquí.

A Tere y Felo, por siempre estar pendientes.

A Todos aquellos que han contribuido con la materialización de este sueño.

A ti que siempre vivirás en mi corazón.

De Yusy

A mi Papá, aunque no estés te siento dentro de mí, soy como tú

A mi Mamá por su apoyo, por su amor, por confiar en mí siempre.

A mi bella Hermana por su cariño, gracias por se como eres, la mejor.

A mi prima Puly por sus consejos de hermana mayor.

A Daya por ser mi amiga incondicional y por ayudarme siempre, por ser la mejor

A mi Abuela Iluminada por recibirme siempre con una sonrisa y algo de comer.

A mi Abuelo Alipio por confiarme la tarea de ser lo que el hubiera querido.

A mi Abuela Beneda por su cariño y preocupación.

A mis Tíos por estar siempre cuando los he necesitado.

A David por su cariño, por su ayuda, por cuidar de nosotras.

A Kenia y a Achan porque me acogieron y me ayudaron en la misión

Dedicatoria

De Yusy

A la memoria de mi Padre, por darme la vida, por guiarme al camino correcto, por ser la inspiración de mis triunfos, estarás en mi corazón siempre...

A mi Madre por estar siempre, por darme las fuerzas para seguir...

A mi Tata te amo mucho

De Daya

A El que es el que Es, por ser mi protector, mi lugar de refugio, mi escudo, mi libertador, la roca que me protege, mi más alto escondite, el poder que me salva.

A papi y mami, porque han sido mi luz desde el primer día.

A Dami, por ser la materialización de la otra mitad de mi ser.

A mi queridísimo amor, Arturo, gracias por mostrarme el verdadero camino, por enseñarme que no todo es lo que parece.

Resumen

El objetivo de los proyectos productivos de la Facultad 3 es lograr una mayor eficiencia durante el proceso de producción de software y aunque las metodologías empleadas incluyen procesos de control, a lo largo del ciclo de desarrollo el sistema es víctima de innumerables Cambios, en dependencia de la fase de desarrollo en que se encuentre el sistema, del tamaño y la complejidad del mismo le será más o menos complicado al equipo de desarrollo determinar el impacto que causará la realización de un cambio.

La presente investigación surgió por la necesidad de contar en los proyectos productivos de la Facultad 3 con un procedimiento que permitiera al equipo de desarrollo tomar las decisiones necesarias para enfrentar un cambio.

Para ello se abordan temas relacionados con la Gestión de Configuración de Software y específicamente la Gestión de Cambios, Análisis del Impacto de los Cambios, posteriormente se analizan las diferentes herramientas que sirven para automatizar el proceso de Gestión de Cambios. Se define un Procedimiento para la Toma de Decisiones en la Gestión de Cambios, se establecen los roles encargados de llevar a cabo la actividad dentro del proyecto. Posteriormente se aplica el procedimiento a un Caso de Estudio en particular y finalmente se procede a la Validación de dicho procedimiento a través de una consulta a varios especialistas en el tema.

Palabras Claves

Gestión de Cambios, Análisis de Impacto de los Cambios, Toma de decisiones en la Gestión de Cambios.

Índice General

AGRADECIMIENTOS	II
DEDICATORIA	IV
RESUMEN	V
PALABRAS CLAVES	V
ÍNDICE GENERAL	6
INTRODUCCIÓN	1
CAPÍTULO 1: ESTUDIO DEL ESTADO DEL ARTE SOBRE GESTIÓN DE CAMBIOS	5
1.1 INTRODUCCIÓN.....	5
1.2 GESTIÓN DE CONFIGURACIÓN. CONCEPTO.....	5
1.2.1 <i>Elementos de Configuración de Software (ECS)</i>	7
1.2.2 <i>Actividades de la Gestión de Configuración</i>	8
1.3 GESTIÓN DE CAMBIOS.....	9
1.3.1 <i>Roles que propone RUP para la Gestión de Cambios</i>	13
1.4 PROCESO DE GESTIÓN DE CAMBIOS.....	13
1.5 ESTRUCTURA DE DATOS GRAFO	18
1.5.2 <i>Grafos Dirigidos y Ponderados</i>	19
1.5.3 <i>Recorridos de Grafo</i>	20
1.6 IMPACTO DE LOS CAMBIOS.....	21
1.6.1 <i>Importancia del Análisis del Impacto de los Cambios</i>	22
1.7 TÉCNICAS PARA LA ESTIMACIÓN DE ESFUERZO Y COSTO.....	22
1.7.1 <i>Análisis por puntos de función (FPA)</i>	23
1.7.2 <i>COCOMO (Constructive Cost Model)</i>	24
1.7.4 <i>Análisis por puntos de casos de usos</i>	26
1.8 HERRAMIENTAS CASE QUE SOPORTAN LA GESTIÓN DE CAMBIOS.....	27
1.9 CONCLUSIONES PARCIALES.....	30

CAPÍTULO 2: PROPUESTA DEL PROCEDIMIENTO PARA LA TOMA DE DECISIONES EN LA GESTIÓN DE CAMBIOS.....	31
2.1 INTRODUCCIÓN	31
2.2 BASES PARA IMPLANTAR EL PROCEDIMIENTO EN LOS PROYECTOS PRODUCTIVOS DE LA FACULTAD 3.....	31
2.3 NIVEL DE GESTIÓN DE CAMBIOS A APLICAR	32
2.4 IDENTIFICACIÓN DE LA CONFIGURACIÓN DE SOFTWARE.....	33
2.4.1 Jerarquía preliminar del producto de software	34
2.4.2 Selección de los Elementos de Configuración de Software (ECS).	34
2.4.3 Definición de las relaciones entre los ECS.....	36
2.4.4 Definición de un Esquema de Identificación.	37
2.4.5 Definición y Establecimiento de Línea Base.	38
2.4.6 Definición y Establecimiento de Bibliotecas de Software	38
2.5 COMPOSICIÓN DEL COMITÉ DE CONTROL DE CAMBIOS (CCC).....	38
2.6 PROCEDIMIENTO DE GESTIÓN DE CAMBIOS.....	40
2.7 ARTEFACTOS QUE SE GENERAN DURANTE EL PROCESO DE GESTIÓN DE CAMBIOS..	46
2.8 PROPUESTA PROCEDIMIENTO PARA LA TOMA DE DECISIONES EN LA GESTIÓN DE CAMBIOS.....	47
2.8.1 Evaluación del % de Cambio.....	50
2.8.2 Construcción del Grafo de Cálculo de Alcance.....	51
2.8.3 Cálculo del Alcance del Cambio.....	54
2.8.4 Análisis de Costo y Esfuerzo que implica el Cambio.....	56
2.9 DECISIÓN DE UNA CONDUCTA A ADOPTAR FRENTE AL CAMBIO.	59
2.10 CONCLUSIONES.....	59
CAPÍTULO 3: VALIDACIÓN DEL PROCEDIMIENTO	61
3.1 INTRODUCCIÓN	61
3.2 APLICACIÓN DEL PROCEDIMIENTO EN UN CASO DE ESTUDIO	61
3.2.1 Caso de Estudio	61
3.2.2 Aplicación del Procedimiento	68
3.3 VALIDACIÓN POR ESPECIALISTAS.....	81
3.4 CONCLUSIONES.....	84

CONCLUSIONES	85
RECOMENDACIONES	86
BIBLIOGRAFÍA	87
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	88
ANEXOS	92
ANEXO 1: RESULTADOS DE LA ENTREVISTA.....	92
ANEXO 2: DOCUMENTO DE IDENTIFICACIÓN DE CONFIGURACIÓN.....	94
ANEXO 3: FORMULARIO SOLICITUD DE CAMBIO	95
ANEXO 4: INFORME DE ESTADO DEL CAMBIO.....	96
ANEXO 5: ORDEN DE TRABAJO	98
GLOSARIO DE TÉRMINOS	99

Indice de Figuras

Figura 1.1 Actividades del Flujo de Trabajo: Gestión de Configuración	9
Figura 1.1 El proceso de Gestión de Cambios [Pressman, 2000]	14
Figura 1.3. El proceso de Gestión de Cambios [Antonio 2001]	16
Figura 1.4 Grafo Dirigido Ponderado (G1)	20
Figura 2.1 Procedimiento para la Gestión de Cambios	42
Figura 2.2 Ejemplo de Grafo para el calculo de Alcance	54
Figura 2.2. Procedimiento para la Toma de decisiones en la Gestión de Cambios .	50
Figura 3.1 Estereotipos que representan las relaciones	65
Figura 3.2 Relaciones entre ECS.....	66
Figura 3.5 Grafo de los ECS	72

Indice de Tablas

Tabla 1.1 Criterio de Distribución de Esfuerzo para las Actividades del proyecto	27
Tabla 2.1. Elementos de Configuración por Flujos de Trabajo.....	36
Tabla 2.2 Asignación de Pesos a Nodos Según Complejidad del ECS	53
Tabla 2.5 Datos de Alcance del Nodo.....	55

Tabla 3.1 ECS del Flujo de Trabajo Modelamiento del Negocio	64
Tabla 3.2 ECS del Flujo de Trabajo Requerimientos	64
Tabla 3.3 ECS del Flujo de Trabajo Análisis y Diseño	65
Tabla 3.4 ECS del Flujo de Trabajo Implementación	65
Tabla 3.5 Elementos de Configuración con sus Identificadores	69
Tabla 3.6 Asignación de Pesos a las relaciones existentes	71
Tabla 3.6 Datos del Alcance del Nodo K	73
Tabla 3.7 Datos del Alcance del Nodo G.....	77

Introducción

El proceso de desarrollo de software desde sus inicios surgió con la finalidad de crear productos que permitieran agilizar el trabajo y simplificar el esfuerzo de las personas.

Con el perfeccionamiento en las tecnologías de la informática y las comunicaciones el desarrollo de software ha tomado gran importancia en la sociedad, cada día se hacen necesarios para el desarrollo de los procesos por los que se rige el mundo la construcción de sistemas automatizados más potentes.

El producto debe ser construido pensando en las expectativas de los clientes al menor costo posible. Para ello es menester minimizar los errores, el equipo de desarrollo debe garantizar que el trabajo se haga bien desde la primera vez.

Uno de los principales problemas que está enfrentando la industria de software es la ineficiencia con que se gestionan los cambios, a pesar de existir procesos definidos para ello su uso se hace bastante engorroso. La gestión de los cambios en algunos casos se convierte en un peso adicional para el equipo de desarrollo y una mala realización de esta actividad pudiera afectar el producto final, ya sea en su calidad o en su fecha de terminación.

La Facultad 3 de la Universidad de las Ciencias Informáticas (UCI), cuenta con un grupo de proyectos productivos que aportan al país una considerable suma de dinero desde hace poco más de 2 años con la exportación de software principalmente hacia la República Bolivariana de Venezuela, en la facultad se ha ido ganando en prestigio paulatinamente con los productos que en ella se desarrollan, pero al igual que el resto del mundo no queda exenta del problema que constituye la gestión de cambios.

En entrevistas realizadas en los proyectos productivos de la Facultas 3 han podido constatarse las deficiencias que existen al enfrentar la Gestión de Cambios (Ver Anexo 1):

- El 40% de los proyectos productivos de la Facultad 3 no realiza la Gestión de Cambio.
- De los proyectos que realizan la Gestión de Cambio el 90% cuentan con un procedimiento definido para realizar esta actividad.
- De los proyectos que realizan la Gestión de Cambio existe un 20% que no cuenta con un Comité de Control de Cambios.
- De los proyectos que cuentan con un procedimiento definido para Gestionar los Cambios el 75% realiza la actividad de Análisis del Impacto de forma empírica y el 25% utiliza alguna técnica seleccionada por el equipo de desarrollo.
- Los proyectos productivos de la Facultad 3 carecen de un procedimiento que garantice La Toma de Decisiones en la Gestión de Cambios ya que los que existen no definen la manera en que debe analizarse el impacto de los cambios.

Por tanto la investigación se orienta para resolver el siguiente **problema**:

En los proyectos productivos de la Facultad 3 no existe un procedimiento para el Análisis del Impacto de los cambios, lo que afecta la Toma de Decisiones del equipo de desarrollo al enfrentarse a estos. .

Para ello se plantea como **objetivo general**:

Elaborar un Procedimiento para la evaluación del impacto de los cambios que facilite la Toma de Decisiones en el Proceso de Gestión de Cambios.

Objeto de estudio: El proceso de Gestión de Configuración.

Campo de acción: Proceso de Gestión de Cambios en los proyectos productivos de la Facultad 3.

Para dar respuesta al problema anteriormente planteado se proponen las siguientes **tareas de la investigación:**

1. Realizar una revisión bibliográfica sobre el proceso de Gestión de Cambio en los proyectos productivos.
2. Realizar un estudio de los procedimientos definidos hasta el momento para realizar la Gestión de Cambios.
3. Realizar una entrevista a los encargados de Gestión de Configuración de Software de 6 proyectos productivos de la Facultad 3.
4. Procesar los resultados obtenidos en la entrevista.
5. Realizar un estudio de las herramientas existentes para viabilizar el proceso de Gestión de Cambios.
6. Estudiar el proceso de Toma de Decisiones en la Gestión de Cambios.
7. Proponer una estructura de datos que permita esbozar la interrelación entre los elementos de configuración y analizar el impacto.
8. Elaboración de un procedimiento que permita analizar el Impacto de los Cambios y facilite la Toma de Decisiones.
9. Proponer una forma de integrar el Análisis del Impacto dentro del procedimiento de Gestión de Cambios.
10. Validar el procedimiento propuesto a través del método de expertos.

Para realizar las tareas antes propuestas se van a utilizar los métodos científicos de la investigación **teórico y empírico**.

Dentro de los métodos teóricos se emplearon el Analítico-Sintético porque para llevar a cabo una investigación es necesario analizar y extraer los elementos más importantes que se relacionan con el objeto; el Histórico-Lógico ya que permite constatar teóricamente como ha evolucionado un determinado fenómeno en toda su trayectoria; y por último en cierta medida la Modelación porque permite la creación de modelos, es decir alternativas o propuestas.

Como métodos empíricos se emplearon la Observación ya que puede utilizarse en distintos momentos de la investigación y además este método recoge la información de cada uno de los conceptos definidos en la hipótesis y la Entrevista porque además de servir para obtener información acerca del tema que se está investigando puede aportar puntos de vista específicos del entrevistado que pueden ser de gran utilidad en la investigación.

El documento se estructuró en tres capítulos para dar solución al problema que llevó a la realización de la investigación, para lograr una mayor comprensión y organización:

- Capítulo #1- Fundamentación Teórica: En este capítulo se pretende tratar los fundamentos teóricos y conceptos sobre las temáticas necesarias para sustentar la investigación. Entre los temas tratados se puede encontrar la definición del proceso de Gestión de Configuración, Gestión de Cambios, Impacto de los Cambios, también se explican brevemente las características y funcionalidades de la estructura de datos Grafo y se analizan algunas herramientas CASE para el soporte de la Gestión de Cambios.
- Capítulo #2- Este capítulo contiene una solución al problema enfrentado por los proyectos productivos de la facultad producto de la carencia de un procedimiento que viabilice la Toma de Decisiones en la gestión de cambios. Aquí se explican claramente cada una de las actividades que debe llevarse a cabo en un proyecto y los encargados de realizarlas para que los cambios se gestionen correctamente.
- Capítulo #3-En este capítulo se aplica el procedimiento propuesto a un caso de estudio, además como técnica de validación se aplica una encuesta a un grupo de especialistas del tema.

Capítulo 1: Estudio del Estado del Arte sobre Gestión de Cambios

1.1 Introducción.

El presente capítulo constituye la fundamentación teórica de la investigación, este tiene como objetivo introducir los principales conceptos y términos empleados en la Gestión de Configuración de Software, la Gestión de Cambios, Impacto de los Cambios, también se explican brevemente las características y funcionalidades de la estructura de datos Grafo y se analizan algunas herramientas CASE para el soporte de la Gestión de Cambios.

1.2 Gestión de Configuración. Concepto.

A continuación se enuncian diferentes definiciones brindadas por los autores sobre Gestión de Configuración de Software (GCS).

Angélica de Antonio define por Gestión de Configuración a: "... disciplina, cuya misión es controlar la evolución de un sistema software" [Antonio 2001].

Babich plantea que "Al arte de coordinar el desarrollo de software para minimizar la confusión se denomina Gestión de Configuración. La Gestión de Configuración es el arte de identificar, organizar y controlar las modificaciones que sufre el software que construye un equipo de programación. El objetivo es maximizar la productividad minimizando los errores" [Babich, 1986].

Para Rational la GCS "describe la estructura del producto e identifica los elementos que lo constituyen y que son tratados como entidades que pueden ser puestas bajo control de versiones en el proceso de GCS. La GCS tiene que ver con la definición de la configuración así como la construcción, el etiquetado y recolección de versiones de los artefactos" [Rational, 2003].

Según Brown la Gestión de Configuración es la que administra y controla el contenido, el cambio o el estado de la información compartida en un proyecto.

Su propósito fundamental es establecer y mantener la integridad y el control en los productos de software a lo largo del ciclo de vida del proyecto [Brown, 1998].

La definición que brinda IEEE sobre GCS plantea que “Gestión de Configuración es la disciplina que abarca todo el ciclo de vida de la producción de software y productos asociados. Específicamente, requiere de la identificación de los componentes a controlar y la estructura del producto, controla todos los cambios sobre los elementos y garantiza mecanismos para auditar todas las acciones.” [IEEE, 1990] [IEEE, 1987] [Appleton, 2000]

Refiriéndose al tema Pressman plantea que la Gestión de configuración es el arte de identificar, organizar, y controlar las modificaciones que sufre el software que construye un equipo de programación. La meta es maximizar la productividad minimizando los errores [Pressman, 2000].

Otra definición es la que propone la Norma ISO 9000-3:1991, donde se establece que la Gestión de Configuración de Software provee mecanismo para identificar, controlar y dar seguimiento a cada una de las versiones de los elementos que conforman al producto software[Bamford, 1995].

En el libro “Software Reuse: Architecture, Process, and Organizartions for Busisness Success” se plantea que la Gestión de Configuración es: Proceso de soporte cuyo propósito es identificar, definir y almacenar en una línea base los elementos de software; controla los cambios, reporta y registra el estado de los elementos y de las solicitudes de cambio; asegura la completitud, consistencia y corrección de los elementos; controla, almacena, maneja y libera los elementos asociados al producto de software” [Jacobson, 1997]

Una vez revisadas en la bibliografía estas definiciones se considera la más completa la de Ivar Jacobson, Martín Griss y Patrick Jonson en el libro “Software Reuse: Architecture, Process, and Organizartions for Busisness Success”, la más empleada es la que plantea IEEE aunque se considera incompleta ya que esta no incluye el control de procesos, ni el control de esfuerzo de los desarrolladores.

1.2.1 Elementos de Configuración de Software (ECS).

Para la Gestión de Configuración del Software, un Elemento de Configuración del Software es "toda la información o productos utilizados o producidos en un proyecto como resultado del proceso de Ingeniería de Software" [Antonio 2001].

Un ECS es todo lo que sea puesto bajo control por las actividades de Gestión de Configuración del Software, como pueden ser:

- La especificación del sistema.
- El plan del proyecto.
- La especificación de requisitos.
- Un prototipo, ejecutable o en papel.
- El diseño preliminar.
- El diseño detallado.
- El código fuente.
- Programas ejecutables.
- El manual de usuario.
- El manual de operación e instalación.
- El plan de pruebas.
- Los casos de prueba ejecutados y los resultados registrados.
- Los estándares y procedimientos de ingeniería de software utilizados.
- Los informes de problemas.
- Las peticiones de mantenimiento.
- Los productos hardware y software utilizados durante el desarrollo.
- La documentación y manuales de los productos hardware y software utilizados durante el desarrollo.
- Diseños de bases de datos.
- Contenidos de bases de datos.

Para cada proyecto concreto se debe determinar qué se va a considerar como ECS. Cada uno debe constituir un elemento completo que se pueda controlar por separado.

1.2.2 Actividades de la Gestión de Configuración.

Como ha quedado claro hasta el momento la Gestión de Configuración forma parte de las disciplinas de control en el desarrollo de software, para que esta disciplina se cumpla con calidad se han definido las siguientes actividades:

- Identificación de la Configuración: Consiste en identificar la estructura del producto, sus componentes y el tipo de estos, y en hacerlos únicos y accesibles de alguna forma.
- Gestión de Cambios en la Configuración: Consiste en controlar las versiones y entregas de un producto y los cambios que se producen en él a lo largo del ciclo de vida.
- Generación de Informes de Estado: Consiste en informar acerca del estado de los componentes de un producto y de las solicitudes de cambio, recogiendo estadísticas acerca de la evolución del producto.
- Auditoría de la Configuración: Consiste en validar la completitud de un producto y la consistencia entre sus componentes, asegurando que el producto es lo que el usuario quiere. [Antonio 2001]

El Proceso Unificado de Rational (RUP) de IBM es el resultado de varios años de desarrollo y uso práctico en el que se han unificado técnicas de desarrollo a través del UML, ha logrado convertirse en la metodología estándar más utilizada.

La metodología RUP propone o estandariza los artefactos generados en cada flujo de trabajo aun cuando se trate de proyectos de pequeñas dimensiones, además RUP propone roles específicamente diseñados para encargarse de la Gestión de la Configuración como el Gestor de Configuración y el Gestor de Cambios.

En la *figura 1.1* se muestran las actividades que propone RUP en el Flujo de trabajo que define como Gestión de Configuración y Cambios, así como los trabajadores que responden por ellas:



Figura 1.1 Actividades del Flujo de Trabajo: Gestión de Configuración y Cambios [Rational, 2003].

1.3 Gestión de Cambios.

Según enuncia la 1ra Ley de la Ingeniería de Bersoff, “No importa en qué momento en el ciclo de vida se encuentra el sistema, este va a cambiar y el deseo de cambio persistirá a lo largo de todo el ciclo de vida del mismo [Bersoff, 1980].

Pressman añade que los cambios son un hecho inevitable durante el desarrollo de un software [Pressman, 1998].

Es un hecho que los cambios durante el transcurso de un proyecto son inevitables. Ocurren, fundamentalmente, porque los involucrados en los proyectos, con el tiempo, incrementan sus conocimientos y aumentan o varían las necesidades o requisitos [Febles, 2000a] [Febles, 2000b] [Febles, 2000c] [Febles, 2002].

James Bach plantea que la Gestión de Cambios en el contexto de la Ingeniería de Software moderna “...es vital. Pero las fuerzas que la hacen necesaria también la hacen molesta...” [Bach 98].

Debido a que el sistema cambiará sin importar en que momento del ciclo de vida se encuentre, la Gestión de Cambios constituye la actividad más importante de la Gestión de Configuración y esta tiene como objetivo principal proporcionar un mecanismo para controlar los cambios.

Es necesario que el equipo de desarrollo esté preparado para enfrentar el cambio de manera adecuada en el momento que sea necesario, aunque muchas veces las solicitudes de cambio se producen durante la fase de mantenimiento del producto.

La base del éxito al enfrentarse a un cambio está en saber equilibrar la forma en que este se implementa ya que un uso excesivo puede llegar a convertirlo en una pesada carga que en vez de resolver, cree problemas.

A simple vista la Gestión de Cambios lejos de traer beneficios, podría llegar a entorpecer el proceso de desarrollo, por la carga adicional que supone el tener que disponer de personal que se encargue de estas actividades, así como la necesidad de adquirir nuevos conocimientos.

Hasta el momento se han definido cuatro fuentes fundamentales de cambios, estas son:

- 1 Nuevos negocios o condiciones comerciales que dictan los cambios en los requisitos del producto o en las normas comerciales.
- 2 Nuevas necesidades del cliente que demandan la modificación de los datos producidos por sistemas de información, funcionalidades entregadas por productos o servicios entregados por un sistema basado en computadora.
- 3 Reorganización o crecimiento/reducción del negocio que provoca cambios en las prioridades del proyecto o en la estructura del equipo de ingeniería del software.
- 4 Restricciones presupuestarias o de planificación que provocan una redefinición del sistema o producto [Pressman, 2000].

Angélica de Antonio considera dos tipos fundamentales de cambios:

- Corrección de un defecto: Es la forma en que es visto generalmente por los clientes.
- Mejora del sistema: Así lo ven los desarrolladores. [Antonio 2001]

En general puede decirse que las personas se sienten incómodas con el nivel de burocracia que implica el proceso de control de cambios, al decir de varios autores esta sensación es normal, ya que sin la protección adecuada, el control de cambios puede demorar el progreso y crear un papeleo innecesario. La mayoría de los desarrolladores de software que disponen de mecanismos de control de cambios (desgraciadamente la mayoría no tienen ninguno) han creado varios niveles de control para evitar los problemas mencionados anteriormente, estos son:

- Informal: Antes de que un Elemento de Configuración del Software pase a formar parte de una línea base, aquel que haya desarrollado el Elemento de Configuración del Software podrá realizar cualquier cambio justificado por el proyecto (siempre que no impacte en otros requisitos del sistema más amplios) sobre él.
- Al nivel del proyecto o semi-formal: Una vez que un Elemento de Configuración del Software pasa la revisión técnica formal y ha sido aprobado y por tanto se ha convertido en una línea base, para que el encargado del desarrollo pueda realizar un cambio debe recibir la aprobación de:
 1. El jefe del proyecto, si es un cambio local.
 2. El Comité de Control de Cambios (o Autoridad de Control de Cambios), si el cambio tiene algún impacto sobre otros Elementos de Configuración del Software.
- Formal: Se adopta cuando se ha distribuido el producto al cliente, o sea cuando se empieza a comercializar. Todo cambio deberá ser aprobado por el Comité de Control de Cambios.

Como se puede apreciar cuando el cambio es al nivel semi-formal o formal se encuentra mediándolo el Comité de Control de Cambios.

El Comité de Control de Cambios es una persona o grupo de personas en dependencia del tamaño del proyecto, que se encarga de tomar las decisiones finales acerca del estado y la prioridad de las solicitudes de cambio. Su papel es el de tener una visión general, evaluar el impacto que pueda tener el cambio fuera del Elemento de Configuración de Software en que se produce, en aspectos como el hardware, el rendimiento, la percepción del cliente sobre el producto, y la calidad y fiabilidad del mismo. [Pressman, 2000]

Además del Comité de Control de Cambios, tienen responsabilidad sobre el proceso de Gestión de Cambios todos los miembros del proyecto, pues pueden ser quienes soliciten los cambios o quienes los realicen, y el jefe del proyecto que es quien debe asegurar que los procedimientos de Gestión de Cambios, se lleven a cabo de forma adecuada, y debe evaluar aspectos tales como el impacto sobre el proyecto y el costo de proceder con el cambio. Tanto los miembros del proyecto que estén realizando los cambios, como el Jefe del Proyecto son responsables por mantener informados de los cambios al resto de los miembros.

Es necesario establecer de forma precisa, al comienzo de cada proyecto, cuál será el proceso de Gestión de Cambios que se va a utilizar, para ello se deben definir:

- Políticas a nivel organizativo que promuevan las actividades de Gestión de Cambios.
- Los estándares que se van a adoptar y a los que será necesario ajustarse.
- Los procedimientos que se van a utilizar para poner en práctica las políticas. [Antonio 2001], [Pressman, 2000].

1.3.1 Roles que propone RUP para la Gestión de Cambios.

RUP propone una serie de roles para el flujo de apoyo Gestión de Cambios que pueden ser adaptados en dependencia del proyecto.

1. Presidente del Comité de Control de Cambio responsable de:
 - Establecer el proceso de control de cambio.
 - Revisar las solicitudes de cambio.
 - Chequear si la solicitud esta duplicada o ha sido rechazada previamente.
2. Integrador responsable de:
 - Crear el área de trabajo para realizar la integración.
 - Crea las líneas base.
 - Promueve la línea base. (Le modifica el estado).
3. Analista de Prueba responsable de:
 - Verificar los cambios.
 - Cualquier Rol:
4. Crea su espacio de trabajo.
 - Realiza los cambios.
 - Entrega los cambios implementados.
 - Actualiza su área de trabajo.
 - Presenta la solicitud de cambio.
 - Actualiza la solicitud de cambio. [Rational, 2003]

1.4 Proceso de Gestión de Cambios

El proceso de Gestión de Cambios en un determinado proyecto, define los pasos a seguir una vez dada algunas de las condiciones que generan la necesidad de hacer una solicitud de cambio.

Hasta el momento se han definido varios procedimientos para la gestión de los cambios, Pressman describe de la siguiente manera los pasos a seguir para llevar a cabo la Gestión de Cambios Formal:

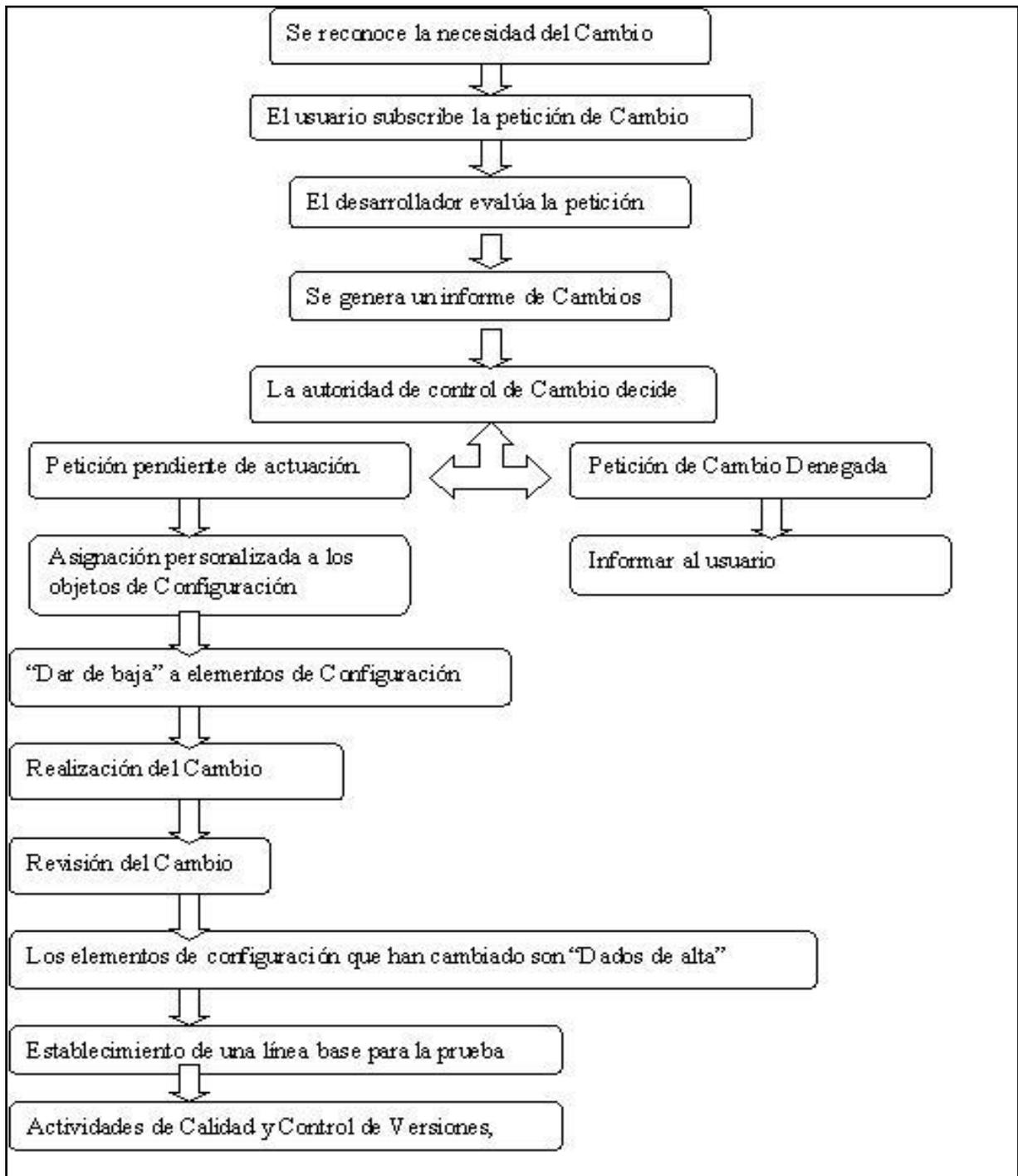


Figura 1.1 El proceso de Gestión de Cambios [Pressman, 2000]

Este procedimiento descrito por Pressman para realizar la Gestión de Cambios esta compuesto por una serie de actividades que se describen a continuación:

1. Se reconoce la necesidad del Cambio: En esta actividad se detecta que es necesario realizar un cambio al sistema, ya sea porque se ha encontrado un error o porque se desea hacer una mejora al mismo.
2. El usuario subscribe la petición de Cambio: Luego el interesado en que se realice el cambio realiza una petición de cambio.
3. El desarrollador evalúa la petición: En esta actividad se calcula el esfuerzo técnico, los posibles efectos secundarios, el impacto global sobre otras funciones del sistema y sobre otros objetos de la Configuración.
4. Se genera un Informe de Cambios: Los resultados de la evaluación se presentan como un Informe de Cambios al Comité de Control de Cambios
5. La autoridad de Control de Cambio decide: En esta actividad el Comité de Control de Cambio toma la decisión final del estado y la prioridad del cambio. En caso que se decida rechazar el cambio se emite una información a aquella persona que solicitó la realización del mismo.
6. La petición queda pendiente de actuación: En esta actividad se genera la Orden de Cambio de Ingeniería (OCI). La OCI describe el cambio a realizar, las restricciones que se deben respetar y los criterios de revisión y de auditoria.
7. Asignación personalizada a los objetos de Configuración
8. Dar de baja” a elementos de Configuración: El objeto a cambiar es “dado de baja” de la base de datos del proyecto
9. Realización del Cambio: Se realiza el Cambio
10. Revisión del Cambio: El cambio que se ha realizado pasa por un proceso de revisión.
11. Los elementos de configuración que han cambiado son “datos de alta”: El objeto que ha cambiado y ha sido revisado es “dado de alta” de la base de datos del proyecto

Luego que el objeto es “dado de alta” en la base de datos se usan mecanismos de control de versiones apropiados para crear la siguiente versión del software.

Otro procedimiento existente es el que propone Angélica de Antonio en este se explica cómo se debe llevar a cabo la Gestión de Cambios formal, sobre una línea base existente, este procedimiento incluye un paso final ausente en el descrito por Pressman, la notificación al originador del cambio luego de la realización del mismo.

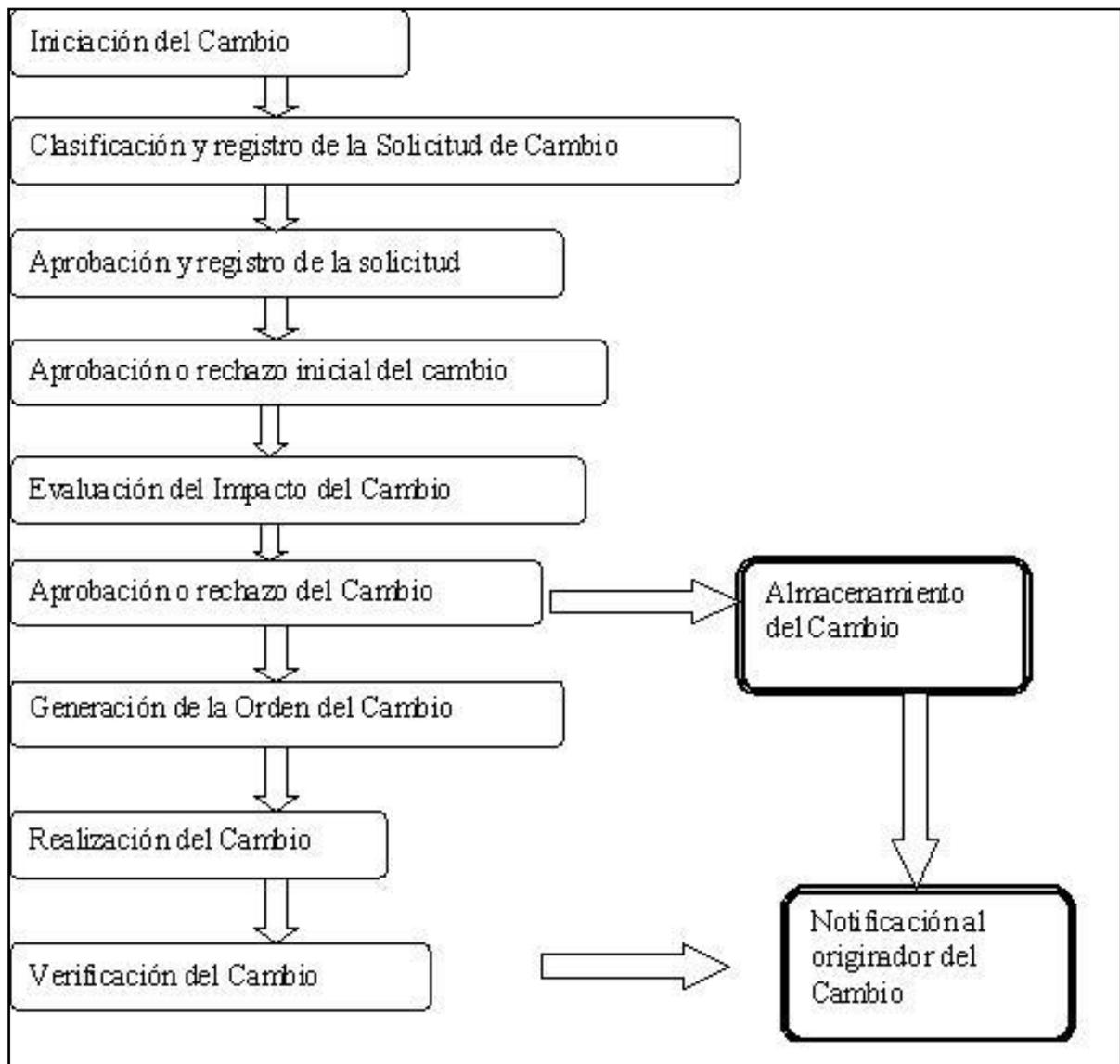


Figura 1.3. El proceso de Gestión de Cambios [Antonio 2001]

A continuación se brinda una explicación detallada de cada una de las actividades que forman parte del procedimiento descrito por Angélica de Antonio para la Gestión de Cambios:

1. Iniciación del Cambio: Se presenta una Solicitud de Cambio, que puede venir provocada por un problema que se ha detectado o por un cambio en los requisitos.
2. Clasificación y registro de la Solicitud de Cambio.
3. Aprobación o rechazo inicial de la Solicitud de Cambio. De ello suele ser responsable el Comité de Control de Cambios.
4. Evaluación de la Solicitud de Cambio, si ha sido aprobada, para calcular el esfuerzo técnico, los posibles efectos secundarios, el impacto global sobre otras funciones del sistema y el coste estimado del cambio. Como resultado se obtiene un *Informe de Cambio*.
5. Se presenta el Informe de Cambio al Comité de Control de Cambios. Si se considera que el cambio es beneficioso se genera una *Orden de Cambio* (también llamada Orden de Cambio de Ingeniería), que describe el cambio a realizar, las restricciones que se deben respetar y los criterios de revisión y de auditoría. Esta Orden de Cambio es asignada a alguno de los ingenieros de software para que se encargue de llevarlo a cabo. En este momento, el objeto a cambiar se da de baja.
6. Se realiza el cambio, entrando en un proceso de seguimiento y control.
7. Una vez finalizado el cambio, se certifica, mediante una revisión, que se ha efectuado correctamente el cambio y con ello se ha corregido el problema detectado o bien se han satisfecho los requisitos modificados. El objeto se da de alta.
8. Se notifica el resultado al originador del cambio.

Continúa Angélica refiriéndose a un proceso de Gestión de Cambios semi-formal diciendo que “puede suprimirse la necesidad de generar la Solicitud de Cambio, el Informe de Cambios y la Orden de Cambio, pero sí debe realizarse la evaluación del cambio y su seguimiento.” Considera necesario:

- Definir los mecanismos para solicitar cambios sobre los Elementos de Configuración.
- Definir los mecanismos para analizar y evaluar el impacto de las Solicitudes de Cambio.
- Definir los mecanismos para aprobar o rechazar las Solicitudes de Cambio.
- Definir los mecanismos para controlar la realización de los cambios aprobados.

Como puede apreciarse en este Procedimiento de Cambio definido por Angélica de Antonio queda claro que debe definirse un mecanismo para analizar y evaluar el impacto de las Solicitudes de Cambio que puedan realizarse, en este caso también queda por parte del equipo de desarrollo definir este mecanismo ya que ella no lo define.

De igual forma en el procedimiento descrito por Pressman se tiene en cuenta el Análisis del Impacto que pueda tener un cambio con respecto al resto de los ECS, pero al igual que en el de Angélica no está definido cómo realizar este análisis, es decir queda por parte de cada equipo de desarrollo la selección del método que se empleara para el Análisis del Impacto.

1.5 Estructura de Datos Grafo

Un grafo es un modelo para representar relaciones entre elementos de un conjunto. El grafo está compuesto por una tupla del tipo (V, E) , donde V es el conjunto de vértices o nodos que forman el grafo y E es el conjunto de pares (u, v) a los cuales se denominan aristas o arcos, donde u y v son nodos que tienen una relación entre ellos [Augenstein, 1993].

La forma de las aristas no es relevante, solo importa a qué vértices están unidas. La posición de los vértices tampoco importa, y se puede variar para obtener un grafo más claro. Generalmente, se considera que colocar los vértices en forma de polígono regular da grafos muy legibles.

Prácticamente cualquier red puede ser modelada con un grafo, una red de carreteras que conecta ciudades, una red eléctrica o la red de drenaje de una ciudad.

1.5.2 Grafos Dirigidos y Ponderados

En los Grafos Dirigidos las relaciones sobre los vértices son asimétricas y las aristas se representan mediante un par ordenado.

Un Grafo ponderado o etiquetado es aquel en que cada arco, nodo, o ambos, tienen asociada una etiqueta o peso.

En un Grafo se denomina camino a una sucesión de nodos adyacentes, la longitud de un camino es el número de arcos o aristas que lo conformen, un camino simple es en el que todos sus vértices, excepto, tal vez, el primero y el último, son distintos, en un grafo se llama bucle a un ciclo de longitud igual a uno, un grafo acíclico es aquel en el que no existen ciclos.

Se denominan nodos adyacentes si entre ellos existe una arista. El grado de un nodo es el número de arcos que inciden en él.

Entonces el grado de un grafo será el máximo grado de sus vértices.

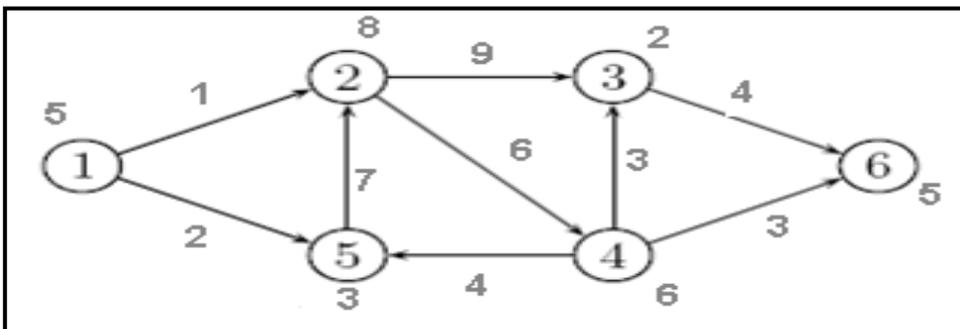


Figura 1.4 Grafo Dirigido Ponderado (G1)

1.5.2.1 Aplicaciones de los Digrafos

Una de las aplicaciones más importantes de un grafo es que permite hallar el camino más corto o más largo hacia un destino, ya sea de una ciudad a otra, de unos departamentos a otros, sirve para la representación de algoritmos, etc.

1.5.3 Recorridos de Grafo

Recorrer un grafo significa tratar de alcanzar todos los nodos que estén relacionados con uno que llamaremos nodo de salida. Existen básicamente dos técnicas para recorrer un grafo: el recorrido en anchura; y el recorrido en profundidad [Augenstein, 1993].

- *Recorrido en anchura:* El recorrido en anchura supone recorrer el grafo, a partir de un nodo dado, en niveles, es decir, primero los que están a una distancia de un arco del nodo de salida, después los que están a dos arcos de distancia, y así sucesivamente hasta alcanzar todos los nodos a los que se pudiese llegar desde el nodo salida.
- *Recorrido en profundidad:* El recorrido en profundidad trata de buscar los caminos que parten desde el nodo de salida hasta que ya no es posible avanzar más. Cuando ya no puede avanzarse más sobre el camino elegido, se vuelve atrás en busca de caminos alternativos, que no se estudiaron previamente.

1.5.3.1 Recorrido en profundidad en grafos dirigidos

En un grafo dirigido el nodo w es adyacente al nodo v , si existe la arista dirigida (v,w) . Si existe (v,w) pero (w,v) no existe, entonces w es adyacente a v , pero v no es adyacente a w .

Para efectuar un recorrido en profundidad del grafo, se selecciona cualquier nodo como punto de partida.

Se marca este nodo para mostrar que ya ha sido visitado. A continuación, si hay un nodo adyacente v que no haya sido visitado todavía, se toma este nodo como nuevo

punto de partida, y se invoca recursivamente el procedimiento de recorrido en profundidad. Al volver de la llamada recursiva, si hay otro nodo adyacente a v que no haya sido visitado, se toma este nodo como punto de partida siguiente, se vuelve a llamar recursivamente al procedimiento, y así sucesivamente. Cuando están marcados todos los nodos adyacentes a v , el recorrido que comenzara en v ha finalizado. Si queda algún nodo de G que no haya sido visitado, tomamos cualquiera de ellos como nuevo punto de partida, y volvemos a invocar el procedimiento.

El algoritmo se llama recorrido en profundidad porque inicia tantas llamadas recursivas como sea posible antes de volver de una llamada. La recursión solo se detiene cuando la exploración del grafo se ve bloqueada y no puede proseguir. En ese momento, la recursión "retrocede" para que sea posible estudiar posibilidades alternativas en niveles más elevados.

Se considera que la estructura de datos Grafo es la mas adecuada a emplear en la solución al problema existente, ya que los ECS se encuentran interrelacionados y estos tienen diferentes tipos además de que las relaciones que presentan difieren y los grafos ponderados permiten representar estas diferencias mediante la asignación de pesos a los nodos y a las aristas que los unen.

1.6 Impacto de los Cambios.

Existen definiciones diferentes sobre Impacto de los Cambio, algunos autores definen este término como el conjunto de riesgos que puedan estar asociados a la realización de un cambio, teniendo en cuenta la estimación de los recursos, el esfuerzo y el tiempo.

Otros plantean que el Impacto de los Cambios está compuesto por todas aquellas consecuencias potenciales de un cambio, o todo aquello que debe ser modificado para lograr un cambio

1.6.1 Importancia del Análisis del Impacto de los Cambios.

Después de haber definido el Impacto de los Cambios es posible plantear que dentro del proceso de desarrollo de software es importante realizar el Análisis del Impacto de los Cambios ya que gracias a él es posible determinar el Alcance de un Cambio, el porcentaje que cambiará el proyecto y la complejidad técnica que presentará dicho cambio, con estas informaciones será posible realizar estimaciones del esfuerzo necesario, el tiempo que tomará realizar el cambio y el costo que este tendrá.

Una vez estimado el costo podrá reevaluarse el costo total del proyecto y teniendo en cuenta los beneficios que se esperan recibir se podrá saber si es conveniente realizar el cambio.

Todo esto le facilitará al equipo de desarrollo la Toma de Decisiones en el proceso de Gestión de Cambios.

1.7 Técnicas para la estimación de Esfuerzo y Costo

Para llevar a cabo una buena planificación del proyecto es fundamental que se realicen estimaciones razonables de recursos y costo.

Cuando el equipo de desarrollo va a enfrentarse a un cambio es necesario que se estime cuanto afectará este al plan de proyecto, para facilitar así la Toma de Decisiones ante el cambio. En la mayoría de los casos las estimaciones se hacen valiéndose de la experiencia pasada como única guía. Aunque en algunas ocasiones puede que la experiencia no sea suficiente.

Las técnicas de estimación de costo y esfuerzo son una forma de resolución de problemas donde, en la mayoría de los casos, el problema a resolver es demasiado complejo para considerarlo como una sola parte. Por esta razón, se descompone el problema, recharacterizándolo como un conjunto de pequeños problemas.

A continuación se explicaran brevemente algunos de los métodos o técnicas conocidas para realizar las estimaciones de costo y esfuerzo en un proyecto de software.

1.7.1 Análisis por puntos de función (FPA)

Este método ha sido definido para medir el desarrollo de software desde el punto de vista del usuario. El Método FPA se basa principalmente en la identificación de los componentes del sistema informático en términos de transacciones y grupos de datos lógicos que son relevantes para el usuario en su negocio. A cada uno de estos componentes se le asigna un número de puntos por función, basándose en el tipo de componente y su complejidad; la sumatoria de esto da los puntos de función sin ajustar. El ajuste es un paso final, basándose en las características generales de todo el sistema informático que se está contando.

Los pasos fundamentales de este método o técnica son:

- Determinar el tipo de conteo: Este paso consiste en definir el tipo de conteo entre desarrollo, mantenimiento o de una aplicación ya instalada.
- Identificar los alcances de la medición y los límites de la aplicación: El propósito de una medición consiste en dar una respuesta a un problema de negocio. El alcance de la medición define la funcionalidad que va a ser incluida en una medición específica y puede abarcar más de una aplicación.
- Contar las funciones de datos: Este paso consiste en identificar y contar la capacidad de almacenamiento de los datos.
- Contar las funciones transaccionales: Este paso consiste en identificar y contar la capacidad de realizar operaciones.
- Determinar los puntos de función no ajustados: Este paso consiste en sumar el número de componentes de cada tipo conforme a la complejidad asignada y utilizar una tabla de valores para obtener el total.
- Determinar el valor del factor de ajuste: El factor de ajuste se obtiene sumando 0.65 a la sumatoria de los grados de influencia de las 14 características generales del sistema, y luego multiplicado por 0.01.
- Determinar los puntos función ajustados: Para determinar los puntos de función ajustados se consideran los puntos función no ajustados por el factor de ajuste.

1.7.2 COCOMO (Constructive Cost Model)

El Modelo Constructivo de Costos es una jerarquía de modelos de estimación para el software. Esta jerarquía está constituida por los siguientes modelos:

- El modelo COCOMO básico es un modelo uni-variable estático que calcula el esfuerzo (y el costo) del desarrollo de software en función del tamaño del programa expresando en líneas de código (LDC) estimadas.
- El modelo COCOMO intermedio calcula el esfuerzo del desarrollo de software en función del tamaño del programa y de un conjunto de conductores de costo, que incluyen la evaluación subjetiva del producto, del hardware, del personal y de los atributos del proyecto.
- El modelo COCOMO avanzado incorpora todas las características de la versión intermedia y lleva a cabo una evaluación de impacto de los conductores de costo en cada fase (análisis, diseño, etc.) del proceso de ingeniería de software.

Como mejora de COCOMO, surgieron varias versiones del mismo, los cuales son: COCOMO II, Ada COCOMO y COCOMO Incremental, COCOMO 81.

COCOMO II es la aplicación de ecuaciones matemáticas sobre los puntos de función sin ajustar o la cantidad de líneas de código estimados para un proyecto. Está orientado a la magnitud del producto final, estas ecuaciones son ponderadas por una serie de factores de costo que influyen en el cálculo del esfuerzo que se necesita para llevar a cabo un proyecto de software. Este método de estimación está basado en 3 submodelos:

- Modelo de Composición de Aplicaciones: Indicado para proyectos construidos con herramientas modernas de construcción de interfaces gráficas para usuario.
- Modelo Temprano: Es un modelo de alto nivel y ayuda a definir las estrategias a seguir.
- Modelo Post Arquitectura: es un modelo detallado donde es posible establecer costos bien definidos.

Los más usados son el Temprano y luego el Post arquitectura, la diferencia entre ambos modelos puede ser realmente abrumadora, lo que la provoca es el número de factores de esfuerzo y el área en la que cada uno de ellos influye.

El diseño temprano estudia las arquitecturas alternativas del sistema y los conceptos de operación. Como su nombre lo indica, en este punto del desarrollo del proyecto aún no se tiene suficiente información del mismo para realizar una estimación mucho más detallada. Inicialmente lo más importante es extraer:

- Entradas Externas: EI
- Salidas Externas: EO
- Ficheros lógicos internos: ILF
- Ficheros de interfaz externas: ELF
- Consultas (peticiones) externas: EQ

El modelo propone la utilización de los puntos de función como medida de tamaño y un conjunto de 7 factores de esfuerzo. En cambio el diseño post arquitectura contempla el desarrollo y el mantenimiento del software. Esta estimación es mucho más fiable y segura, si ya el proyecto tiene una arquitectura definida que ha sido validada y establecida como base para el desarrollo. El modelo utiliza las líneas de código fuente y los Puntos de Función como medidores del tamaño, modificadores para indicar el grado de reutilización y descarte del software, un conjunto de 17 estimadores de costo, y un conjunto de 5 factores que afectan de manera exponencial el esfuerzo del proyecto.

Pasos para la estimación por COCOMO II

- Obtener los puntos de función. (UFP).
- Identificación de las características.
- Clasificación.
- Ponderación aplicando pesos.
- Estimar la cantidad de instrucciones fuente. (SLOC).
- Utilizar tabla de lenguajes.

- Aplicar las fórmulas de Bohem.
- Obtener esfuerzo (PM) y tiempo (TDEV).
- Planificar las actividades del proyecto.

1.7.4 Análisis por puntos de casos de usos

La estimación mediante el análisis de Puntos de Casos de Uso, es un método propuesto originalmente por Gustav Karner de Objectory AB, y posteriormente refinado por muchos otros autores. A continuación se muestra una pequeña descripción.

Se trata de un método de estimación del tiempo de desarrollo de un proyecto mediante la asignación de "pesos" a un cierto número de factores que lo afectan, para finalmente, contabilizar el tiempo total estimado para el proyecto a partir de esos factores. [CA, 2005]

A continuación se detallan los pasos a seguir para la aplicación de éste método.

- Cálculo de Puntos de Casos de Uso sin ajustar: Se calcula a partir de la siguiente ecuación: $UUCP = UAW + UUCW$ donde, **UUCP**: Puntos de Casos de Uso sin ajustar **UAW**: Factor de Peso de los Actores sin ajustar **UUCW**: Factor de Peso de los Casos de Uso sin ajustar
- Cálculo de Puntos de Casos de Uso ajustados: Una vez que se tienen los Puntos de Casos de Uso sin ajustar, se debe ajustar este valor mediante la siguiente ecuación: $UCP = UUCP \times TCF \times EF$ donde, **UCP**: Puntos de Casos de Uso ajustados **UUCP**: Puntos de Casos de Uso sin ajustar **TCF**: Factor de complejidad técnica **EF**: Factor de ambiente.
- De los Puntos de Casos de Uso a la estimación del esfuerzo: El esfuerzo en horas-hombre viene dado por $E = UCP \times CF$ donde, **E**: esfuerzo estimado en horas-hombre. **UCP**: Puntos de Casos de Uso ajustados. **CF**: factor de conversión.

Este método proporciona una estimación del esfuerzo en horas-hombre contemplando sólo el desarrollo de la funcionalidad especificada en los casos de

uso. Para una estimación más completa de la duración total de un proyecto, hay que agregar a la estimación del esfuerzo obtenida por los Puntos de Casos de Uso, las estimaciones de esfuerzo de las demás actividades relacionadas con el desarrollo de software. Para ello se puede tener en cuenta el siguiente criterio, que estadísticamente se considera aceptable. El criterio plantea la distribución del esfuerzo entre las diferentes actividades de un proyecto, según la siguiente aproximación:

Actividad	Porcentaje
Análisis	10%
Diseño	20%
Programación	40%
Prueba	15%
Sobrecarga	15%

Tabla 1.1 Criterio de Distribución de Esfuerzo para las Actividades del proyecto

Estos valores no son absolutos, se consideran estadísticamente aceptables, pero pueden variar según las características de la organización y del proyecto.

1.8 Herramientas CASE que soportan la Gestión de Cambios.

Son numerosas las herramientas que se pueden encontrar en el mercado para facilitar la Gestión de los Cambios, también son numerosas las funcionalidades que ellas poseen, a continuación se describen las características de algunas de ellas:

20s Change Coordinator: Es un producto que entre otras cosas permite Gestionar las Solicitudes de Cambio, Construye un proceso de Gestión de Solicitudes de Cambio, Archivar registros de Solicitudes de Cambios, generar informes impresos por cada solicitud.

BMC Remedy Change Management: Es una herramienta que proporciona normas, gestión de procesos y capacidad de planificación para incrementar la velocidad y coherencia en la implantación de los cambios y, al mismo tiempo, minimizar los riesgos para el negocio. Desde la solicitud del cambio hasta su verificación, pasando por su planificación y aplicación, BMC Remedy Change Management ayuda a evaluar los riesgos y los requisitos de recursos asociados a los cambios [BCM, 2008].

Software para la Gestión de Cambios de la Empresa Élite: Proporciona un flujo de trabajo flexible, automatizando la aprobación de cambios y la documentación del proceso, el sistema provee acceso a toda la información relevante, actual e histórica, asociada con una Solicitud de Cambio.

Controla todas las actividades de cambio, reduciendo los casos en que se dan pérdidas de calidad, normalmente asociados con cambios no coordinados.

Provee la capacidad de supervisar y aprobar las Solicitudes de Cambio desde cualquier ubicación, de calcular el riesgo asociado a una Solicitud de Cambio, brinda acceso a información clave del proceso acerca de cambios planeados e implementados y sus ramificaciones.

Herramienta de Gestión de Cambios MATCHPOINT, de Heinrich Informatik AG:

Esta herramienta garantiza una segura y eficiente gestión de todos los cambios del software. Apoya completamente los procesos de desarrollo y despliegue, desde la creación de una Solicitud de Cambio hasta el despliegue automatizado en el entorno de producción.

MATCHPOINT permite conocer el estado y las actividades para cada Solicitud de Cambio. Las Solicitudes de Cambio registran datos como el estado, responsabilidad, fecha tope, y prioridad. Es también posible adjuntar documentos u otros objetos a una Solicitud de Cambio, lo que facilita la documentación. Las Solicitudes de Cambio pueden ser filtradas y organizadas, dando a cada miembro del proyecto la vista que necesita de los datos.

Rational ClearQuest: proporciona un seguimiento flexible de defectos y cambios. Es un producto de IBM, fue ganador del premio de la Visual Studio Magazine en el

2006, como la mejor herramienta de seguimiento de errores. Esta Herramienta realiza un seguimiento basado en actividad de cambios y defectos. Sin duda una de las mayores dificultades de los productos Rational es su elevado costo. Rational ClearQuest cuesta \$1303.08 [IBM 2005b].

MERANT PVCS Fue desarrollada por la corporación MERANT, es una suite con un conjunto de herramientas para el control de configuración. Controla los cambios en aplicaciones desarrolladas con el paquete y aplicaciones Web[Merant, 2002].

Continuus/CM Fue desarrollado por la corporación Continuus Software, permite el trabajo en paralelo, contiene un sistema de control de versiones y permite el seguimiento de los cambios. Define cinco componentes que se encuentran interrelacionados.

Confiscase: La autora definió esta herramienta como un software de apoyo al desarrollo del proceso de Gestión de Configuración y una plataforma para el control del flujo de trabajo. Se definieron siete módulos, entre ellos la herramienta cuenta con funcionalidades como la generación de peticiones de cambios y defectos, permite al Jefe de Proyecto asignar y evaluar las peticiones de cambio y además permite al Jefe de Proyecto asignar y evaluar Órdenes de Trabajo durante todo el ciclo de vida del proyecto.

Luego de haber realizado un análisis de algunas de las herramientas para la Gestión de Cambios existentes actualmente en el mercado, se pudo constatar que existen muchas posibilidades, todas de excelente calidad. No obstante también se pudo apreciar que la mayoría son software propietario, lo que presenta la gran desventaja de sus elevados precios, además de ello se pudo apreciar que no todas incluyen funcionalidades que se encarguen de analizar el impacto, costo y esfuerzo de un cambio y lo que es peor ninguna de estas herramientas dota al equipo de desarrollo de mecanismo para la Toma de Decisiones.

1.9 Conclusiones Parciales

A lo largo del presente capítulo se ha visto que la Gestión de Cambios juega un papel primordial en el Proceso de Desarrollo de Software, ya que los Cambios estarán presentes durante todo el ciclo de vida de este.

La Gestión de Cambios debe estar definida para cada proyecto a través de un procedimiento, donde se establezcan claramente las actividades que lo componen

Como se puede apreciar los procedimientos definidos hasta el momento para la Gestión de Cambios están compuestos por un grupo de actividades dentro de las cuales se encuentra la Análisis del Impacto de los cambios, esta constituye una estimación de las consecuencias de un cambio .y es un elemento clave que facilita la Toma de Decisiones dentro del proceso de Gestión de Cambios, sin embargo en ellos no se define la forma de realizar dicha actividad, sino que queda por parte del equipo de desarrollo escoger la manera de hacerla.

Las técnicas existentes para realizar las estimaciones de esfuerzo, tiempo de duración y costo del proyecto, servirán de base para realizar las estimaciones de esfuerzo y costo de los cambios.

La mayoría de las herramientas existentes que apoyan la actividad de Gestión de Cambios, son software propietario, lo que trae consigo una serie de limitaciones como pueden ser los altos precios que deben ser pagados por concepto de licencias y otras carecen de funcionalidades que apoyen la Toma de Decisiones en la Gestión de Cambios.

La proposición de un procedimiento que facilite la Toma de Decisiones en la Gestión de Cambio, que defina las actividades como el Análisis del Impacto, los roles involucrados en la Gestión de Cambios y las responsabilidades de cada uno de ellos contribuiría a fortalecer el proceso de desarrollo, a garantizar la calidad del software y además a cumplir con los compromisos establecidos.

Capítulo 2: Propuesta del Procedimiento para la Toma de Decisiones en la Gestión de Cambios.

2.1 Introducción

Este capítulo recoge la solución al problema existente en los proyectos productivos de la Facultad 3, a través de un procedimiento que ayude en la Toma de Decisiones en la Gestión de Cambios, se dará solución a los problemas presentados por los proyectos al enfrentarse a dicha actividad.

Este capítulo está compuesto por 10 epígrafes con temas que recogen todos los pasos que debe seguir el equipo de desarrollo para complementar con calidad la Gestión de Cambios dentro del proyecto.

2.2 Bases para implantar el Procedimiento en los proyectos productivos de la Facultad 3.

La Facultad 3 de la UCI cuenta desde hace algunos años con proyectos de gran prestigio, equipos de desarrollo que se han enfrentado a la construcción de grandes software tanto para empresas nacionales como para entidades extranjeras. A lo largo de este tiempo los equipos de desarrollo de la Facultad han demostrado gran profesionalismo y gran capacidad para desarrollar los mismos.

Para que el Procedimiento para la Toma de Decisiones en la Gestión de Cambios que se propone a continuación pueda tener resultados satisfactorios en un proyecto productivo es muy importante que en cada equipo de desarrollo se realicen una serie de actividades para apoyar la Gestión de Cambios.

Desde el inicio del proyecto y cada vez que se establezca una Línea Base, debe realizarse una correcta selección de los ECS y las relaciones que existen entre ellos.

Desde la fase de inicio el equipo de desarrollo debe contar con un plan de proyecto que contenga estimaciones del costo y el esfuerzo que implican la construcción del producto; es necesario que en la medida que el proyecto avance se tenga un control del tiempo real que se empleó en la realización de cada una de las actividades. Esta tarea permitirá estimar con mayor facilidad el esfuerzo y el costo de enfrentarse a un cambio.

En la Facultad 3 la mayoría de los proyectos están constituidos por un número considerable de trabajadores, es muy importante para enfrentar los cambios que el equipo de desarrollo constituya un Comité de Control de Cambios.

Es necesario para la aplicación del procedimiento que se propone en un proyecto productivo que este cuente con un Procedimiento definido para la Gestión de Cambios en el cual se tengan en cuenta las actividades de Análisis de Impacto de los cambios y la Toma de Decisiones sobre la realización del cambio, vale la pena señalar que el mal funcionamiento en el procedimiento de Gestión de Cambios en un proyecto que cambie continuamente puede ocasionar el fracaso total del mismo.

En los próximos epígrafes se explican las actividades que deben realizarse en los proyectos productivos para que el Procedimiento propuesto tenga buenos resultados.

2.3 Nivel de Gestión de Cambios a aplicar

Como se puede observar en el capítulo anterior se especifican los niveles existentes para la Gestión de Cambios, estos están determinados por el estado en que se encuentra el ECS que se desee cambiar, es decir si forma parte o no de la Línea Base o si forma parte de un producto que ha sido terminado y distribuido, en este caso el Procedimiento que se propone está definido para ser aplicado a nivel semi-formal y a nivel formal. A nivel informal no es necesario aplicar restricciones al proceso de cambios ya que en este caso los ECS no forman parte de la Línea Base y sus desarrolladores podrán realizar aquellos cambios que consideren pertinentes.

Como bien se ha dicho en otras ocasiones la Gestión de Cambios impone al equipo de desarrollo una carga adicional de trabajo excluyendo el nivel informal de estos procedimientos se evita la excesiva burocracia que a veces se le atribuye a esta actividad, dando a los desarrolladores una mayor libertad, permitiendo así que se agilice la realización de cambios.

Todo lo que se tratará en el resto del trabajo, estará referido a los cambios formales y semi-formales. Para realizar una correcta Gestión de Cambios en estos niveles es necesario que se realice correctamente otra de las actividades principales de la Gestión de Configuración, “La Identificación de la Configuración de Software”, en el siguiente epígrafe se explicará como llevar a cabo esta actividad en un proyecto de desarrollo de software.

2.4 Identificación de la Configuración de Software.

El desarrollo existente impone a la industria de software la construcción de sistemas cada vez más grandes y complejos. La Identificación de la Configuración, se podría definir como el proceso a través del cual se identifica cada Línea Base a ser establecida durante el ciclo de vida del proyecto, describe los ECS que la integraran, establece las relaciones que existen entre los ECS y el esquema de identificación que se utilizará para identificar a cada uno.

Es de vital importancia para la Toma de Decisiones en la Gestión de Cambios y en especial para el Análisis del Impacto (Cálculo del Alcance, Estimación del Esfuerzo, Costos y Beneficios) que estén identificados los ECS y las relaciones existentes entre ellos, en la medida que el proyecto avance en su desarrollo crecerá su complejidad, aumentarán los ECS y las relaciones entre ellos, esto provoca confusión entre los involucrados en la realización del proyecto; en la medida que esta actividad se realice con calidad, se estará garantizando que el Análisis del Impacto se haga eficientemente.

Para llevar a cabo la Identificación de la Configuración se pueden definir un conjunto de actividades que se explican a continuación.

- Establecimiento de una jerarquía preliminar del producto de software.
- Selección de los ECS
- Definición de las relaciones entre los ECS.
- Definición del Esquema de Identificación.
- Definición y Establecimiento de la Línea Base.

- Definición y Establecimiento de Bibliotecas de Software.

2.4.1 Jerarquía preliminar del producto de software

Se propone que la primera actividad a realizar cuando se proceda a efectuar la Identificación de la Configuración sea el establecimiento de una jerarquía preliminar del producto de software, gracias a esta actividad se obtiene una primera visión de la estructura y los elementos que tendrá el sistema.

2.4.2 Selección de los Elementos de Configuración de Software (ECS).

Otra actividad que se propone realizar es la Selección de los ECS, la importancia de esta actividad radica en que estén definidos todos aquellos artefactos cuya significación es clave dentro del proceso de desarrollo de software, la buena selección de los ECS permite un mayor control, una mejor gestión.

Es importante destacar que como se mencionaba anteriormente la tendencia de la industria de software es construir software cada vez más grandes y complejos lo que provoca que se tengan demasiado ECS, esto a su vez puede provocar un número elevado de especificaciones y documentos que al final resulta inmanejable. Sin embargo, el tener pocos ECS puede hacer que no se tenga la suficiente visibilidad sobre el producto.

Si se analiza que puede ser un ECS, se puede ver que existe una amplia gama de elementos en un proyecto que pueden formar parte de este conjunto, al punto que se puede crear un ambiente poco amigable a la hora de gestionarlos y controlarlos. La solución a este problema es que sólo los desarrolladores pueden saber que elementos son necesarios controlar según la fase en que se encuentra el ciclo de desarrollo del software con el objetivo que no se afecte la visibilidad del producto. Debe ser una decisión responsable ya que tratar de controlarlo todo resulta engorroso, pero dejar a un lado elementos que en un momento pueden tener un papel protagónico sería un error.

Independientemente del protagonismo que deba tener cada equipo de desarrollo para seleccionar los elementos de configuración a continuación se propone una forma de realizar esta actividad para garantizar la utilidad del procedimiento que se propone para la Toma de Decisiones en la Gestión de Cambios.

Para hacer mas especifica la selección de los ECS a continuación se propone una clasificación atendiendo su naturaleza y a la función que este desempeñe en la Línea Base:

- Documentos (.Doc)
- Diagramas (.Diag)
- Base de Datos (.Bd)
- Código Fuente (.Exe)

En los proyectos que se emplee como Metodología de Desarrollo RUP o un híbrido de esta se proponen los siguientes ECS para cada flujo de trabajo:

Flujos de Trabajo	Elementos de Configuración
Negocio y Requerimientos	Modelo de Negocio.Doc
	Documento Visión.Doc
	Especificación de Casos de Usos del Sistema.Doc
	Especificación de Requisitos.Doc
	Glosario de Términos.Doc
	Descripción de la Arquitectura (Vista CU).Doc
Análisis Y Diseño	Realización de Casos de Uso.Doc
	Modelo de Diseño.Doc
	Modelo de Datos. Diag
	Descripción de la Arquitectura (Vista de Diseño).Doc
	Modelo de Despliegue. Diag
	Descripción de la Arquitectura (Vista de Despliegue).Doc

Implementación	Modelo de Implementación.Doc
	Descripción de Arquitectura (Vista de Implementación).Doc
	Código Fuente. Exe
	Base de Datos. Bd
Prueba	Casos de Prueba.Doc
	Evaluación de Pruebas.Doc
	Plan de Pruebas. Doc
Despliegue	Manual de Usuario. Doc
	Manual de Instalación. Doc

Tabla 2.1. Elementos de Configuración por Flujos de Trabajo.

2.4.3 Definición de las relaciones entre los ECS.

Esta es una actividad clave para la Identificación de la Configuración y a su vez para el proceso de Análisis de Impacto debido que aquí es donde se establece que relaciones existen entre lo ECS. Se pueden definir las siguientes relaciones:

- **Composición:** Se establecerá relación de composición cuando un ECS esté compuesto por otros artefactos de la metodología u otros módulos del producto Por ejemplo, el ECS “Modelo de Negocio” estará compuesto de otros ECS, como el “Diagrama de Casos de Uso del Negocio” y el “Diagrama de actividades”, entre otros.
- **Derivación:** Se establecerá la relación de derivación Cuando un ECS ha originado otro, por ejemplo, el código objeto del código fuente, o una determinada traza de ejecución de un determinado caso de prueba con un determinado programa ejecutable.
- **Dependencia:** La relación de dependencia aparecerá cuando exista cualquier otro tipo de relaciones entre ECS, fundamentalmente en la documentación, y sobre todo para facilitar la trazabilidad de los requisitos. Así, por ejemplo, los

diagramas de actividades del negocio dependen del diagrama de casos de uso del negocio.

- Sucesión: Constituye la historia de cambios sobre un elemento desde una revisión a otra. Puede ser muy útil definir un Grafo de Evolución para cada ECS.
- Variante: Variación sobre un determinado elemento, con la misma funcionalidad, pero que, por ejemplo, funciona más rápido.
- Equivalencia: Por ejemplo, cuando un determinado ECS que es un programa está almacenado en tres lugares diferentes (un disco maestro, una copia de seguridad en cinta y el diskette del programador), pero todas las copias corresponden al mismo programa.

Las relaciones que se establezcan entre los ECS se utilizarán en gran medida para el Análisis del Impacto de los Cambios.

2.4.4 Definición de un Esquema de Identificación.

Esta actividad es la encargada de definir la información que debe identificar a cada ECS. Esta información debe incluir:

- Número o código.
- Nombre del ECS.
- Descripción del ECS.
- Desarrollador/es del ECS.
- Fecha de creación.
- Identificación del proyecto al que pertenece el ECS.
- Identificación de la Línea Base a la que pertenece.
- Identificación de la fase y del flujo de trabajo en el que se creó.
- Tipo de ECS (Documento, Diagrama, Base de Datos, Código Fuente.).
- Número y fecha de versión.

- ECS relacionados directamente y el tipo de relación.

Para realizar esta actividad se propone que cada proyecto lleve el control de la identificación de cada ECS en el documento de Identificación de Configuración (Ver Anexo 2).

2.4.5 Definición y Establecimiento de Línea Base.

La Línea Base es empleada como punto de partida para continuar el desarrollo del software en la fases siguientes, los cambios sobre algún ECS que forme parte de la línea base debe realizarse bajo un proceso formal de Gestión de Cambio.

Las Líneas Bases se establecen en hitos del proceso de desarrollo de software con el objetivo de identificar los resultados de las tareas realizadas durante la fase y asegurar que se ha completado la fase. En cada establecimiento de una Línea Base debe confeccionarse el documento Identificación de Configuración.

2.4.6 Definición y Establecimiento de Bibliotecas de Software.

Otra de las actividades que forma parte de la Identificación de la Configuración es la Definición y Establecimiento de las Bibliotecas Software.

Las Bibliotecas de Software son una colección controlada de software y/o de la documentación relacionada al mismo, diseñada para ayudar en el uso, el desarrollo y el mantenimiento del software. En éstas se almacenan las copias oficiales de los ECS que se encuentran bajo control de cambio. El número de bibliotecas a definir corresponde con el nivel de madurez de los ECS que son colocados en las mismas.

2.5 Composición del Comité de Control de Cambios (CCC).

Como se define en el Capítulo anterior el Comité de Cambios es el que se encarga de realizar la Toma de Decisiones acerca del estado y la prioridad de las solicitudes de cambio. El Comité de Cambio debe tener una visión general del producto que se esté construyendo, debe realizar el Análisis del Impacto que pueda tener el cambio,

en aspectos como el esfuerzo que conlleva realizarlo, el efecto que pueda causar sobre el resto del proyecto, el costo implicado, la calidad y fiabilidad del mismo. Este Comité en dependencia del tamaño del equipo de desarrollo puede estar compuesto por una o varias personas, sobre estas personas recaerán la responsabilidad de tomar decisiones sobre el cambio solicitado una vez que se haya analizado el impacto que el mismo pueda significar al proyecto.

Se propone que la actividad de La Toma de Decisiones en la Gestión de Cambio se efectúe mediante una reunión donde participe el Comité de Cambio y cualquier otro miembro del proyecto que esté interesado.

Además de esto por cuestiones organizativas el Comité de Cambio debe estar constituido por un grupo impar de personas ya que esto facilitará la actividad de la Toma de Decisiones.

Para constituir el Comité de Control de Cambios se deben tener en cuenta los siguientes roles:

- **Presidente del Comité de Control de Cambios:** Es aquella persona que define el proceso de Gestión de Cambios para el proyecto y vela por el cumplimiento de cada una de las actividades que este plantea.
- **Analista de Pruebas:** Es el encargado de confirmar que ha sido realizado el cambio adecuadamente.
- **Integrador de Sistemas:** Es quien responde por la integración de cada construcción cuando sus partes han sido implementadas.
- **Planificador:** Es el encargado de estimar el esfuerzo, los costos y los beneficios que implicaría el cambio, además de actualizar el plan de proyecto en caso que el cambio sea aceptado.
- **Cualquier rol del proyecto que esté implicado en el cambio.**
- **Jefe de Proyecto:** Debe estar incluido en dicho Comité ya que es la máxima autoridad en las decisiones que sean tomadas dentro del proyecto.

Otros aspectos a tener en cuenta antes de construir un Comité de Control de Cambios en un Proyecto son:

- La cantidad de personas que trabajan en el mismo, ya que en proyectos donde el equipo de desarrollo sea pequeño, no es necesario constituir formalmente un comité de cambios, pero si se hace imprescindible que cuenten con un responsable de Gestión de Cambios que de conjunto con el Jefe de Proyecto lleve a cabo Análisis del Impacto que los Cambios formales y semi-formales puedan tener para el resto del proyecto.
- De encontrarse geográficamente distribuidos los miembros del proyecto, se propone que en cada módulo exista un Comité de Control de Cambios.

2.6 Procedimiento de Gestión de Cambios.

Como se establece en las bases necesarias para la utilización del procedimiento que se propone es necesario que cada equipo de desarrollo tenga definido un procedimiento para la Gestión de Cambios en el cual se contemplen las actividades de análisis de impacto y la Toma de Decisiones , después de haber hecho un estudio exhaustivo de los procedimientos definidos en la literatura para realizar esta actividad, y teniendo en cuenta que un grupo considerable de los proyectos productivos de la Facultad 3 carecen de un Procedimiento definido para gestionar los cambios se propone el siguiente :

1. Nombre del procedimiento

Procedimiento para la Gestión de Cambios.

2. Objetivo

Estandarizar la manera en que se gestionan los cambios en la Facultad 3 de la UCI.

3. Alcance

Proyectos Productivos de la Facultad 3

4. Referencia

- Antonio, Angélica de, Gestión de Configuración. Chile, SPIN., 2001
- Pressman Roger S., Ingeniería de Software, un enfoque práctico, ed. 4, Mc GrawHill Iberoamericana 2000

5. Responsables

Ejecuta:

Miembros del Comité de Control de Cambios

Responsable de su ejecución:

Presidente del Comité de Control de Cambios

Revisa este procedimiento:

Jefe de Proyecto

Fiscaliza su cumplimiento:

Jefe de Proyecto

6. Entradas

Solicitud de Cambio.

7. Salidas

Informe de Estado de Cambio.

8. Desarrollo del Procedimiento

En este procedimiento se establece como entrada la Solicitud de Cambio y tendrá como actividades:

1. Se analiza la Solicitud de Cambio:
2. Análisis de Impacto de los Cambios:
3. Se decide si el cambio es aceptado o rechazado:
4. Se genera y asigna Orden de Trabajo:
5. Se ejecuta el cambio:
6. .Se prueban los ECS cambiados:
7. Se notifica el cambio resuelto y se distribuye la nueva versión.

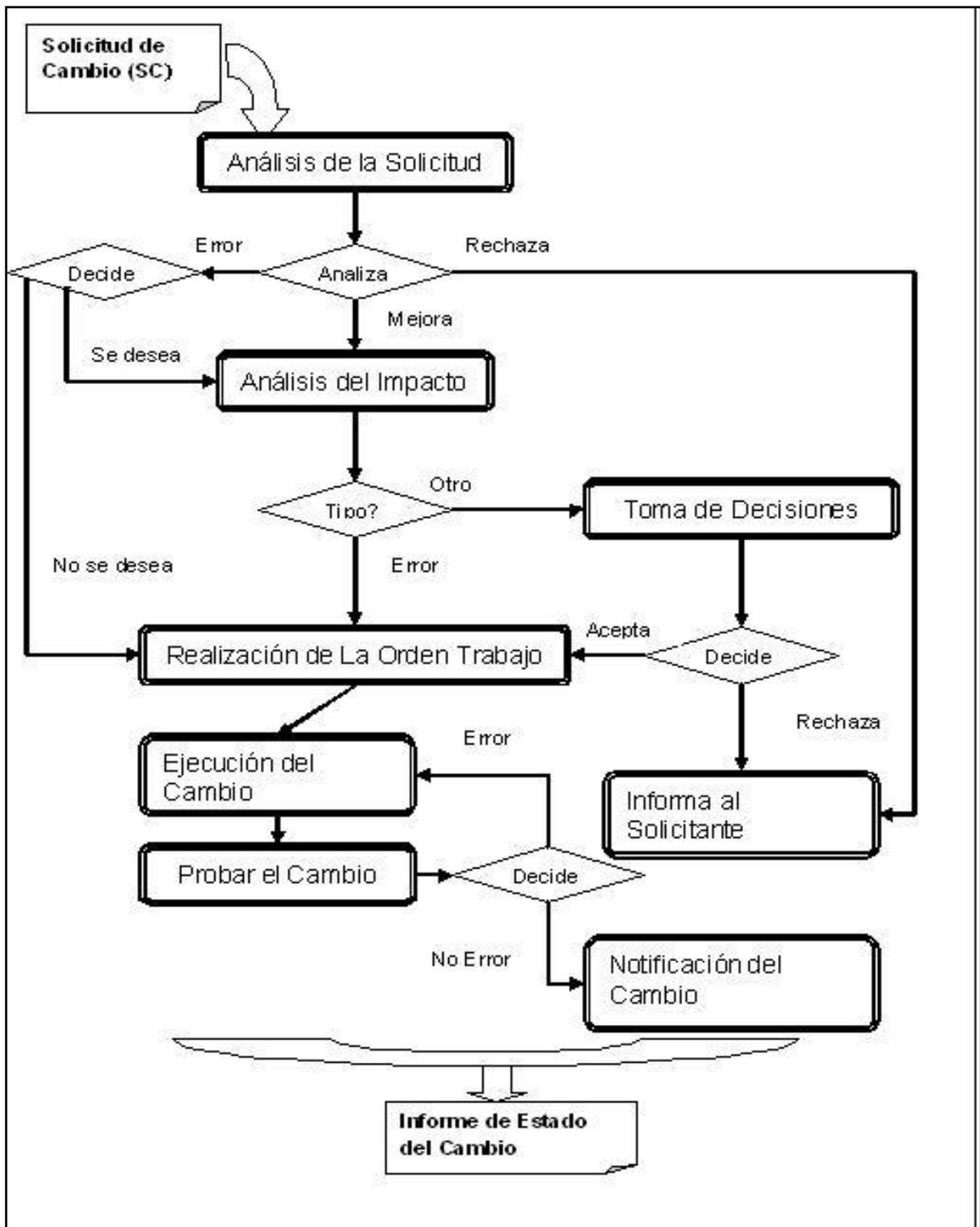


Figura 2.1 Procedimiento para la Gestión de Cambios

A continuación se explicará en que consiste cada una de las actividades que conforma este procedimiento.

1. Se analiza la Solicitud de Cambio:

El análisis de la solicitud de Cambios debe hacerse por parte del Presidente del Comité de Control de Cambios.

En esta actividad se establece como entrada la Solicitud de Cambio y como salida el documento Informe de Estado del Cambio, en caso de que la solicitud sea aprobada para continuar su cauce normal se llenan los datos en el documento Informe de Estado del Cambio y se pasa a la actividad Análisis de Impacto de los Cambios, si la solicitud es rechazada se informa mediante el Informe de Estado de Cambio que esta solicitud no requiere acción.

Cuando la Solicitud de Cambio llega a manos del Presidente CCC el mismo debe valorar:

- El problema no requiere acción: En este caso lo que se describe no es una deficiencia, sino que la situación se debe a una mala manipulación del sistema, también suele darse esta situación cuando ya se ha informado previamente la incidencia y se están tomando las acciones correctivas necesarias o fue rechazada en alguna ocasión, en este caso se informa al solicitante que la Solicitud hecha no requiere acción.
- Solicitud de Cambio debe Seguir cauces normales: En este caso lo que se describe en la solicitud podría ser corregido con una mejora en el sistema, y se procederá a realizar la actividad 3 del procedimiento, se actualiza en el Informe de Estado del Cambio que la solicitud ha sido aprobada a seguir el cauce normal del procedimiento.
- Cuando la deficiencia que se describen en la SC se debe a una mala implementación que debe ser corregida. Se informa a los desarrolladores y se pasa a corregir la deficiencia, en este caso se crea una Orden de Trabajo y se actualiza el Informe de Estado de Cambio. Se propone que para optimizar la planificación del proyecto se proceda a

efectuar el Análisis del Impacto, lo que permitirá una actualización del Plan de Proyecto.

El documento Informe de Estado del Cambio creado en esta actividad acompañará al cambio hasta que se concluya el proceso.

2. Análisis de Impacto de los Cambios:

En esta actividad es donde se evalúan por parte del Presidente del Comité de Control de Cambios y el Planificador los efectos que el mismo pueda traer sobre el proyecto. Aquí debe ser evaluado hasta donde el cambio pueda afectar al resto de los ECS, la carga laboral de los involucrados con el cambio y del costo de recursos que este acarree.

Luego de haber realizado el análisis se actualiza el Informe de Estado del Cambio por parte del Presidente del Comité de Control de Cambio.

3. Se decide si el cambio es aceptado o rechazado:

Basándose en los resultados arrojados en el Análisis del Impacto, el Comité de Control de Cambios llevará a cabo la Toma de Decisiones. La decisión tomada por parte del Comité de Control de Cambio debe ser reflejada en el documento Informe de Estado del Cambio.

En caso de que el cambio sea rechazado, se da por concluido el proceso y se le comunica al solicitante mediante el Informe de Estado del Cambio. En caso que se acepte el cambio se procede a realizar la siguiente actividad.

Para el cumplimiento de las actividades 2 y 3 se propondrá en epígrafes posteriores un procedimiento que permitirá realizar la Toma de Decisiones en el Proceso de Gestión de Cambios.

4. Se genera y asigna Orden de Trabajo:

Una vez que el cambio ha sido aceptado se genera por parte del Jefe de Proyecto y el Planificador el documento Orden de Trabajo, este documento está asociado a la solicitud del cambio y en el mismo se planifican las tareas que deben llevarse a cabo para realizar el cambio correctamente.

Una vez confeccionado este documento se asigna a los miembros del equipo encargados de los ECS que serán víctima del cambio la responsabilidad de ejecutar el mismo.

5. Se ejecuta el cambio:

En esta actividad se ejecuta el cambio teniendo en cuenta las actividades planificadas en la Orden de Trabajo. Los responsables de llevar a cabo esta actividad serán aquellos miembros del equipo de desarrollo que hayan sido nombrados en la Orden de Trabajo.

Al finalizar esta actividad el encargado de llevar a cabo el cambio actualiza el documento Informe de Estado Cambio

6. Se prueban los ECS cambiados:

En dicha actividad se envía el cambio ejecutado al probador asignado en la Orden de Trabajo, y se prueba el cambio realizado, si hay errores en los ECS cambiados se le envía de nuevo al desarrollador, por el contrario si el cambio está resuelto sin presentar errores se le informa al Jefe de Proyecto.

Al finalizar esta actividad el probador debe liberar los ECS víctimas del cambio y para ello debe actualizar el documento Informe de Estado Cambio, declarando que el cambio fue satisfactorio o en caso contrario plasmar los defectos encontrados en la prueba y hacerlo llegar al desarrollador encargado del cambio.

7. Se notifica el cambio resuelto y se distribuye la nueva versión.

Se informa por parte del Presidente del Comité de Cambio y el Jefe de Proyecto que el Cambio ha sido realizado satisfactoriamente mediante la culminación del documento Informe de Estado del Cambio.

2.7 Artefactos que se generan durante el proceso de Gestión de Cambios.

Durante el procedimiento propuesto se generan un conjunto de artefactos que a continuación serán explicados para propiciar una mayor comprensión de los mismos

- La Solicitud de Cambio: este artefacto surge a partir de que cualquier involucrado en el proyecto esté interesado en que se realice un cambio, para notificar formalmente esta necesidad deberá completar el formulario, este formulario se emplea para documentar y seguir los defectos, las solicitudes de alguna mejora o cualquier otra solicitud de cambio sobre el producto El primer paso es que el Presidente del Comité de Control de Cambio defina el formulario que se debe utilizar para solicitar cambios.

Este formulario de Solicitud de Cambio debe contemplar información suficiente que permita determinar, por qué es necesario el cambio, que es lo que debe ser cambiado, quien solicita el cambio, una breve descripción del problema que permita recomendar una solución, en caso de ser elaborado por un miembro del equipo de desarrollo debe incluir posibles afectaciones que pueda producir a otros ECS. Esta solicitud debe ser elaborada por la persona que desee cambiar algún ECS integrado a la línea base del proyecto.

Vale la pena destacar que existen diferencias en los formularios en cuanto a la causa del cambio que se solicita ya sea esta una mejora, un problema o deficiencia detectada durante una auditoria, una prueba o el uso del sistema. A los formularios que se usan para informar los problemas que ocurren se les suele llamar Informes de Incidencias (II) o Informes de Problemas (IP), estos recogen información adicional sobre el incidente, como puede ser una descripción del mismo, los efectos que ha producido, entre otros, esta información permitirá a los desarrolladores tomar las acciones necesarias. (Ver Anexo 3.)

- La Orden de Trabajo: este artefacto es el que se emite cuando ha sido aprobada una Solicitud de Cambio para un Elemento de Configuración de Software de línea base, esta indica los requisitos para realizar el cambio, entre otros aspectos. (Ver Anexo 5)

- Informe de Estado del Cambio: Este documento se crea con la finalidad de mantener un historial del cambio, es decir toda su trayectoria desde que se analiza la solicitud de Cambio y es evaluado hasta que el mismo se concluye. (Ver Anexo 4)

2.8 Propuesta Procedimiento para la Toma de Decisiones en la Gestión de Cambios.

Para llevar a cabo la confección de este procedimiento se también se tuvo en cuenta la norma IPP-1000:2008, de la Infraestructura productiva de la UCI para la elaboración de los procedimientos para la actividad productiva.

A continuación se propone el procedimiento para la Toma de Decisiones en la Gestión de Cambios. (*Figura 2.2*)

1. Nombre del procedimiento

Procedimiento para Toma de Decisiones en la Gestión de Cambios.

2. Objetivo

Dotar a los equipos de desarrollo de la facultad 3 de un procedimiento que facilite la Toma de Decisiones en el proceso de Gestión de Cambios.

3. Alcance

Proyectos Productivos de la Facultad 3

4. Referencia

- Antonio, Angélica de, Gestión de Configuración. Chile, SPIN., 2001
- Pressman Roger S., Ingeniería de Software, un enfoque práctico, ed. 4, Mc GrawHill Iberoamericana 2000

5. Responsable

Ejecuta:

Comité de Control de Cambios

Responsable de su ejecución:

Presidente del Comité de Control de Cambios

Revisa este procedimiento:

Jefe de Proyecto

Fiscaliza su cumplimiento:

Jefe de Proyecto

8. Entradas

Solicitud del Cambio, Informe de Estado del Cambio

9. Salidas

Informe de Estado de Cambio actualizado

10. Responsables de llevar a cabo el Procedimiento

Miembros del Comité de Control de Cambio.

11. Desarrollo del Procedimiento

1. Evaluar % Cambio:

En esta actividad se establecen como entradas la Solicitud de Cambio y el Informe de Estado del Cambio, se realizará con el objetivo de evaluar que porcentaje cambiará el ECS que se propone sea cambiado sin tener en cuenta su impacto sobre el resto de los elementos. El responsable de esta actividad será la persona que creó el ECS que se propone cambiar.

2. Construcción del Grafo

El objetivo de esta actividad es construir un grafo dirigido y ponderado donde los nodos representen los ECS que integran la Línea Base y las aristas representen las relaciones que existen entre ellos, en este caso se ponderarán los nodos y las aristas en dependencia de la clasificación que estos tengan.

Es importante aclarar que el grafo debe construirse cuando se enfrente por primera vez un cambio a cualquier ECS que forme parte de esa línea base y a partir de este debe irse actualizando para los cambios posteriores.

Cálculo del Alcance

Un vez que el grafo este elaborado o actualizado, el Presidente del CCC prosigue a calcular el alcance del cambio, dentro de esta actividad se calcula además el porcentaje de cambio que sufrirá el proyecto y la complejidad promedio de los ECS que serán afectados por el cambio. Esta actividad depende completamente de la obtención de datos del grafo ya construido, el calculo de realiza a través de fórmulas definidas en el epígrafe 2.8.3.

Al concluir esta actividad de actualiza en documento Informe de Estado del Cambio colocando en este los valores arrojados en el cálculo.

3. Análisis de Costo

En esta actividad el planificador, basándose en los valores numéricos que arroje el cálculo del alcance y empleando los métodos de estimación existente el equipo deberá realizar un análisis del esfuerzo y costo asociado al cambio, debe reevaluar costo total del proyecto.

Después de haber realizado las estimaciones deberá reflejarlas en el Documento de Informe de Estado del Cambio

4. Toma de Decisiones.

Por último y no por ello menos importante se procede a efectuar la toma de decisiones por parte del Comité de Control de Cambios mediante una reunión para adoptar una conducta con respecto al Cambio, donde se tendrán en cuenta los beneficios o prejuicios que tendrá para el proyecto.

Al concluir esta reunión el Presidente del CCC deberá reflejar en el documento Informe de Estado del Cambio la decisión tomada y en caso de que el cambio sea rechazado explicar las causas.

En epígrafes posteriores de explicarán detalladamente los pasos a seguir para el cumplimiento de estas actividades.

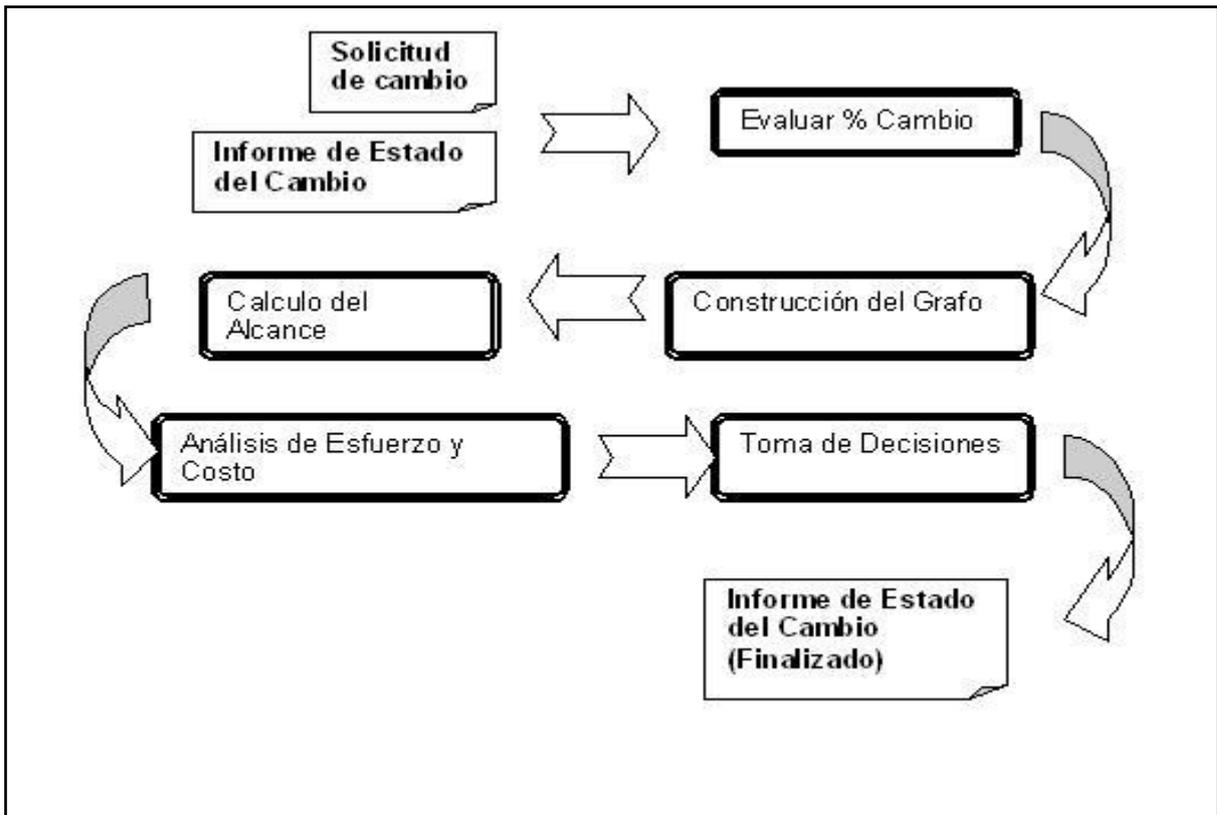


Figura 2.2. Procedimiento para la Toma de decisiones en la Gestión de Cambios

2.8.1 Evaluación del % de Cambio

La primera actividad dentro de la Toma de Decisiones en la Gestión de Cambios es *la Evaluación del % de cambio del ECS*, en ella se debe calcular por parte del desarrollador que creó el ECS el porcentaje que este va a cambiar, este reflejará el % de cambio que sufrirá el ECS. Es importante destacar que este porcentaje debe ser expresado en valores entre 0 y 1.

2.8.2 Construcción del Grafo de Cálculo de Alcance

Como se ha podido apreciar hasta el momento es de gran importancia para el Procedimiento que el Encargado de la Gestión de Configuración de Software del proyecto realice una correcta selección de los Elementos de Configuración que compongan el software al cual se le vaya a aplicar el mismo, además de esto es vital que se identifiquen correctamente todas las relaciones que existan entre los mismos, una vez definida la línea base y los elementos que la integran se propone que el Presidente del Comité de Control de Cambios construya el grafo de Cálculo de Alcance.

La primera actividad a realizar si se desea construir el grafo es la asignación de un nodo a cada elemento de configuración que forme parte de la línea base, cada nodo tendrá como atributos el nombre del Elemento de Configuración que representa, un identificador y el peso.

A cada nodo se le asignará un peso dependiendo de la complejidad técnica para construir el mismo y de la preparación que deba tener un desarrollador para poder llevar a cabo la realización del mismo, sin tener en cuenta la repercusión que esto pueda traer sobre el resto de los ECS del sistema.

Para asignar el peso a cada nodo se proponen tres categorías, Complejidad alta, complejidad media y complejidad baja, asignándosele a estas valores de 3,2 y 1 respectivamente, como se explicaba anteriormente dependiendo de la complejidad técnica que tenga el mismo.

A continuación se propone una clasificación de complejidad para los ECS de un proyecto que emplee metodología RUP, lo que no quiere decir que sea estrictamente así, en cada equipo de desarrollo puede variar esta clasificación en dependencia de las especificidades del proyecto.

Artefactos	Complejidad Técnica
Modelo de negocio.Doc	2
Diagrama de Casos de Uso del Negocio. Diag	2
Diagrama de Actividades. Diag	2
Descripción Textual de los CUN. Doc	2
Modelo de Objetos. Diag	2
Reglas del Negocio. Doc	1
Documento Visión. Doc	1
Especificación de Casos de Usos del Sistema. Doc	2
Diagrama de Casos de Uso. Diag	2
Descripción Textual de los CUS. Doc	2
Especificación de Requerimientos. Doc	2
Prototipo de Interfaz de Usuario. Doc	3
Descripción de la Arquitectura (Vista de CU). Doc	3
Modelo de análisis.Doc	3
Diagrama de Cases del Análisis. Diag	3
Diagramas de Colaboración. Diag	2
Modelo de Diseño. Doc	3
Diagrama de Clases del Diseño. Diag	3
Diagrama de Secuencia. Diag	2
Documento de Arquitectura (Vista de diseño). Doc	3
Modelo de Despliegue. Diag	2
Documento de Arquitectura (Vista de despliegue). Doc	3

Modelo de Datos.Diag	3
Modelo de Implementación. Doc	3
Subsistemas de Implementación. Diag	3
Diagramas de Componentes. Diag	3
Código Fuente.Exe	3
Base de Datos. Bd	3
Plan de Prueba. Doc	2
Estrategia de Prueba. Doc	2
Casos de Prueba. Doc	2
Manual de Usuario. Doc	1
Manual de Instalación. Doc	1

Tabla 2.2 Asignación de Pesos a Nodos Según Complejidad del ECS que representa.

Después de haber seleccionado los nodos se deben plantear las relaciones existentes entre los Elementos de Configuración a través de aristas que unan los nodos, además de especificar la navegabilidad de las mismas.

A cada arista se le asignará un peso en dependencia del tipo de relación que represente.

Relación	Peso
Composición	6
Derivación	5
Dependencia	4
Sucesión	3
Variante	2

Tabla 2.3. Peso de la Relaciones que se establecen entre ECS

2.8.3 Cálculo del Alcance del Cambio

Para calcular el alcance del cambio, es necesario que el Presidente del Comité de Control de Cambios explore todos los nodos que directa o indirectamente puedan verse afectados, para ello se propone hacer una exploración al grafo, esta será a través de un recorrido en profundidad que permitirá la exploración de todos los vértices siendo así posible encontrar todos aquellos nodos que puedan verse afectados de una forma u otra por un cambio que se produzca en un nodo determinado.

A continuación se propondrá un grafo que servirá de ejemplo para explicar el cálculo del alcance:

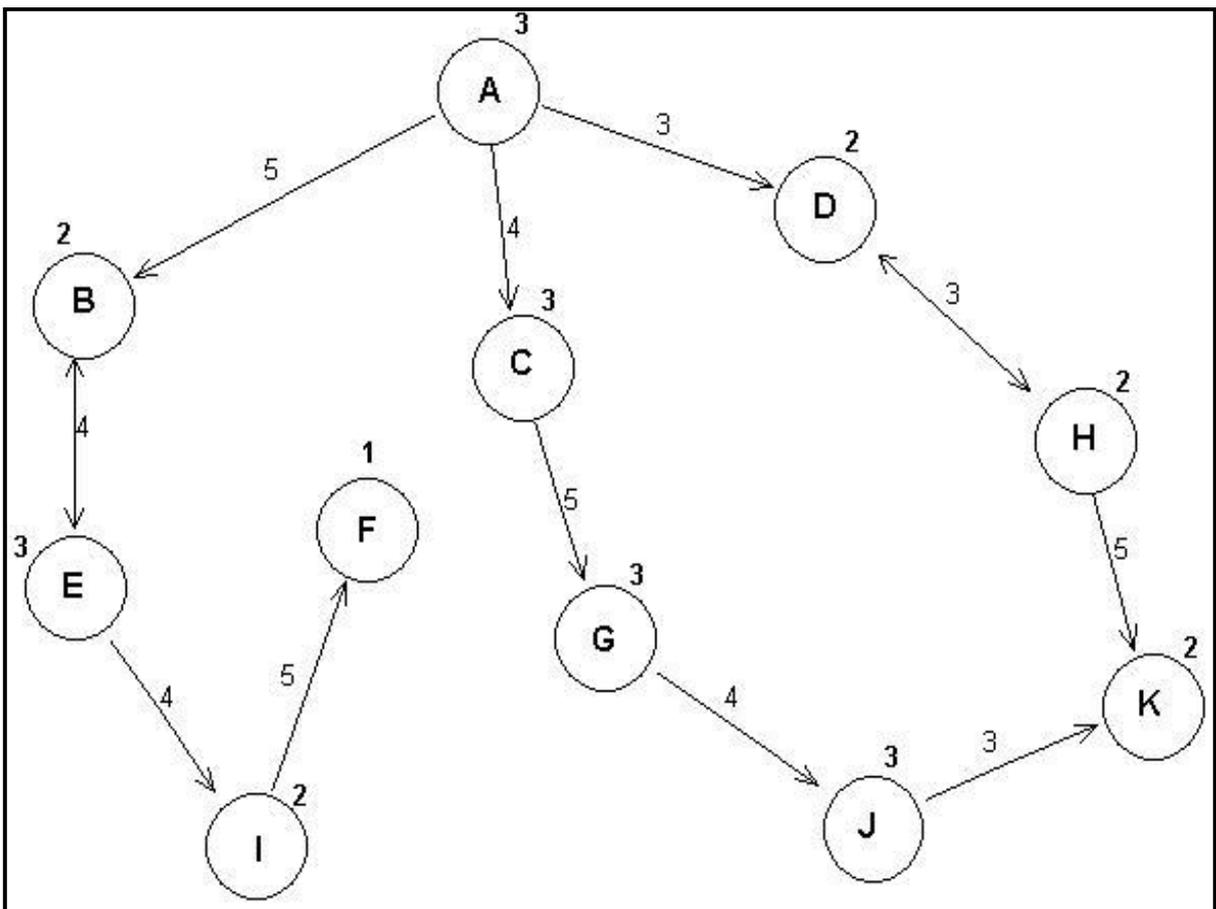


Figura 2.2 Ejemplo de Grafo para el calculo de Alcance

Suponiendo que se desee realizar un cambio al ECS X representado por el nodo C, se recorre el grafo en profundidad a partir del nodo C para obtener una lista de todos aquellos ECS que se afectarían con el cambio:

C-G-J-K

Una vez recorrido el grafo y obtenida la lista se construye una Tabla de Alcance donde se almacene de cada nodo incluido en el recorrido su peso y el peso de la arista que le antecede, excluyéndose en este caso el peso de la arista que antecede al nodo que se esta analizando por ser este dato irrelevante para el calculo del alcance que acarree realizar un cambio sobre este nodo:

ID. Nodo	Peso Nodo	Peso Arista
C	3	-
G	3	5
J	3	4
K	2	3

Tabla 2.5 Datos de Alcance del Nodo

Para el cálculo del alcance que pueda tener un cambio se pueden obtener lo siguientes datos:

(PAR) Peso de la Aristas involucradas en el Recorrido.

(PAG) Peso de las Aristas del Grafo

(PNR) Peso de los Nodos involucrados en el Recorrido.

(PNG) Peso de los Nodos del Grafo

(NR) Total Nodos del Recorrido.

(NRF (Sigla que identifique la fase)) Nodos del recorrido por fase

(NTF (Sigla que identifique la fase)) Nodos Total por fase

(NT) Total de Nodos que integran el Grafo.

(AR) Total de Aristas del Recorrido.

(PCE) Porcentaje que va a cambiar el Elemento de Configuración que originará el cambio.

(PCF) Porcentaje de Cambio por Fase

Como que el cálculo que se desea realizar constituye una estimación se propone que el valor arrojado en el cálculo del PCE para el ECS que originará el cambio se asigne también al resto de los ECS que se afectarán con el cambio.

Se propone calcular el valor medio de complejidad que presentan los ECS (nodos) que se afectarán con el cambio (CC):

$$CC = \sum PNR / NR$$

Para calcular la Magnitud del Cambio (MC) se utiliza la siguiente fórmula:

$$MC = (\sum PNR + \sum PAR) / (PNG + PAG)$$

Este cálculo arrojará como resultado valores entre 0 y 1 en la medida que el valor se acerque más a 1 la MC que se desea realizar será mayor.

Porcentaje del cambio (PC)

$$PC = PCE * (NR / NT)$$

Porcentaje de cambio del proyecto en cada fase, para realizar este cálculo debe ser descompuesto según las fases de desarrollo a la que pertenezcan.

$$PCF (\text{Nombre Fase}) = (NRF * 100 / NTF) * PCE$$

2.8.4 Análisis de Costo y Esfuerzo que implica el Cambio

Para que la toma de decisiones en la Gestión de Cambios se realice de forma eficiente es de vital importancia que sea estimado el esfuerzo y los costos que implicaría introducir un cambio.

Una vez obtenida en la actividad anterior una estimación del tamaño del cambio será entonces posible realizar un análisis del esfuerzo necesario para realizar un cambio

Para la estimación del esfuerzo existen técnicas, ejemplo de ellas es la técnica por Puntos de Casos de uso, con ella es posible estimar el esfuerzo necesario para realizar un proyecto, incluso es posible definir el tiempo que será necesario para completar cada fase del proceso de desarrollo.

Para llevar a cabo la estimación dentro de este procedimiento se propone que si el cambio constituye la adición de un nuevo requisito, el calculo sea realizado a través de una de las técnicas conocidas para estimar el esfuerzo necesario para llevar a cabo la actividad.

Por el contrario si el cambio constituye una mejora o un defecto se propone tomar los datos plasmados en el plan de proyecto para realizar la estimación, ya que es menos complicado que estimar el esfuerzo por las técnicas conocidas. Teniendo en cuenta el plan de proyecto, creado en la fase de inicio, en el que se define el cronograma del proyecto, la disponibilidad de recursos y si la estimación hecha en la fase de inicio del proyecto fue realizada correctamente y además se ha llevado un control estricto del esfuerzo que se ha empleado en cada fase, será muy sencillo estimar el esfuerzo de un cambio, a continuación se propone una forma de realizar esta actividad.

Para estimar el esfuerzo requerido para hacer un cambio se propone que se tome del plan de proyecto y del control del tiempo que se empleó en realizar cada una de las actividades y además se tome el porcentaje que probablemente cambiarán los ECS en su fase de desarrollo, luego de obtener estos datos se procederá a calcular:

(TEF) Tiempo estimado para realizar la actividad

(TRF) Tiempo empleado en la fase

PCF porcentaje que cambiarán los ECS de una determinada fase

(EF) Esfuerzo necesario para realizar los cambios en los ECS de la fase

(ET) Esfuerzo necesario para completar el cambio

(TF) Trabajadores por fase

Esfuerzo requerido por fase (ERF):

$$EFR = TRF * TF$$

Esfuerzo Necesario realizar el cambio por fase (EF):

$$EF = PCF * ERF / 100 \text{ (horas - hombre)}$$

Esfuerzo total requerido para realizar el cambio:

$$ET = \sum EF \text{ (horas-hombre)}$$

Para realizar una estimación del costo del Cambio después de haberse estimado el esfuerzo será necesario definir:

- Recursos Humanos destinados a realizar el mismo
- Tiempo que se empleará
- Recursos materiales
- Gastos por adquisición de herramientas de trabajo (Hardware y Software).
- Gastos en Alimentación, reparaciones, en fin todos los gastos en que pueda incurrir el proyecto para enfrentar el cambio.
- Gastos de mantenimiento de hardware y software anteriores.

En el caso de los proyectos productivos de la facultad solo será necesario evaluar los gastos que provengan de la adquisición de materiales o herramientas de trabajo, gastos de corriente eléctrica, Gastos en reparaciones, los gastos en la alimentación, aseo y hospedaje de los desarrolladores ya que en este caso los mismos no devengan salario por las actividades que desempeñan ya que en su mayoría son estudiantes, en caso de que existiera un profesor involucrado en el cambio sería necesario incluir en la estimación los gastos en que se incurrirían por concepto de salario.

Estos Valores numéricos se suman lo que arrojaría el Gasto total del Cambio.

Después realizar una reevaluación del costo total del proyecto debe realizarse un análisis de los beneficios que se obtendrán del cambio, para ello deben tenerse en cuenta elementos como la influencia del cambio en el mejoramiento del rendimiento del sistema, ahorro por conceptos de mantenimiento, incremento de las ventas, mejoras en la imagen de la compañía entre otros, no solo deben tenerse en cuenta

lo beneficios tangibles, sino también los intangibles que a largo plazo puedan reportar ganancias aunque sea de manera indirecta.

2.9 Decisión de una conducta a adoptar frente al cambio.

Durante las actividades anteriores del proceso de Toma de decisiones en la Gestión de Cambios se han obtenido una serie de indicadores que caracterizan la naturaleza del cambio al cual se va a enfrentar el equipo de desarrollo, estos indicadores son , la magnitud, la complejidad promedio de los elementos de configuración que serán afectados por el cambio, además de esto ha sido posible estimar el esfuerzo y costo que implicaría enfrentarse al cambio y también habrá sido posible evaluar los beneficios que se obtendrán en el mismo.

En este momento el Comité de Control de Cambios estará en condiciones de adoptar una conducta con respecto al cambio, para ello debe realizarse una reunión de Decisión.

A partir de los valores contenidos en el Informe de Estado del Cambio en los acápites referentes al análisis de impacto, será posible que el presidente del Comité de Control de Cambios proponga aceptar o rechazar el mismo, a partir de esta propuesta y teniendo en cuenta los beneficios que podría traer el cambio, a través de una tormenta de ideas los miembros del CCC deben exponer sus criterios sobre la conducta que adoptarán frente al cambio, finalmente se someterá a votación quedando aceptado o rechazado la Solicitud de Cambio.

Existen 2 razones fundamentales para que el cambio sea rechazado:

- Que el costo del cambio supere el presupuesto disponible para realizar el mismo.
- Que los beneficios esperados no estén acorde con la magnitud del cambio.

2.10 Conclusiones

En este capítulo se ha desarrollado una propuesta de proceso a utilizar en los proyectos productivos de la Facultad 3 para la Toma de Decisiones en la Gestión de

Cambios, basándose en los ECS existentes en el proyecto, en la complejidad de estos y el tipo de relación que entre ellos exista, evaluar el alcance o magnitud del cambio, el esfuerzo y costo requerido para realizar el mismo y una vez obtenido estos valores poder proceder a la Toma de decisiones.

Además se establecieron las actividades del proceso de Gestión de Configuración cuya realización es imprescindible para una correcta Gestión de Cambios.

Se propone como definir un Comité de Control de Cambios, sus integrantes, así como la manera en que debe ser analizado el impacto de los cambios.

Capítulo 3: Validación del Procedimiento

3.1 Introducción

Este capítulo recoge la validación del Procedimiento para la Toma de Decisiones en la Gestión de Cambio propuesto para los proyectos productivos de la Facultad 3. Esta constituido por 4 epígrafes donde se aplica el procedimiento a un caso de estudio y se valida el mismo utilizando el criterio de especialistas en el tema para confirmar la eficacia del Procedimiento Propuesto.

3.2 Aplicación del Procedimiento en un Caso de Estudio

Para lograr un mejor entendimiento del procedimiento que se propone y validar el mismo se aplicará al caso de estudio que se presenta a continuación.

3.2.1 Caso de Estudio

En un Proyecto de Desarrollo de Software donde se utiliza la metodología de desarrollo RUP se desean hacer algunos cambios y el equipo de trabajo tiene que realizar un análisis para decidir si es posible la realización de los mismos. Dicho proyecto se encuentra a mediados de la fase de construcción y el código fuente ya tiene funcionalidades integradas a la Línea Base.

En el proceso de contratación con el cliente y durante la fase de inicio se confeccionó el Plan de Proyecto donde se pudo estimar el esfuerzo en horas-hombres que se necesita para la realización del trabajo. El Plan de Proyecto contiene además una estimación del costo que implica el desarrollo del producto y los beneficios que aportará el mismo al equipo de desarrollo. La estimación realizada a inicios del proyecto arrojó como resultados que el esfuerzo que se necesitaba para la realización del mismo sería de 1200 horas-hombre.

El equipo de desarrollo esta constituido por 17 trabajadores los cuales están distribuidos de la siguiente forma:

- 1 Jefe de Proyecto
- 1 Analista de Negocio
- 2 Analistas del Sistema
- 3 Diseñadores
- 1 Arquitecto
- 4 Desarrolladores
- 1 Integrador del Sistema
- 2 Responsables de las Pruebas
- 1 Responsable de Gestión de Configuración
- 1 Planificador

Cada trabajador cobra \$ 2.50 por hora de trabajo, cada computadora que permanezca encendida representa \$0.20 por hora en gasto por corriente eléctrica, por cada jornada laboral que se utilice una computadora se depreciará \$ 0.50 producto de que se estará acortando su vida útil. El presupuesto destinado al inicio del proyecto para subsidiar los cambios que sean necesarios fue de \$ 250, en este momento el equipo de desarrollo cuenta con \$200 porque han sido gastados \$ 50.

Existe un control del tiempo real dedicado a cada flujo de trabajo ya terminado; además de los ECS identificados en ellos (*Tabla 3.1 - 3.4*).

Modelamiento del Negocio (Duración: 4 Días) (1 trabajador)	
ECS	Complejidad
Modelo de Negocio.Doc	Media
Diagrama de Casos de Uso del Negocio. Diag	Media
Diagrama de Actividades. Diag	Media
Modelo de Objetos. Diag	Media
Reglas del Negocio. Doc	Baja
Documento Visión. Doc	Baja

Tabla 3.1 ECS del Flujo de Trabajo Modelamiento del Negocio

Requerimientos (Duración: 7 Días) (2 trabajadores)	
ECS	Complejidad
Especificación de Casos de Usos del Sistema. Doc	Media
Diagrama de Casos de Uso. Diag	Media
Descripción Textual de los CUS. Doc	Media
Especificación de Requerimientos. Doc	Media
Prototipo de Interfaz de Usuario. Doc	Alta
Descripción de la Arquitectura (Vista de CU). Doc	Alta

Tabla 3.2 ECS del Flujo de Trabajo Requerimientos

Análisis y Diseño (Duración: 10 Días) (3 trabajadores)	
ECS	Complejidad
Modelo de análisis.Doc	Media
Diagrama de Cases del Análisis. Diag	Media
Diagramas de Colaboración. Diag	Media
Modelo de Diseño. Doc	Media
Diagrama de Clases del Diseño. Diag	Alta
Diagrama de Secuencia. Diag	Alta
Documento de Arquitectura (Vista de diseño). Doc	Alta
Modelo de Despliegue. Diag	Alta
Documento de Arquitectura (Vista de despliegue). Doc	Alta
Modelo de Datos	Alta

Tabla 3.3 ECS del Flujo de Trabajo Análisis y Diseño

Implementación (Duración: 6 Días) (4 trabajadores)	
ECS	Complejidad
Modelo de Implementación. Doc	Alta
Diagramas de Componentes. Diag	Alta
Código Fuente.Exe	Alta
Base de Datos. Bd	Alta

Tabla 3.4 ECS del Flujo de Trabajo Implementación

En el proceso de Identificación de la Configuración que se ha llevado a cabo en el proyecto también se han identificado las relaciones que se establecen entre los

ECS. En la *figura 3.4* se representan estas relaciones que estarán identificadas con los siguientes estereotipos (*figura 3.1*).

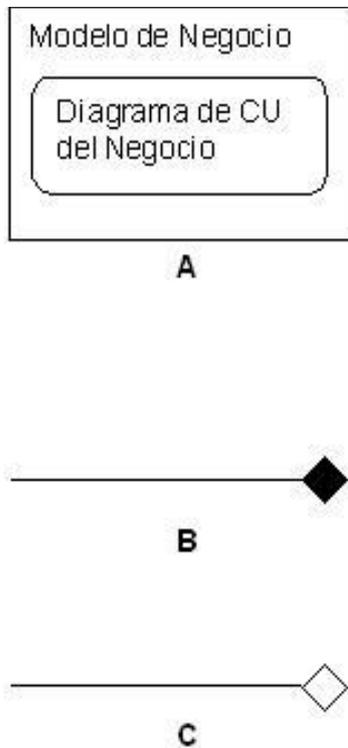


Figura 3.1 Estereotipos que representan las relaciones: A) Composición, B) Dependencia, C) Derivación

Existen otras relaciones definidas para los ECS, en este proyecto solo se utilizan La relación de Composición, Dependencia y Derivación.

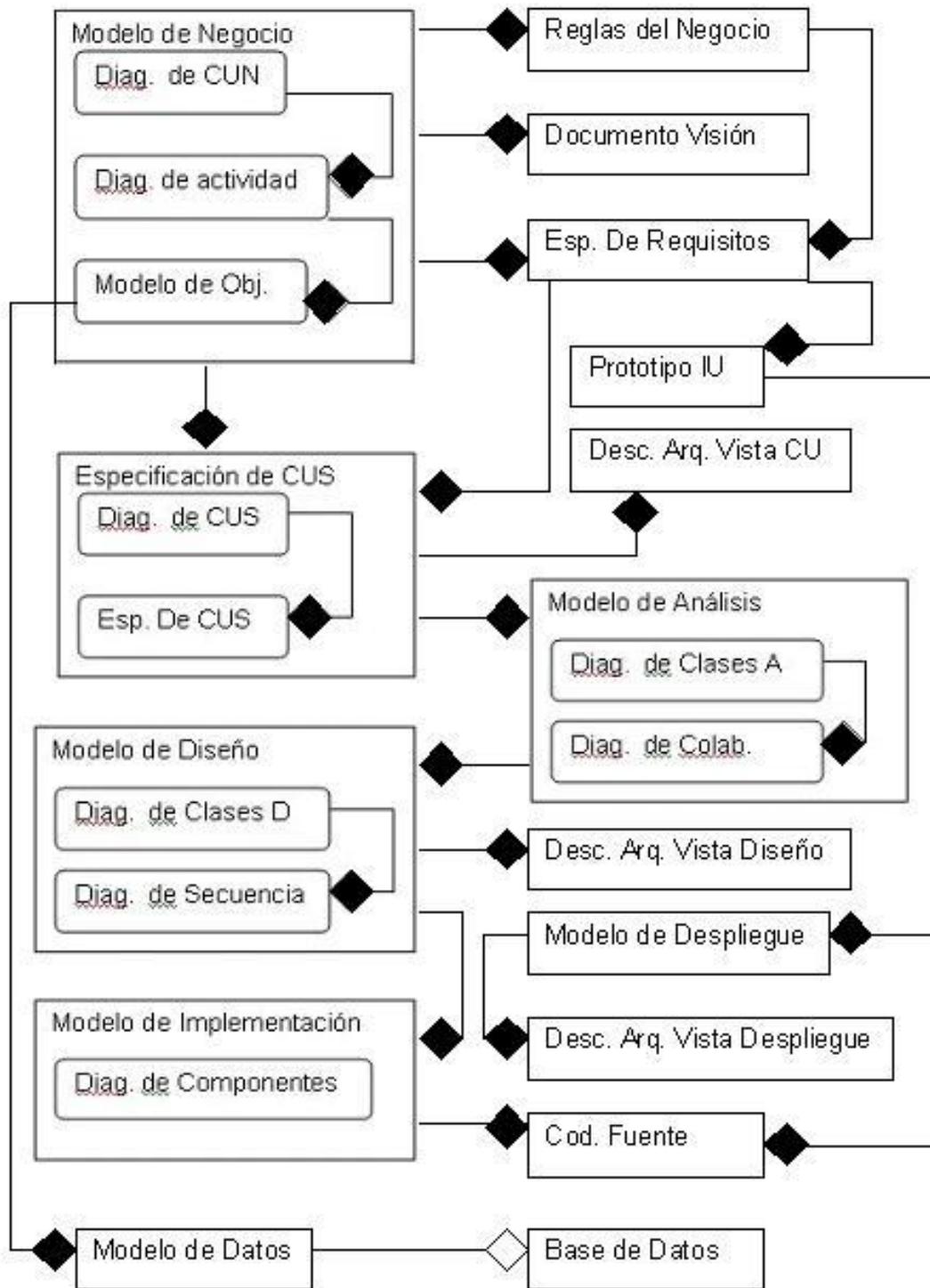


Figura 3.2 Relaciones entre ECS

El proyecto contiene un Comité de Control de Cambio integrado por:

- Presidente del Comité de Control de Cambios
- Analista de Pruebas
- Integrador de Sistemas
- Cualquier rol del proyecto que este implicado en el cambio.
- El Jefe de Proyecto
- Planificador

Uno de los desarrolladores del equipo de trabajo hace una Solicitud de Cambio.

El desarrollador propone realizar un cambio en la Interfaz de Usuario, esta interfaz ya se encuentra implementada y forma parte de la Versión 1,1 del código fuente que se encuentra integrado a la Línea Base. Este desarrollador reviso que la Interfaz propuesta cumpliera con los requisitos, a raíz de esta revisión comprobó que cambiando la interfaz, además de cumplir con los requisitos funcionales y no funcionales del proyecto, este cambio proporcionaría una mejor usabilidad del producto y el cumplimiento de los requisitos que representa seria más óptimo. El interesado llena una Solicitud de Cambio en la cual alega que este cambio además ayudará en la programación de las funcionalidades restantes. Con el objetivo de defender su solicitud plantea que haciendo un análisis preliminar de los ECS existentes este cambio no provocaría tantas afectaciones en la Línea Base. El ECS afectado directamente sería el Prototipo de Interfaz de Usuario.

El cliente realiza una revisión del progreso en el trabajo y comprueba que las funcionalidades que se han integrado a la Línea Base cumplen en gran medida con los requerimientos especificados en la fase de inicio. Como resultado de esta revisión el cliente propone una Solicitud de Cambio que considera necesaria para el ajuste del sistema a la empresa. El interesado en el cambio propone la integración de 2 requisitos en uno alegando en la Solicitud de Cambio que esto permitirá una mejor usabilidad al sistema. El ECS que se propone cambiar es la especificación de requisitos.

3.2.2 Aplicación del Procedimiento

Luego de ser generada la Solicitud de Cambio se integran al Comité de Control de Cambio el desarrollador interesado y al analista que creó el ECS

El equipo de desarrollo tiene definido un procedimiento para la Gestión de Cambio el cual tiene como elemento de entrada la Solicitud de Cambio y como salida el Informe de Estado del Cambio. Este procedimiento contiene actividades fundamentales como son:

- Se analiza la Solicitud de Cambio
- Análisis de Impacto de los Cambios
- Se decide si el cambio es aceptado o rechazado
- Se genera y asigna Orden de Trabajo
- Se ejecuta el cambio
- .Se prueban los ECS cambiados
- Se notifica el cambio resuelto y se distribuye la nueva versión

En este procedimiento se consideran como actividades de mayor importancia el análisis del Impacto de los Cambios y la decisión de aceptar o rechazar el cambio, para el cumplimiento de estas actividades se aplicará el procedimiento para la Toma de Decisiones en la Gestión de Cambio.

Este procedimiento recibe como entrada la Solicitud de Cambio y el Informe de Estado del Cambio el cual fue creado en la primera actividad del procedimiento para la Gestión de Cambio. El analista del sistema que creó el Prototipo de Interfaz de Usuario realizó una evaluación del cambio que se desea hacer en este ECS y concluyó que el mismo cambiará en un 15 % en caso de que el cambio sea aprobado, esta por ciento llevado a la escala entre 0 y 1 esta representado por 0.15. El analista del sistema realizó una actualización en el Informe de Estado del Cambio donde reflejo los resultados de esta actividad.

La construcción del grafo es la próxima actividad a realizar.

Esta grafo puede haberse construido en cambios anteriores, en este caso se le harían las transformaciones necesarias para representar todos los ECS existentes en la Línea Base en el momento que se desee hacer el cambio. Para que el ejemplo sea más claro se construirá el grafo como si no existiera ninguna versión anterior.

Para la construcción del grafo lo primero que se debe hacer es otorgar a cada ECS un identificador, en la siguiente tabla se le otorga este identificador.

Elemento de Configuración de Software	Identificador	Complejidad
Modelo de Negocio.	A	2
Diagrama de Casos de Uso del Negocio.	B	2
Diagrama de Actividades.	C	2
Modelo de Objetos.	D	2
Reglas del Negocio.	E	1
Documento Visión.	F	1
Especificación de Casos de Usos del Sistema.	G	2
Diagrama de Casos de Uso.	H	2
Descripción Textual de los CUS.	I	2
Especificación de Requerimientos.	J	2
Prototipo de Interfaz de Usuario.	K	3
Descripción de la Arquitectura (Vista de CU).	L	3
Modelo de Análisis.	M	3
Diagrama de Cases del Análisis.	N	3
Diagramas de Colaboración.	O	2
Modelo de Diseño.	P	3
Diagrama de Clases del Diseño.	Q	3

Diagrama de Secuencia.	R	2
Documento de Arquitectura (Vista de diseño).	S	3
Modelo de Despliegue.	T	2
Documento de Arquitectura (Vista de despliegue).	U	3
Modelo de Datos.	V	3
Modelo de Implementación.	W	3
Diagramas de Componentes.	X	2
Código Fuente.	Y	3
Base de Datos.	Z	3

Tabla 3.5 Elementos de Configuración con sus Identificadores y la complejidad

Después de haber asignado a cada ECS un nodo, es necesario expresar las relaciones que existen entre estos ECS mediante aristas ponderadas que unan a los nodos que representen a dichos ECS, para ponderar la arista debe tenerse en cuenta la *Tabla 3.6* donde se especifica el peso para cada tipo de relación.

Relación	Peso
Composición	6
Derivación	5
Dependencia	4

Tabla 3.6 Asignación de Pesos a las relaciones existentes en esta Línea Base

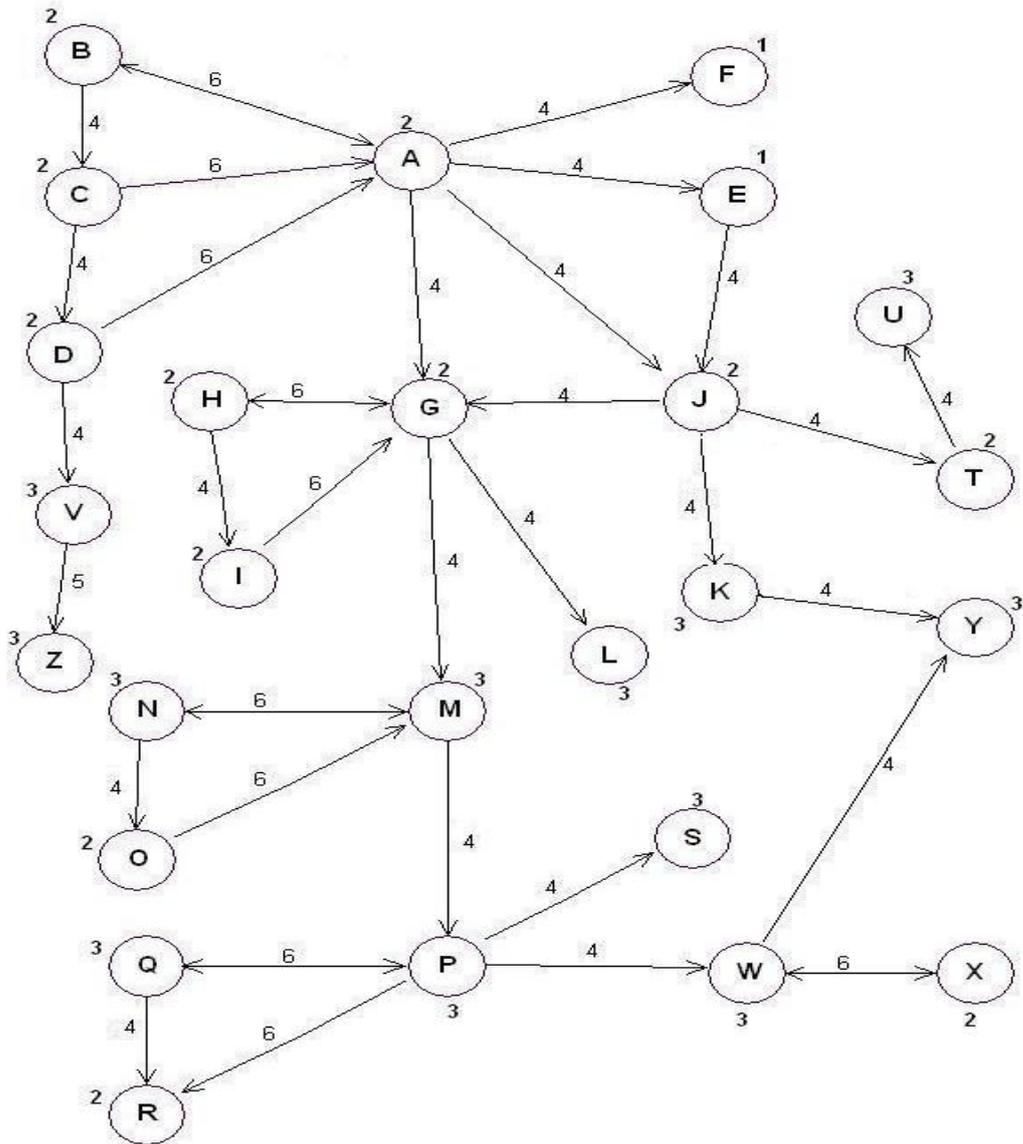


Figura 3.5 Grafo de los ECS

Luego de haber construido el grafo se procede al cálculo del alcance del cambio. El responsable de esta actividad es el presidente del Comité de Cambio. Para realizar este cálculo lo primero que se hace es recorrer el grafo construido a partir del nodo que representa el ECS víctima del cambio.

En este caso el Nodo que representa el Prototipo de Interfaz de Usuario es el nodo K. El recorrido en profundidad quedaría de esta forma.

ID. Nodo	Peso Nodo(PNR)	Peso Arista(PAR)
K	3	-
Y	3	4
Σ	6	4

Tabla 3.6 Datos del Alcance del Nodo K

Para realizar los cálculos referidos al Alcance del Cambio se necesitan los siguientes datos:

$$\begin{aligned}
 (NR) &= 2 & (NRFR) &= 1 & (NTFR) &= 6 & (NRFI) &= 1 \\
 (NTFI) &= 4 & (NT) &= 26 & (AR) &= 1 & (PCE) &= 0.15 \\
 (PAG) &= 153 & (PNG) &= 50 & & & &
 \end{aligned}$$

Complejidad de los ECS involucrados en el cambio (CC)

$$\begin{aligned}
 CC &= \Sigma PN / NR \\
 &= 3 + 3 / 2 \\
 &= 6 / 2 \\
 &= 3.
 \end{aligned}$$

Magnitud del Cambio en el proyecto (MC)

$$\begin{aligned}
 MC &= (\Sigma PNR + \Sigma PAR) / (PNG + PAG) \\
 &= ((3 + 3 + 4) / (50+153)) \\
 &= 10 / 203 \\
 &= 0.049
 \end{aligned}$$

Porcentaje del cambio (PC)

$$\begin{aligned}
 PC &= PCE * (NR / NT) \\
 &= 0.15 * (2 / 26) \\
 &= 0.15 * 0.077
 \end{aligned}$$

= 0.012

El cambio que se propone realizar tiene una complejidad 3 unidades, la Magnitud de este Cambio es de 0.049 unidades el porcentaje de cambio en caso de que el mismo sea aprobado es de 0.012 unidades.

A continuación se calcula el porcentaje de cambio en cada una de las fases implicadas.

$$\text{PCF (Requerimientos)} = (\text{NRF} \cdot 100 / \text{NTF}) \cdot \text{PCE}$$

$$= (1 \cdot 100 / 6) \cdot 0.15$$

$$= 2.5 \%$$

$$\text{PCF (Implementación)} = \text{NRF} \cdot 100 / \text{NTF} \cdot \text{PCE}$$

$$= (1 \cdot 100 / 4) \cdot 0.15$$

$$= 3.75\%$$

Los indicadores calculados se actualizan en el Informe de Estado de Cambio.

La próxima actividad a realizar es *el análisis de costo y esfuerzo* que implicaría el cambio. El responsable de esta actividad es el planificador. Para realizar este análisis de debe calcular primeramente el esfuerzo que implicaría el cambio.

Los datos que se necesitan para realizar el cálculo del esfuerzo son los siguientes:

$$\text{TRF (Requerimientos)} = 7 \text{ días} = 56 \text{ horas}$$

$$\text{TF (Requerimientos)} = 3$$

$$\text{TRF (Implementación)} = 6 \text{ días} = 48 \text{ horas}$$

$$\text{TF (Implementación)} = 4$$

$$\text{PCF (Requerimientos)} = 2.49 \%$$

$$\text{PCF (Implementación)} = 3.75\%$$

$$\text{ERF (Requerimientos)} = \text{TRF (Requerimientos)} \cdot \text{TF (Requerimientos)}$$

$$= 56 \cdot 3 = 168 \text{ Horas - Hombre}$$

$$\text{ERF (Implementación)} = \text{TRF (Implementación)} \cdot \text{TF (Implementación)}$$

$$= 48 * 4 = 192 \text{ Horas - Hombre}$$

Esfuerzo necesario para realizar los cambios en los ECS de la fase de Requerimientos (EF):

$$\text{EF (Requerimientos)} = \text{PCF} * \text{ERF} / 100$$

$$= (2.49 * 168) / 100$$

$$= 4.18 \text{ Horas - Hombres}$$

Esfuerzo necesario para realizar los cambios en los ECS de la fase de Implementación (EF):

$$\text{EF (Implementación)} = \text{PCF} * \text{ERF} / 100$$

$$= (3.75 * 192) / 100$$

$$= 7.2 \text{ Horas - Hombres}$$

Esfuerzo total requerido para realizar el cambio:

$$\text{ET} = \sum \text{EF (Horas-Hombre)}$$

$$= 4.18 + 7.2$$

$$= 11.38 \text{ Horas - Hombre}$$

Para realizar el cálculo del costo que implicará el cambio el Comité de Cambio decide cuantas personas se necesitan para realizar el trabajo en cada una de las fases implicadas.

En este caso de estudio se necesitarán 2 trabajadores para ejecutar el cambio.

El tiempo que se empleará en la realización del cambio en la fase de Requerimientos es de 4.18 horas y en la fase de Implementación 7.2 horas lo que representa un aproximado de 8 horas destinados para la realización del cambio.

Teniendo en cuenta los trabajadores implicados en el cambio y el tiempo que estos deberán destinar a la realización del mismo, será posible calcular los gastos por concepto de:

Si el trabajador cobra \$ 2 por hora de trabajo:

$$\text{Costo Salario} = 12 \text{ horas} * \$2 = \$ 24.0$$

Costo Corriente Eléctrica = 12 horas * \$0.20 = \$ 2.4

Costo por depreciación = 2 PC * \$0.50 = \$ 1.0

Costo Total del Cambio= 24.0 + 2.4 + 1.0 = \$ 27.40

Los beneficios esperados con la realización del cambio son desde el punto de vista ingenieril ya que permitirán que los programadores implementen con mayor facilidad algunas de las funcionalidades, no se espera recibir beneficio monetario con la realización de este cambio.

Se procede a efectuar la reunión para tomar las decisiones pertinentes con respecto al cambio propuesto, teniendo en cuenta que:

Costo Total del Cambio= \$ 27.40 < Presupuesto para Cambios = \$ 200

Magnitud del Cambio = 0.049

Complejidad de los ECS involucrados en el cambio = 3

Se decide que es posible realizar el cambio, se genera la Orden de Trabajo y se actualiza el documento de Informe de Estado del Cambio.

Para el análisis del segundo cambio que se propone se integra el analista del sistema que creó la Especificación de Requisitos al Comité de Control de Cambio.

Luego de estar constituido el Comité de Cambio se procede a la aplicación del procedimiento de Gestión de Cambio. Para realizar el análisis del impacto y decidir si es posible realizar el cambio se utilizará el procedimiento para la Toma de Decisiones en la Gestión de Cambio.

El analista del sistema que creó la Especificación de Requisitos realiza una evaluación del cambio que se desea hacer en este ECS y concluye que el mismo cambiará en un 12 % en caso de que el cambio sea aprobado, esta por ciento llevado a la escala entre 0 y 1 esta representado por 0.12 estos datos se actualizan el Informe de Estado de Cambio.

La próxima actividad a realizar es la construcción del grafo. La Línea Base de la arquitectura no ha sufrido actualizaciones desde que se realizó el análisis del cambio

anterior el grafo que se construyó anteriormente es el que se utilizará para el cálculo del alcance del cambio.

Luego de haber construido el grafo se procede al cálculo del alcance del cambio

El presupuesto disponible en estos momentos para realizar los cambios es de \$ 172.

El recorrido en profundidad quedaría de esta forma.

ID. Nodo	Peso Nodo(PNR)	Peso Arista(PAR)
G	2	-
H	2	4
I	2	6
M	3	4
N	3	4
O	2	6
P	3	4
Q	3	4
R	2	6
W	3	4
X	2	4
S	3	6
L	3	4
K	3	4
Y	3	4
T	2	4
U	3	4
Σ	45	72

Tabla 3.7 Datos del Alcance del Nodo G

Para realizar los cálculos referidos al Alcance del Cambio se necesitan los siguientes datos:

$$\begin{aligned}(\text{NR}) &= 17 & (\text{NRFR}) &= 6 & (\text{NTFR}) &= 6 & (\text{NRFAD}) &= 9 \\(\text{NTFAD}) &= 10 & (\text{NRFI}) &= 3 & (\text{NTFI}) &= 4 & (\text{NT}) &= 26 \\(\text{AR}) &= 21 & (\text{PCE}) &= 0.12 & (\text{PNG}) &= 50 & (\text{PAG}) &= 153\end{aligned}$$

Complejidad de los ECS involucrados en el cambio (CC)

$$\text{CC} = \Sigma \text{PN} / \text{NR}$$

$$= 45 / 18$$

$$= 2.5$$

Magnitud del Cambio en el proyecto (MC)

$$\text{MC} = (\Sigma \text{PNR} + \Sigma \text{PAR}) / (\text{PNG} + \text{PAG})$$

$$= (45+72)/(50+153)$$

$$= 117 / 203$$

$$= 0.57$$

Porcentaje del cambio (PC)

$$\text{PC} = \text{PCE} * \text{NR} / \text{NT}$$

$$= 0.12 * (18 / 26)$$

$$= 0.12 * 0.69$$

$$= 0.082$$

El cambio que se propone realizar tiene una complejidad 2.5 unidades, la Magnitud de este Cambio es de 0.57 unidades el porcentaje de cambio en caso de que el mismo sea aprobado es de 0.082 unidades.

A continuación se calcula el porcentaje de cambio en cada una de las fases implicadas.

$$\text{PCF (Requerimientos)} = (\text{NRF} * 100 / \text{NTF}) * \text{PCE}$$

$$= (6 * 100 / 6) * 0.12$$

$$= 12 \%$$

$$\text{PCF (Análisis y Diseño)} = (\text{NRF} * 100 / \text{NTF}) * \text{PCE}$$

$$= (9 * 100 / 10) * 0.12$$

$$= 10.8 \%$$

$$\text{PCF (Implementación)} = (\text{NRF} * 100 / \text{NTF}) * \text{PCE}$$

$$= (3 * 100 / 4) * 0.12$$

$$= 9 \%$$

Los indicadores calculados se actualizan en el Informe de Estado de Cambio.

La próxima actividad a realizar es *el análisis de costo y esfuerzo* que implicaría el cambio. El responsable de esta actividad es el planificador. Para realizar este análisis se debe calcular primeramente el esfuerzo que implicaría el cambio.

Los datos que se necesitan para realizar el cálculo del esfuerzo son los siguientes:

$$\text{TRF (Requerimientos)} = 7 \text{ días} = 56 \text{ horas}$$

$$\text{TF (Requerimientos)} = 3$$

$$\text{TRF (Análisis y Diseño)} = 10 \text{ días} = 80 \text{ horas}$$

$$\text{TF (Análisis y Diseño)} = 3$$

$$\text{TRF (Implementación)} = 6 \text{ días} = 48 \text{ horas}$$

$$\text{TF (Implementación)} = 4$$

$$\text{PCF (Requerimientos)} = 12 \%$$

$$\text{PCF (Análisis y Diseño)} = 10.8 \%$$

$$\text{PCF (Implementación)} = 9 \%$$

$$\text{ERF (Requerimientos)} = \text{TRF (Requerimientos)} * \text{TF (Requerimientos)}$$

$$= 56 * 3 = 168 \text{ Horas} - \text{ Hombre}$$

$$\text{ERF (Análisis y Diseño)} = \text{TRF (Análisis y Diseño)} * \text{TF (Análisis y Diseño)}$$

$$= 80 * 3 = 240 \text{ Horas - Hombre}$$

$$\text{ERF (Implementación)} = \text{TRF (Implementación)} * \text{TF (Implementación)}$$

$$= 48 * 4 = 192 \text{ Horas - Hombre}$$

Esfuerzo necesario para realizar los cambios en los ECS de la fase de Requerimientos (EF):

$$\text{EF (Requerimientos)} = \text{PCF} * \text{ERF} / 100$$

$$= (12 * 168) / 100$$

$$= 20.16 \text{ Horas - Hombres}$$

Esfuerzo necesario para realizar los cambios en los ECS de la fase de Análisis y Diseño (EF):

$$\text{EF (Análisis y Diseño)} = \text{PCF} * \text{ERF} / 100$$

$$= (10.8 * 240) / 100$$

$$= 25.92 \text{ Horas - Hombres}$$

Esfuerzo necesario para realizar los cambios en los ECS de la fase de Implementación (EF):

$$\text{EF (Implementación)} = \text{PCF} * \text{ERF} / 100$$

$$= (9 * 192) / 100$$

$$= 17.28 \text{ Horas - Hombres}$$

Esfuerzo total requerido para realizar el cambio:

$$\text{ET} = \sum \text{EF (Horas-Hombre)}$$

$$= 20.16 + 25.92 + 17.28$$

$$= 63.36 \text{ Horas - Hombre}$$

Para realizar el cálculo del costo que implicará el cambio el Comité de Cambio decide cuantas personas se necesitan para realizar el trabajo en cada una de las fases implicadas.

En este caso de estudio se necesitarán 4 trabajadores para ejecutar el cambio:

- 1 analista
- 2 diseñadores
- 1 desarrollador

El tiempo que se empleará en la realización del cambio en la fase de Requerimientos es de 21 horas, en análisis y Diseño es de 26 horas y en la fase de Implementación 18 horas, en este caso las actividades no se pueden desarrollar en paralelo por lo que el proyecto se atrasaría aproximadamente 52 horas .

Teniendo en cuenta los trabajadores implicados en el cambio y el tiempo que estos deberán destinar a la realización del mismo, será posible calcular los gastos por concepto de:

Si el trabajador cobra \$ 2 por hora de trabajo:

Costo Salario = 64 horas * \$2 = \$ 128.0

Costo Corriente Eléctrica = 64 horas * \$0.20 = \$ 12.0

Costo por Depreciación = 9 PC * \$0.50 = \$ 4.5

Costo Total del Cambio= 128.0 + 12.0 + 4.5 = \$ 144.5

No se esperan recibir beneficios por la realización de este cambio ya que el cliente no pagará nada por el cambio, en este caso no se afectará la imagen de la empresa si se rechaza el cambio ya que en el contrato firmado el cliente estuvo de acuerdo con los requisitos .

Se procede a efectuar la reunión para tomar las decisiones pertinentes con respecto al cambio propuesto, teniendo en cuenta que:

Costo Total del Cambio= \$ 144.50 < Presupuesto para Cambios = \$ 172

Magnitud del Cambio = 0.57

Complejidad de los ECS involucrados en el cambio = 2.5

Se decide rechazar el cambio, ya que la magnitud de este superior a 0.5, sería necesario emplear casi todo el presupuesto disponible para cambio en una mejora que reportará pocos beneficios al equipo de desarrollo.

Se actualiza el Informe de Estado del Cambio y se informa al cliente que el cambio ha sido rechazado.

3.3 Validación por especialistas

Para validar el Procedimiento propuesto fue necesario obtener información de especialistas. La preparación y los conocimientos que posean los especialistas sobre el tema influirá decisivamente en la confiabilidad de los resultados. La selección de los especialistas se basó en una autoevaluación de los mismos, este método de selección consiste en calcular el coeficiente de competencia K, para calcular este coeficiente se tienen en cuenta el Coeficiente de Conocimiento sobre el tema (Kc) y el Coeficiente de argumentación en el mismo (Ka):

$$K = (Kc + Ka) / 2$$

Donde:

Kc: representa un valor de 0 a 10 multiplicado por 0.1, que se otorgará el especialista y "0" indica no tener ningún conocimiento

Ka: representa la evaluación del experto en *alto, medio, bajo*, otorgando valores de 3,2 y 1 respectivamente.

Se definió que los especialistas debían conocer sobre los procesos de desarrollo de software, la Gestión de Cambios en un proyecto productivos. Fueron seleccionados 8 especialistas, entre ellos Ingenieros Informáticos, en algunos casos líderes de proyecto o personas que jueguen roles afines a la Gestión de Cambio o Gestión de Configuración en sus proyectos.

Para calcular el K de los especialistas y así seleccionar a los que se consultarían para validar el procedimiento que se propone se realizó una primera encuesta. Según los resultados arrojados en la encuesta se decidió tener en cuenta el criterio de 5 especialistas ya que su K fue superior a 1.25.

Posteriormente se les envió a los especialistas el procedimiento propuesto para que lo estudiaran con detenimiento y cuando estuvieron listos se les realizó una Entrevista, a continuación se resumen los resultados obtenidos en la misma.

Los especialistas entrevistados fueron:

Especialista	Experiencia
Karina Pérez Teruel	5 Años
Rolan Robert Bullian	5 Años
Ridosbey Milian	3 Años
Yenei Yolanda Samada	4 Años
Pedro Yobany Piñero	5 Años

Pregunta 1: ¿Cómo considera usted la complejidad para poner en práctica este procedimiento?

Respuesta: El 100 % de los especialistas concordaron que la complejidad para poner en práctica este procedimiento es media.

Pregunta 2: ¿Considera usted que la puesta en marcha de este procedimiento adiciona una carga innecesaria de trabajo al equipo de desarrollo?

Respuesta: El 100% de los especialistas considera que la puesta en marcha de este procedimiento no constituye una carga al equipo de desarrollo

Pregunta 3: ¿Considera usted que las actividades definidas en el procedimiento son suficientes para la Toma de Decisiones en la Gestión de Cambios?

Respuesta: El 100 % de los especialistas consideran que las actividades definidas en el procedimiento son suficientes para la Toma de Decisiones en la Gestión de Cambios.

Pregunta 4: ¿Considera que este procedimiento pueda ser aplicado en cualquier proyecto de desarrollo de software?

Respuesta: Un 40 % de los especialistas considera que el Procedimiento no puede ser empleado en cualquier tipo de proyecto, porque sería innecesario aplicarlo a proyectos pequeños.

El otro 60 % considera que si es aplicable a cualquier proyecto.

Pregunta 5: ¿Considera que en este procedimiento están definidas las responsabilidades de cada rol?

Respuesta: El 80 % considera que si están bien definidas, el otro 20 % considera que podrían incluirse otros roles

Pregunta 6: ¿Considera que el procedimiento beneficia el proceso de Gestión de Cambios?

Respuesta: El 100 % de los especialistas consultados consideran que el procedimiento propuesto beneficia la Gestión de Cambios en los Proyectos productivos de la Facultad 3

Pregunta 7: ¿Considera que apoya el aseguramiento de la calidad, el ajuste al plan de proyecto y la Gestión de Compromisos con el cliente?

Respuesta: El 100 % de los especialistas considera que el procedimiento propuesto apoya el aseguramiento a la calidad, el ajuste al plan de proyecto y la Gestión de Compromisos con el cliente.

Pregunta 8: ¿Que evaluación otorgaría al procedimiento? (empleando valores entre 5 y 1)

Respuesta: El 20 % de los especialistas otorgó al procedimiento una puntuación de 5 puntos, el otro 80 por ciento otorgó 4 puntos.

Con la puesta en práctica del procedimiento propuesto será posible garantizar que el proceso de Gestión de Cambios en los proyectos productivos de la facultad 3 se estandarice, así como la manera en que se tomen las decisiones para enfrentar los cambios, Como consecuencia inmediata de la aplicación del procedimiento se obtendrá una mejor organización en el proceso de desarrollo, indicador que aumentará significativamente la productividad. La Puesta en práctica de este procedimiento permitirá que aún cuando el encargado de realizar la Gestión de Cambios carezca de experiencia pueda realizar la misma sin presentar problemas, ya que el procedimiento brindado está claramente definido.

3.4 Conclusiones

Con la culminación de este capítulo fue posible constatar que el procedimiento propuesto para la Toma de Decisiones en la Gestión de cambios contribuye a mejorar los procesos productivos de la facultad 3.

Conclusiones

En estos momentos se está en condiciones de plantear que han sido cumplidas las tareas de investigación y por ende el objetivo general de este trabajo, para ello:

- Se realizó un estudio de Estado del Arte que permitiera realizar un análisis crítico del proceso de Gestión de Cambios en los Proyectos Productivos de la Facultad 3, este permitió demostrar la necesidad que tenían los mismos de un procedimiento que les facilitara una adecuada Gestión de Cambios y evitara la carga de trabajo excesiva que esta actividad adiciona.
- Se propuso un procedimiento para la gestión de cambios que contemplara actividades tan importantes como el Análisis del Impacto y la Toma de Decisiones, donde además quedara plasmado la responsabilidad de cada rol al enfrentarse a los cambio.
- Se desarrolló un procedimiento para la Toma de Decisiones en la Gestión de Cambios, basándose en los ECS existentes en el proyecto, en la complejidad de estos y el tipo de relación que entre ellos exista, evaluar la magnitud del cambio, el esfuerzo y costo requerido para realizar el mismo y una vez obtenido estos valores poder proceder a la Toma de decisiones.
- Se hizo una valoración de las herramientas existentes que apoyan la Gestión de Configuración reafirmando la importancia de la existencia del procedimiento realizado.
- Fue posible realizar una evaluación de los resultados obtenidos en la investigación a través del criterio de especialistas corroborando la eficacia del procedimiento propuesto.

Recomendaciones

Que se aplique el procedimiento propuesto en los procesos productivos de la Facultad 3.

Que se impartan Cursos Optativos en la facultad para calificar a un grupo significativo de estudiantes que puedan en un futuro desempeñar el rol de Gestor de Cambio y llevar a cabo satisfactoriamente el proceso de toma de decisiones en la gestión de cambios.

Profundizar en la Asignatura de Ingeniería de Software en el flujo de trabajo de Gestión de Configuración y Cambios.

Crear una herramienta que automatice las actividades de construcción del grafo, calculo de alcance, estimación de esfuerzo y costo del procedimiento para la toma de decisiones en la gestión de cambios, lo que evitará la carga excesiva de trabajo que significa construir el grafo y realizar los cálculos en proyectos que cuenten con un grupo elevado de ECS.

Bibliografía

- **Angstadt Bruce**, SCM: More than support and control, Crosstalk Magazine, 2000 mar, Vol. 3
- **Continus**, Gestión de Cambios y Configuración en el desarrollo de Software, 2001. Disponible en: <http://www.continuous.com>
- **Gervás Pablo**, *Estándares y Gestión de Configuración*, Capítulo 1, UCM, 2002, p4.
- **Haque Sohail**. Introducing Process into Configuration Management, IBM's AIXPERT Magazine, 1995 Nov.
- **David Marín**. Control de Configuración, 2002, Disponible en: http://fact.aspl.es/doc/doc_html/gcs_noe4.html
- **Rational Unified Process**, IBM, 2003.
- **Pressman Roger S.**, Ingeniería de Software, un enfoque práctico, ed. 3, Mc GrawHill, 1997

Referencias Bibliográficas

1. [Álvarez, 2000] Álvarez S. Febles A. Fernández H. Aplicación del modelo CMM a la empresa Segurmática, Ingeniería Industrial, ISPJAE 2000
2. [Álvarez, 2003] Álvarez S, Un modelo de calidad para una empresa de software, Evento Calidad 2003 Convención Informática 2003, C. Habana (CU), 2003.
3. [Antonio 2001] Antonio, Angélica de, Gestión de Configuración. Chile, SPIN., 2001
4. [Appleton, 2000] Appleton Brad. SCM definitions, 2000, Disponible en: <http://www.enteract.com/~bradapp/scm-defs.html>
5. [Augenstein, 1993] Augenstein M Langsam Y. Tenenbaum A. Estructuras de Datos en C, Brooklyn College, 1993
6. [Babich 1986] Babich, W, *Software Configuration Management*, Addison – Wesley, 1986
7. [Bamford 1995] Bamford, R. and W. J. Deibler, "*Configuration Management and ISO 9001*." SSQC, 1995.
8. [Bersoff, 1980] Bersoff, E. H., Henderson, V. D., Siegel, S. G., *Software Configuration Management*, Prentice-Hall, 1980.
9. [Boehm, 2000] Boehm, B. *Software Cost Estimation with COCOMO II*. New Jersey, Prentice Hall, 2000.
10. [Booch, 1999] Booch, G, *The Unified Modeling Language. User Guide*, Addison Wesley Longman Inc, 1999.
11. [Brown, 1998] Brown Norm; W. Evans Michael; Gathmann-Hobbs Jeannine. *Little Book of Configuration Manager*. Computer & Concepts Associates, 1998.
12. [BCM, 2008] BMC Software. Disponible en : <http://www.bmc.com/>.
13. [CA, 2005] Colectivo Autores Técnicas de Estimación , UCI, 2005
14. [Febles, 2000a] Febles Ailyn, "Case Corporativo para el proceso de control de cambios". [Tesis de Maestría]. Ciudad de la Habana (CU), CUJAE, 2000.
15. [Febles, 2000b] Febles A., Álvarez S. Modelo de calidad CMM y su aplicación en las empresas, Memorias del primer encuentro internacional de Computación aplicada, Guadalajara, México, 2000.

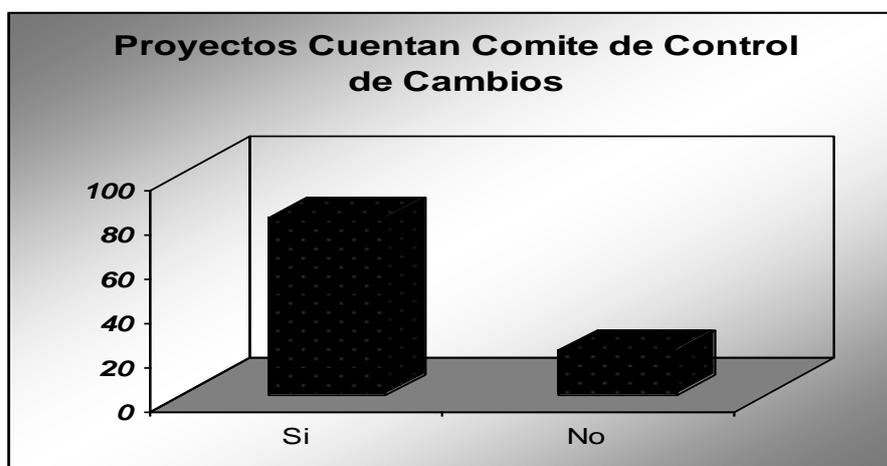
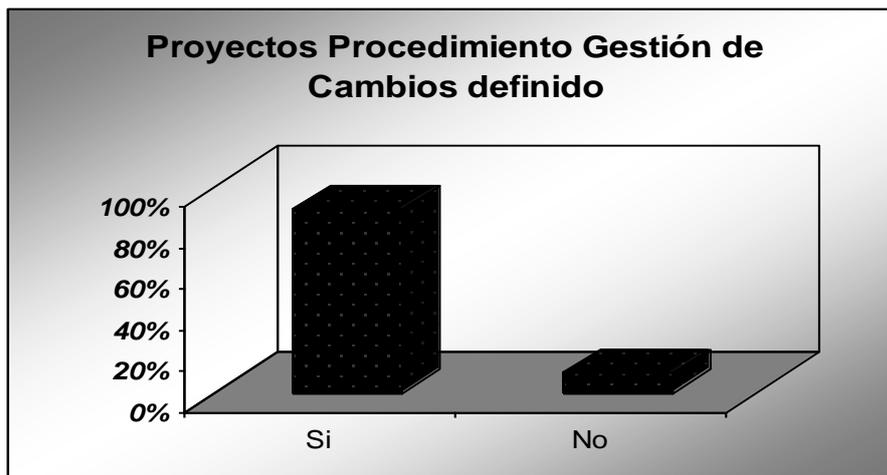
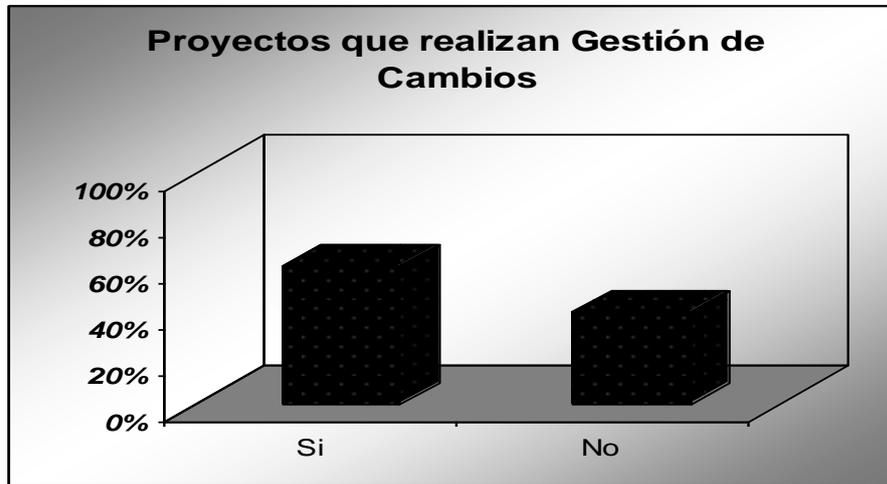
16. [Febles, 2000c] Febles A. Álvarez S. Fernández H. "CASE Corporativo para la creación de la línea base de una empresa de Software", Revista Ingeniería Industrial, CUJAE, 2000.
17. [Febles, 2002] Febles Ailyn, *Un sitio de soporte de software, acercando la empresa al cliente*, Memorias de la Convención Informática 2002, La Habana (CU), 2002 feb.
18. [Febles, 2003] Febles A., "Guía práctica del modelo de referencia MConfig.pm", Ingeniería Industrial, cujae, 2003
19. [Febles, 2004] Febles, Ailyn, *MConfig.PM, Modelo de referencia para la Gestión de Configuración en la pequeña y mediana empresa de software* La Habana, Cuba, CUJAE, 2004
20. [Humphrey, 1989] Humphrey Watts S., "*Managing the Software Process*". Addison- Wesley, 1989
21. [IBM 2005b] Rational ClearQuest, International Business Machine, 2005
22. [IEEE 1990] "IEEE Standard for Software Configuration Management ", IEEE Computer Society, 1990.
23. [IEEE, 1987] IEEE, IEEE Guide to Software Configuration Management, American National Standards Institute, 1987, Std. 1042-1987
24. [IEEE, 1990] IEEE, IEEE Standard for Software Configuration Management Plans, American National Standards Institute, 1990, Std. 828-1990
25. [ISO1995] ISO-10007. 1995. Quality Management - Guidelines For Configuration Management. 1995.
26. ISO-12207. ISO 12207.ISO-9000. Selección y uso de la tercera edición de las normas ISO 9000.kanav. <http://www.kanav.com>. *tp://www.kanav.com*. [Online] <http://www.kanav.com>.
27. [Jacobson, 1997] Jacobson Ivar, Martin Griss and Patrick Johnson, *Software Reuse: Architecture, Process, and Organizartions for Business Success*, Addison- Wesley, 1997.
28. [Jacobson, 2000], I. El Proceso Unificado de Desarrollo de Software, Addison Wesley Longman Inc, 2000.
29. [Lock 1998], Lock, Simon. 1998. Requirement Level Change Management and Impact Analysis. 1998.

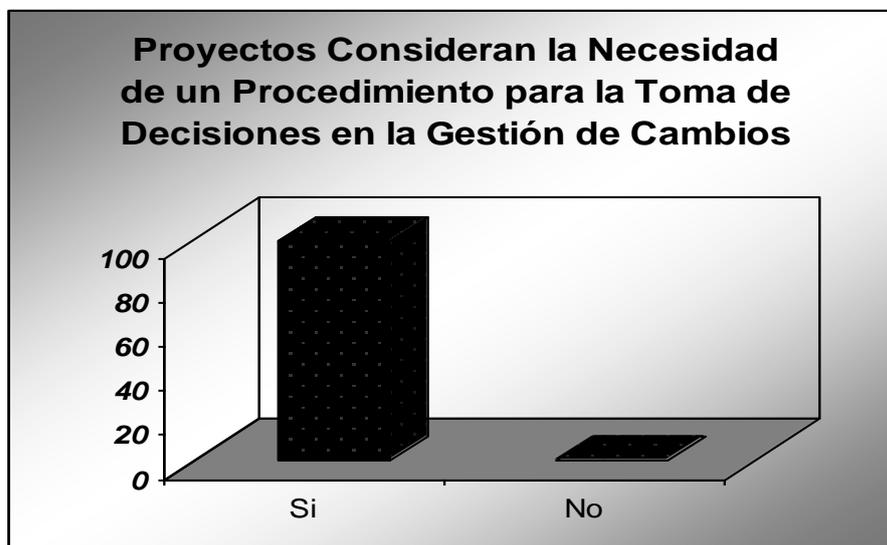
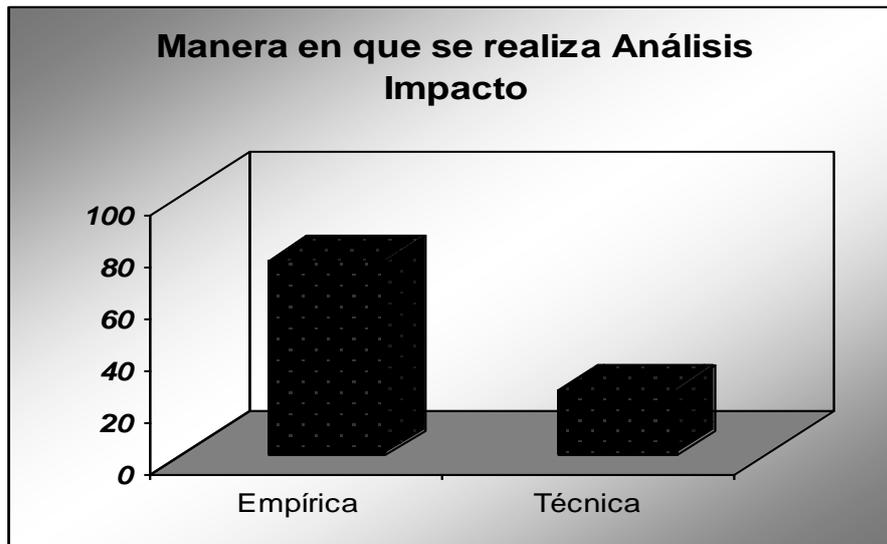
30. [MSDN, 2005] *Microsoft Visual SourceSafe Roadmap*, Microsoft Development Network, Microsoft Corp, 2005
31. [NASA 1995] *NASA Software Configuration Management Guidebook*, Software Assurance Technology Center, NASA, 1995
32. [Oktaba, 2001a] Oktaba Hanna, Claudia Alquicia, *Modelo gráfico de la administración de Configuraciones del SW-CMM nivel 2*, UNAM, México, 2001
33. [Paulk, 1993] Paulk M.C., et al, *Capability Maturity Model for Software, Version 1.1*, Carnegie Mellon University, SEI-93-TR-024. 1993
34. [Paulk, 1998] Paulk Mark. *Using the CMM in small organizations*, SEI, CMU, 1998 p.4
35. [Paulk, 1999a] Paulk M. C., Weber C.V., et. al., *The Capability Maturity Model, Guidelines for Improving the Software Process*, p. 180–191, CMU, SEI, 1999
36. [Pressman 1998] Pressman, R. *Ingeniería de software. Un enfoque práctico*. Madrid, Mc Graw-Hill Interamericana de España S.A., 1998
37. [Pressman, 1997] Pressman Roger S., *Ingeniería de Software, un enfoque práctico*, ed. 3, Mc GrawHill, 1997
38. [Pressman, 2000] Pressman Roger S., *Ingeniería de Software, un enfoque práctico*, ed. 4, Mc GrawHill Iberoamericana 2000
39. [Rational 2001] *Rational Unified Process*, IBM, 2001
40. [Rational, 2000] Rational Software Corporation, *Importancia de la Administración de la Configuración de software*, 2000. Disponible en: <http://www.rational.com>
41. [Rational, 2001] *Rational Unified Process*. Rational Software Corporation. "Rational Unified Process". Version 2001A.04.00, Copyright 1987-2001.
42. [Rational, 2003] Rational, *Ofertas de precio*, 2003, Disponible en: http://www.indudata.com/lprecios_productos.htm#1
43. [Rational_UCM, 2004] IBM RedBooks. *Software Configuration Management A Clear Case for IBM Rational ClearCase and ClearQuest UCM*. Publicado en diciembre del 2004. ISBN: 0738491594.
44. [Rumbaugh, 1999] Rumbaugh, J., I. Jacobson and G. Booch, *The Unified Modeling Language, Reference Manual*, Addison-Weslwy, 1999

45. [Yooker, 1997] Yooker Robert. Organizations alternatives for project manager, Software Engineering Project Management. IEEE Computer Society.1997.

ANEXOS

Anexo 1: Resultados de la entrevista realizada a los encargados de Gestión de Configuración y Gestión de Cambios en los proyectos productivos de la Facultad 3





Anexo 2: Documento de Identificación de Configuración

Documento Identificación Configuración

<Nombre del Proyecto>

<Nombre del producto>

Identificador Línea Base:

Fecha en que se Establece:

Para cada ECS que integre la Línea Base:

Número o código.	
Nombre del ECS.	
Descripción del ECS.	
Desarrollador/es del ECS.	
Fecha de creación.	
Identificación del proyecto	
Identificación de la Línea Base.	
Tipo de ECS.	
Número y fecha de versión.	
ECS relacionados y tipo de relación	

Anexo 3: Formulario Solicitud de Cambio

A Completar por el Solicitante	
Fecha:	
Solicitud de Cambio para el Proyecto /Producto:	
Descripción del Cambio Solicitado:	
Condiciones bajo la cuales fue observado el problema:	
Beneficios o razones para el Cambio:	
A completar por la Empresa	
Solicitud recibida por:	
Fecha:	Identificación de la Solicitud:
ECS que afecta:	
Análisis de la Solicitud Realizado por:	
Fecha:	
No requiere Acción _____ Aceptada_____	
Observaciones	

Anexo 4: Informe de Estado del Cambio

identificación de la Solicitud:		
Descripción del Cambio:		
Solicitado Por:	SC aprobada Por:	
ECS a cambiar:		
ECS que se afectan con el Cambio:		
% Cambio ECS:	Alcance del Cambio:	
% cambio Proyecto/Producto:	% Cambio por fase:	
Esfuerzo requerido para realizar el cambio:		
Estimación Recursos Humanos:		
Estimación Recursos materiales:		
Estimación tiempo duración	Estimación Costo Cambio	
Reevaluación costo Proyecto		
Beneficios esperados		
Toma de Decisiones:		
Fecha:	Rechazado_____ Aceptado_____	
Observaciones:		
A llenar por desarrolladores		
Ejecuta Cambio:	Fecha inicio:	Fecha Fin:

Observaciones:		
A llenar por probador		
Probador:	Fecha inicio:	Fecha fin:
Cambio listo _____ Cambio deficiente _____		
Liberación del Cambio		
Cambio liberado por:		Fecha:

Anexo 5: Orden de Trabajo

Orden de Cambio No. :			
Identificación de la Solicitud			
Descripción del Cambio:			
ECS Afectados por el Cambio:			
Personal asignado	Tarea cumplir	Fecha inicio	Fecha Tope
Orden de Cambio Emitida Por:		Firma:	

Glosario de Términos

Artefactos: Productos tangibles del proyecto que son producidos, modificados y usados por las actividades. Pueden ser documentos, diagramas, código fuente y ejecutables.

Ciclo de vida: Se refiere al proceso que se sigue para construir, entregar y hacer evolucionar el software, desde la concepción de una idea hasta la entrega y el retiro del sistema.

Comité de Control de Cambios: Persona o grupo encargado de tomar las decisiones finales acerca del estado y la prioridad de las peticiones de cambio.

ECS: Elementos de Configuración de Software

Fase de Desarrollo

GCS: Gestión de Configuración de Software.

GC: Gestión de Cambios

Iteración: Es una secuencia de actividades con un plan establecido y criterios de evaluación, cuyo resultado es una versión del software.

IS: Ingeniería de Software.

Línea Base: se establecen en hitos del proceso de desarrollo de software

Procedimiento: Sucesión cronológica de operaciones concatenadas entre sí, que se constituyen en una unidad de función para la realización de una actividad o tarea específica dentro de un ámbito predeterminado de aplicación. Todo procedimiento involucra actividades y tareas del personal, determinación de tiempos de métodos de trabajo y de control para lograr el cabal, oportuno y eficiente desarrollo de las operaciones.

RUP: Rational Unified Process.

Toma de Decisiones en la Gestión de Cambios: acto de decidir si un cambio debe ser o no realizado.

UCI: Universidad de Ciencias Informáticas