

**UNIVERSIDAD DE LAS CIENCIAS INFORMÁTICAS**

**FACULTAD 8**



**Departamento de Producción  
de Herramientas Educativas**

**Título:** Propuesta de Plan de Gestión de Configuración de Software y Control de Cambios en el  
Departamento de Producción de Herramientas Educativas.

Trabajo de diploma para optar por el título de Ingeniero Informático

**Autor:** Miguel Anaya Martínez.

**Tutor:** Ing. Lisandra Guibert Estrada.

**Co-Tutor:** Ing. Lilian Vigoa Machin.

Ciudad de La Habana, Cuba.

**2009 – 2010**

## DECLARACIÓN DE AUTORÍA

Por este medio declaro que soy el único autor de este trabajo y autorizo a la Universidad de las Ciencias Informáticas (UCI) para que hagan el uso que estimen pertinente con este trabajo.

Para que así conste firmo la presente a los \_\_\_ días del mes de \_\_\_\_\_ del 2010.

---

Miguel Anaya Martínez

Firma del Autor

---

Ing. Lisandra Guibert Estrada

Firma del Tutor

---

Ing. Lilian Vigoa Machin.

Firma del Co-Tutor



Propuesta de Plan de Gestión de Configuración de Software y  
Control de Cambios en el Departamento de Producción de Herramientas Educativas.

*“Los sueños y la perseverancia son una poderosa combinación”.*  
*William Longgood*



## AGRADECIMIENTOS

A mi mamá, no tengo palabras para agradecerte todo tu amor.

A mi abuela, que nunca ha dejado de confiar en mis decisiones y me ha apoyado toda la vida.

A mi tío, por ser mi padre, mi hermano, mi amigo y por confiar en mí.

A mi prima y mi primo, por ayudarme a recordar cada fin de semana, el pequeño niño que aún soy.

A mi tía Caridaita, a Modesto y Amanda, los quiero con todo mi corazón.

A todos mis familiares, que son muchos para esta pequeña hoja.

A Jorge, por ser mi amigo y no digo el hermano que desearía tener, sino el hermano que tengo.

A Eilyn, gracias por regalarme tu música.

A Yoel, mi amigo inseparable.

A Mary, a Pepito, a Maite, a Pavel, a Amelia, a Reynol, a Julito y a Teresa, gracias por su cariño.

A todos mis amigos del pre, a todos los recuerdos y los quiero mucho.

A la gente del 8109 los que empezamos juntos este corre, corre.

A Abdel, a Vladito, a Susy mi familia aquí en la UCI.

A José, Fabián, Erick; gracias por todo.

A los del 8203, gracias por aceptarme.

A mis profesores desde la primaria hasta la universidad, gracias por su dedicación y empeño.

A mi tutora Lisi, aún recuerdo el día, en que te brindaste para apoyarme, gracias por tu dedicación y comprensión.

A mi cotutora Lili, gracias por tu apoyo y dedicación.

Al tribunal gracias por ser tan fuertes en cada corte: crítico y justo.

A Juenlis, gracias por tu buen trabajo y dedicación, muchas gracias.

A Greysi y a Celia, otro beso de chocolate para ustedes.

Al profesor Arcel, gracias por todo su apoyo y confianza.

A los líderes del proyecto, Roxana, Dunia, Yolanda y Juenlis, gracias por su apoyo.

A Efrén Vázquez Silva, gracias por darme un sí, sin condiciones.

A toda la gente del Centro Cultural, de Artes Plástica a Erick, Iris, Juan Carlos, a Malcom.

A mi gran familia del CASIE, gracias por su apoyo y por soportarme.

A María Elena, a Yaimy, a Tamara, a Leyvis, a Larrude, gracias por todo.

Al profesor Alcides, muchas gracias.

A todo el que me faltó por mencionar más arriba. Son muchos los que me han apoyado todos estos años.

A todos ellos, muchas gracias...



Propuesta de Plan de Gestión de Configuración de Software y  
Control de Cambios en el Departamento de Producción de Herramientas Educativas.

## DEDICATORIA

*A mi abuelo, y no digo donde quiera que estés; porque realmente siempre estarás...  
en nuestros corazones*



## RESUMEN.

En la actualidad en los proyectos del Departamento de Producción de Herramientas Educativas no se aplican correctamente los procesos de la Gestión de Configuración de Software (GCS), lo cual dificulta el control de los cambios durante todo su ciclo de vida.

Este trabajo tiene como objetivo principal proponer un Plan de Gestión de Configuración de Software y Control de Cambios para el Departamento de Producción de Herramientas Educativas, perteneciente al Centro de Tecnologías para la Formación (FORTES), de la Facultad 8. En este plan, se identifican y se describen los pasos a seguir para el cumplimiento de las actividades, de los procesos de Gestión de Configuración y Control de Cambios durante todo el desarrollo del software.

Durante el desarrollo de la presente investigación se realizó un estudio del arte enmarcado en las tendencias actuales de la GCS; así como la selección del modelo de calidad que constituyó una guía a seguir en esta investigación y también la selección de los sistemas que apoyan este proceso.

Como resultado final de la investigación, se definió que la GCS debe ser un proceso gestionado y controlado, y es necesario el cumplimiento de las actividades enmarcadas en la propuesta durante todo el desarrollo del software.



## ÍNDICE

<b>INTRODUCCIÓN.....</b>	<b>1</b>
<b>1 CAPÍTULO I. FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA.....</b>	<b>6</b>
1.1 INTRODUCCIÓN.....	6
1.2 ESTADO DEL ARTE.....	6
1.3 GESTIÓN DE CONFIGURACIÓN DE SOFTWARE.....	6
1.4 GESTIÓN DE CONFIGURACIÓN DE SOFTWARE A NIVEL NACIONAL E INTERNACIONAL.....	7
1.4.1 Principales sistemas que apoyan a la GCS.....	9
1.4.1.1 Sistema para el control de versiones Concurrent Versions System (CVS).....	9
1.4.1.2 Sistema para el control de versiones Visual Source Safe (VSS).....	10
1.4.1.3 Sistema para el control de versiones Subversion (SVN).....	11
1.4.2 Los modelos, normas y estándares del desarrollo del software y la GCS.....	13
1.4.2.1 ISO. Organización Internacional para la estandarización.....	13
1.4.2.2 IEEE. Instituto de Ingenieros y Electrónicos.....	14
1.4.2.3 CMMI. Modelos de Capacidad y Madurez Integrado.....	15
1.5 JUSTIFICACIÓN DE LA PROPUESTA.....	16
1.6 CONCLUSIONES.....	16
<b>2 CAPÍTULO II. PROPUESTA DEL PLAN GCS PARA EL DEPARTAMENTO DE PRODUCCIÓN DE HERRAMIENTAS EDUCATIVAS.....</b>	<b>17</b>
2.1 INTRODUCCIÓN.....	17
2.2 ASPECTOS TRATADOS EN EL PLAN DE GESTIÓN DE CONFIGURACIÓN DE SOFTWARE PARA EL DEPARTAMENTO DE PRODUCCIÓN HERRAMIENTAS EDUCATIVAS.....	17
2.2.1 CMMI y la Gestión de Configuración de Software.....	18
2.3 GESTIÓN DE CONFIGURACIÓN DE SOFTWARE.....	19
2.3.1 Organización de la Gestión de Configuración.....	19
2.3.2 Responsabilidades.....	20
2.4 ACTIVIDADES DE GESTIÓN DE CONFIGURACIÓN DE SOFTWARE.....	22
2.4.1 Identificación de la configuración.....	22
2.4.2 Selección de los Elementos de Configuración del Software.....	22
2.4.3 Identificadores únicos a los ECS.....	25
2.4.4 Especificación de la identificación.....	25
2.4.5 Versionado para los productos de software.....	26
2.4.6 Identificación para el formulario de control de cambios.....	26
2.4.7 Líneas base del proyecto.....	27
2.4.8 Bibliotecas.....	29
2.4.9 Procedimientos y planes de resguardo.....	30
2.4.10 Procesos de recuperación ante cualquier tipo de pérdida.....	30
2.5 CONTROL DE LA CONFIGURACIÓN.....	30
2.5.1 Procedimientos para cambiar una línea base.....	31
2.5.2 Procedimiento para procesar pedidos de cambios y su aceptación.....	34
2.5.3 Comité de Control de Cambios (CCC).....	35
2.5.4 Revisión de documentos.....	35
2.5.5 Herramientas automatizadas para el Control de Cambios.....	36
2.6 ESTADO DE LA CONFIGURACIÓN.....	37
2.6.1 Almacenamiento, manipulación y entregables del proyecto.....	37
2.6.2 Reportes.....	37
2.6.3 Proceso de entregas.....	38



2.7	AUDITORÍAS A LA CONFIGURACIÓN.....	39
2.7.1	Número de auditorías a realizar y cuándo serán llevadas a cabo.....	41
2.8	ENTRENAMIENTO.....	41
2.9	CONCLUSIONES.....	42
<b>3</b>	<b>CAPÍTULO III. VALIDACIÓN DE LA PROPUESTA DE PLAN DE GESTIÓN DE CONFIGURACIÓN DE SOFTWARE Y CONTROL DE CAMBIOS.....</b>	<b>43</b>
3.1	INTRODUCCIÓN.....	43
3.2	RESULTADOS DE LAS ACTIVIDADES DE GESTIÓN DE CONFIGURACIÓN DE SOFTWARE.....	43
3.3	RESULTADOS DEL CONTROL DE CONFIGURACIÓN.....	45
3.4	RESULTADOS DE ESTADO DE CONFIGURACIÓN.....	46
3.5	VALIDACIÓN POR EL CRITERIO DE EXPERTOS.....	47
3.5.1	Fase preliminar.....	48
3.5.2	Fase exploratoria.....	50
3.5.3	Fase final.....	50
3.6	CONCLUSIONES.....	53
<b>4</b>	<b>CONCLUSIONES GENERALES.....</b>	<b>54</b>
	<b>RECOMENDACIONES.....</b>	<b>55</b>
	<b>REFERENCIA BIBLIOGRÁFICA.....</b>	<b>56</b>
	<b>BIBLIOGRAFÍA.....</b>	<b>58</b>
	<b>GLOSARIO DE TÉRMINOS.....</b>	<b>61</b>
	<b>ANEXOS.....</b>	<b>64</b>



## Índice de Tablas.

Tabla 1. Responsabilidades de miembros del Equipo de GCS.....	21
Tabla 2. Elementos de Configuración del Software (ECS).....	25
Tabla 3. Descripción del Proceso de Creación y Liberación de Líneas Base.....	28
Tabla 4. Descripción del Proceso de Control de Cambios.....	34
Tabla 5. Descripción del Proceso de Auditorías a la Configuración.....	41
Tabla 6. Encuesta para calcular el Coeficiente de Competencia K.....	50
Tabla 7. Resultados de la Media.....	53
Tabla 8. Resultados de la Varianza.....	54

## Índice de Ilustraciones.

Ilustración 1. Estado actual de los Reportes de Configuración.....	48
Ilustración 2. Resultados de los aspectos evaluados.....	52
Ilustración 3. Ecuación de la Media aritmética.....	53
Ilustración 4. Ecuación de la Varianza.....	53



## INTRODUCCIÓN.

En la actualidad, el Proceso de Enseñanza-Aprendizaje se encuentra estrechamente vinculado con las Tecnologías de la Información y las Comunicaciones (TIC). Uno de los objetivos principales del uso de las TICs es servir de apoyo al proceso de enseñanza-aprendizaje a través del desarrollo del e-Learning (Electronic Learning), definido como “El conjunto de tecnologías, aplicaciones y servicios orientados a facilitar la enseñanza y el aprendizaje a través de Internet/Intranet, que facilitan el acceso a la información y la comunicación con otros participantes.” (RedTTnet, 2005), permitiendo así el incremento y desarrollo de la Educación a Distancia.

En nuestro país, la modalidad de Educación a Distancia se ha fortalecido en el Ministerio de Educación Superior (MES), o sea, en las Universidades adscritas al mismo, alcanzando cambios en los modelos de formación, que permitan el uso de herramientas informáticas para la Teleformación.

La Universidad de Ciencias Informáticas (UCI), ha creado un Departamento de Producción de Herramientas Educativas (en lo adelante DPHE solo para la presente investigación) perteneciente al Centro de Tecnologías para la Formación (FORTES), de la Facultad 8.

Su objetivo está enfocado principalmente, en la personalización, extensión, creación, implementación y desarrollo de herramientas sobre la plataforma de Software Libre, para la gestión de contenidos educativos y las plataformas de Teleformación. Cumpliendo con los estándares internacionales más utilizados y enriqueciendo así la amplia gama de funcionalidades que brindan las plataformas e-Learning y el mejoramiento de esta modalidad de educación.

Es importante destacar que el Departamento de Producción de Herramientas Educativas cuenta en este momento con cinco proyectos, de los cuales tres, tienen convenio con la República Bolivariana de Venezuela. Estos proyectos están dirigidos a mejorar el Proceso Educativo, desarrollando la modalidad a distancia, que se encuentra en constante cambio, debido al vertiginoso desarrollo de las TICs, por lo que se hace necesario tener controlado en todo momento estos cambios, como buena práctica de la Ingeniería de Software.



“La Gestión del Cambio más usualmente conocida como la Gestión de Configuración de Software (GCS o GC), es una actividad protectora (sombrija) que se aplica a lo largo del proceso del software. Puesto que el cambio puede ocurrir en cualquier momento, las actividades de GCS se desarrollan para 1) identificar el cambio, 2) controlar el cambio, 3) garantizar que el cambio se implementará de manera adecuada, y 4) reportar los cambios a otros que pudieran estar interesados.” (Pressman, 2005)

El cambio es una constante en todo proceso de desarrollo de software siendo la primera ley de la ingeniería de sistemas según nos plantea Edward H. Bersoff: “No importa dónde se encuentre en el ciclo de vida del sistema, el sistema cambiará y el deseo de cambiarlo persistirá a lo largo de todo el ciclo de vida.” (Bersoff, 1980)

Sin un previo análisis antes de realizar cualquier cambio o transformación, si no se registran antes de ser implementados, no se les informa a todos los implicados en el mismo o no se analiza el aporte del mismo a la calidad del producto; así como la posibilidad de reducir cualquier error previo o futuro, puede ocasionar atrasos e inconformidades en el momento de liberar el producto final.

Esta es la razón fundamental para crear un plan que cumpla con las actividades y tareas propuestas por el Proceso Unificado del Software (RUP), (metodología que guía todo el proceso de desarrollo de los proyectos pertenecientes a la antigua Área Temática Herramientas para la Teleformación y que en la actualidad forman parte del Departamento de Producción de Herramientas Educativas del Centro FORTES) y que posibilite facilitar y reducir el esfuerzo que conlleve la determinación y realización de cualquier cambio durante todo su ciclo de vida.

En los proyectos del Departamento de Producción de Herramientas Educativas no se aplican correctamente las técnicas para lograr una buena Gestión de Configuración de Software (en lo adelante GCS) de los productos que desarrolla, lo que dificulta su calidad, la gestión de la información entre los miembros y el control de versiones, siendo imposible notar el estado del progreso del producto. Además, permite una mejor organización en la reutilización de funcionalidades desarrolladas anteriormente, que se pueden aplicar a otros proyectos dentro del mismo departamento.

Debido a que cada vez se hacen más evidentes las necesidades de poner en práctica las tareas de la Gestión de Configuración en el DPHE se plantea como ***problema investigativo:***



¿Cómo garantizar un adecuado control de los cambios y una mejor calidad del ciclo de desarrollo de los proyectos del Departamento de Producción de Herramientas Educativas, perteneciente al Centro de Tecnologías para la Formación, de la Facultad 8?

Como **Objetivo General** se propone:

Proponer un Plan de Gestión de Configuración y Control de Cambios para el Departamento de Producción de Herramientas Educativas, perteneciente al Centro de Tecnologías para la Formación, de la Facultad 8.

Donde el **Objeto de estudio** lo constituyen los procesos de Gestión de Configuración de Software y Control de Cambios.

Con los siguientes **Objetivos específicos**:

1. Realizar estudio del Estado del Arte.
2. Definir una estrategia del proceso de Gestión de Configuración de Software para los proyectos del Departamento de Producción de Herramientas Educativas.
3. Definir el proceso de Control de Cambios para los proyectos del Departamento de Producción de Herramientas Educativas.
4. Evaluar la propuesta presentada.

El **Campo de Acción** está enfocado en los procesos de Gestión de Configuración de Software y Control de Cambios para los proyectos que se desarrollan en el Departamento de Producción de Herramientas Educativas perteneciente al Centro de Tecnologías para la Formación (FORTES).

Como **Idea a Defender**:

Si se realiza un Plan de Gestión de Configuración y Control de Cambios de acuerdo con lo establecido por la metodología RUP para los proyectos del Departamento de Producción de Herramientas Educativas, permitirá controlar los cambios y una mejor calidad del ciclo de desarrollo de los mismos.

Para dar cumplimiento a los objetivos se proponen las siguientes **Tareas de la Investigación**:

1. Investigar e identificar las tendencias, herramientas, tecnologías actuales y mecanismos, a nivel mundial y nacional, de la Gestión de Configuración de Software aplicables a la metodología RUP.



2. Identificar los objetivos, actividades, roles, entregables y herramientas a utilizar en el Proceso de Gestión de Configuración de Software para los proyectos del Departamento de Producción de Herramientas Educativas.
3. Caracterizar los objetivos, actividades, roles, entregables y sistemas a utilizar en el Proceso de Gestión de Configuración de Software para los proyectos del Departamento de Producción de Herramientas Educativas.
4. Describir las auditorías a la configuración del software para el Proceso de Control de Cambio para los proyectos del Departamento de Producción de Herramientas Educativas.
5. Aplicar la propuesta a un proyecto determinado para comparar los resultados de la propuesta, permitiendo evaluar la misma.

Entre los **Métodos de trabajo científico** utilizados se destacan los siguientes:

**Análisis y Síntesis:** Para el análisis de la documentación relacionada con el objeto de estudio, extrayendo los elementos más significativos que brindan solución a la problemática existente.

**Método histórico-lógico:** Para la revisión bibliográfica de los colectivos de autores correspondientes al tema de Gestión de Configuración de Software y para utilizar estos como punto de referencia y comparación de los resultados alcanzados. Para vincular el estudio de la GCS con su concepción histórica; además de revisar y analizar las diferentes tendencias y estrategias actuales entorno a la GCS.

**Método de la modelación:** Se planteó un posible modelo con el objetivo de explicar la realidad en cuanto a todo lo relacionado con el proceso de GCS. Este modelo también brinda información sobre el objeto que se estudia.

**Método sistémico:** Se planteó el problema y su posible resultado en conjunto, donde las informaciones obtenidas y cada uno de los problemas que se resolvieron, métodos y herramientas desarrolladas para facilitar el trabajo, el desempeño correcto de la GCS, el análisis del proceso de evolución del software se funden en un plan de Gestión de Configuración integral, en el que cada elemento está estrechamente relacionado con los demás.



**Método estadístico descriptivo:** Para el procesamiento de los datos obtenidos de la validación de la propuesta presentada.

**Método empírico:** A partir del estudio de la GCS del DPHE fueron seleccionados una serie de procedimientos y artefactos para organizar y gestionar los diferentes productos durante todo su ciclo de vida. Fundamentando la investigación en la observación, en la experimentación y la medición.

Como **Técnica de Muestreo** se utilizó:

**Muestra por cuota:** Esta técnica de muestreo (No probabilística) es posible utilizarla en la presente investigación, debido al conocimiento de las características específicas de los productos que se desarrollan en el Departamento de Producción de Herramientas Educativas, lo cual permite la selección de un producto que incluya todos los indicadores de la investigación y a la vez estos sean comunes a todos los proyectos que se desarrollan en la actualidad en el departamento.

### **Estructura capitular:**

En el capítulo I se ofrece una visión general de la GCS y del estado del arte abordando definiciones y conceptos fundamentales en este campo. Además, se presentan las herramientas actuales, de la Gestión de Configuración de Software, que sirven de apoyo al desarrollo de esta investigación.

En el capítulo II se presenta una propuesta del Plan de Gestión de Configuración de Software para el Departamento de Producción de Herramientas Educativas, en el cual se definen las políticas y procedimientos que se emplearán para controlar las actividades de GCS durante todo el desarrollo software.

En el capítulo III se presentan los resultados alcanzados durante la aplicación del plan propuesto en la presente investigación, a un proyecto del DPHE y además se realiza la validación de este plan, a través del Criterio de Expertos.



## **1 Capítulo I. Fundamentación teórica.**

### **1.1 Introducción.**

En el presente capítulo se ofrece una visión general de la Gestión de Configuración de Software y del estado del arte abordando definiciones y conceptos fundamentales en este campo. Se presentan los sistemas actuales empleados en la Gestión de Configuración de Software y Control de Cambios de un proyecto. Además, se realiza un profundo análisis de los modelos, normas y estándares que contemplan la GCS como uno de los objetivos a cumplir, para alcanzar la certificación de calidad.

### **1.2 Estado del arte.**

### **1.3 Gestión de Configuración de Software.**

En la Industria del Software, la Gestión de Configuración de Software (GCS) y el Control de Cambios (CC) es un tema polémico en progreso, pues en la actualidad, no es considerado importante para el desarrollo de los productos informáticos. Han sido varios los ingenieros e investigadores que han dedicado su tiempo y esfuerzo a estudiar y fomentar su progreso y son diversos los criterios emitidos sobre este proceso de la Ingeniería de Software.

Roger S. Pressman define la Gestión de Configuración de Software como “un conjunto de actividades de seguimiento y control que se inician cuando comienza un proyecto de ingeniería del software y terminan solo cuando este se retira de operación.” (Pressman, 2005)

Reconoce la importancia del cumplimiento de estas actividades, cuando afirma: “Si no se controla el cambio, él toma el control. Y eso nunca es bueno. Es fácil que una corriente de cambios incontrolados convierta en caótico un proyecto de software bien implementado. Por esta razón, la gestión del cambio es una parte esencial de la buena gestión del proyecto y de una sólida práctica de ingeniería de software.” (Pressman, 2005)

Una de las definiciones más utilizadas en el mundo es brindada por el Instituto de Ingenieros Eléctricos y Electrónicos (IEEE) en la cual establece 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, 1998)

Otro concepto, de Gestión de Configuración es el enfocado a los “Procesos 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)

La definición anterior brindada por Ivar Jacobson, Martin Griss y Patrick Jonson en el libro “Software Reuse: Architecture, Process, and Organizations for Business Success” considerada la más completa de todas las consultadas para el presente trabajo.

De acuerdo, con las definiciones anteriormente citadas sobre la Gestión de Configuración de Software, para el presente trabajo se define como el mecanismo para la gestión de las líneas base de los elementos del software que lo constituyen, para garantizar la calidad de cualquier producto informático, a través del control, reporte y registro de los cambios de todos los elementos del software. Disciplina de importante cumplimiento durante todo el ciclo de desarrollo del producto.

#### ***1.4 Gestión de Configuración de Software a nivel nacional e internacional.***

En la actualidad la Industria del Software ha alcanzado un desarrollo considerable, donde todos pretenden o aspiran; desarrollar software de elevada calidad en menos tiempo y con menor costo. Para lograrlo, en ocasiones se incumplen procesos ineludibles, propuestos en modelos de calidad certificados y reconocidos mundialmente. En su lugar, se utilizan métodos intuitivos de desarrollo de software que atentan contra la organización y la calidad del producto.

El Control de los Cambios (CC), en ocasiones se pasa por alto o simplemente, se enfoca a la utilización de sistemas, cuyas funciones están dirigidas a almacenar y disponer de los datos históricos necesarios para lograr un trabajo más predecible y eficiente.



“Lejos de ganar en tiempo y en la calidad de los productos, los proyectos, que no realizan una eficiente Gestión de Configuración, se concluyen en fecha posterior a lo planificado y la mayoría de los problemas no se detectan a tiempo, lo cual queda demostrado en las estadísticas internacionales”: (Febles, 2004)

- 25% de los proyectos de software son abortados.
- Se liberan productos a sus clientes con remanentes del 15% de defectos.
- Muchas empresas gastan de 30% a 44% de su tiempo y dinero en volver a trabajar sobre software ya liberado.
- Se cumplen las planificaciones de tiempo solamente el 53% de las veces.

“Cuando se profundiza en las raíces o causas de tales resultados afloran de manera reiterada la aplicación inadecuada de las técnicas de Ingeniería de Software, la no utilización de los roles y procesos apropiados para el desarrollo de las tareas de la empresa de software y el no utilizar modelos de calidad en ellas.” (Febles, 2004)

En Cuba, según estudios realizados hasta el 2001, solo el 33% de las organizaciones habían incorporado a su sistema de trabajo la Gestión de Configuración. Con la realización de 31 encuestas a desarrolladores y líderes de las empresas de la Industria Cubana de Software (ICSW), un 61%, no conocen que es GCS y en un 79% no se aplican ninguno de los procedimientos asociados a este proceso.

Esta encuesta fue aplicada en el mismo período a estudiantes de tercer año, que formaban parte de equipos de desarrollo de software en el Instituto Superior Politécnico “José Antonio Echeverría” (CUJAE) y los resultados fueron similares, esto queda bien demostrado en (Estrada y Cárdenas, 2005).

Para solucionar algunos de los problemas existentes en la industria cubana de software, sobre el tema de la gestión de configuración. En la CUJAE se propuso un modelo de procesos de software para el control de la configuración de los productos a desarrollar, por la nueva industria cubana del software. (Estrada y Cárdenas, 2005)

En la Universidad de las Ciencias Informáticas (UCI), se han propuesto planes similares y específicos para cada proyecto, o para todos los productos que se desarrollan en las facultades, tal es el caso como:



En la antigua Facultad 3, (en la actualidad Facultad 15) se propuso una guía o referencia para la Gestión de Cambios de los proyectos productivos que se desarrollan en la misma, teniendo en cuenta las características comunes que presentan todos sus productos en desarrollo. Otro ejemplo lo representa la Facultad 10 donde sus proyectos cuentan con planes que guían todas las tareas a realizar en el proceso de Gestión y Control de Cambios de sus productos.

### **1.4.1 Principales sistemas que apoyan a la GCS.**

La Gestión de Configuración de Software (GCS) se encuentra en el núcleo de todos los entornos CASE. Los sistemas pueden ofrecer su asistencia en las cinco tareas principales de GCS: identificación, control de versiones, control de cambios, auditoría y contabilidad de estados. La base de datos CASE proporciona un mecanismo para identificar todos los elementos de configuración y relacionarlo con otros elementos.

Un acceso sencillo a los elementos de configuración individualmente, facilita el proceso de auditoría. Los sistemas de comunicación CASE pueden mejorar enormemente la contabilidad de estados ofreciendo información acerca de los cambios a todos aquellos que necesiten conocerlos.

#### **1.4.1.1 Sistema para el control de versiones Concurrent Versions System (CVS).**

Es un software Open-Source que permite gestionar los cambios realizados sobre el código fuente de cualquier archivo en varias plataformas. (CVS, 2006)

Principales características:

- Utiliza una arquitectura cliente-servidor, lo cual permite que los clientes puedan trabajar con esa copia y posteriormente ingresar sus cambios con comandos GNU.
- Aunque el servidor utilice un sistema libre, los clientes pueden trabajar en cualquier sistema operativo.
- Varios clientes pueden sacar copias del proyecto al mismo tiempo, al actualizar las modificaciones y el servidor acopla las diferentes versiones.



- El servidor es capaz de denegar cualquier conflicto si se desea cambiar la misma línea en un archivo e informa de lo sucedido.
- Los clientes tienen acceso a diferentes versiones de archivo, consultar el historial de cambios o número de revisión determinado. (CVS, 2006)

#### Limitaciones:

- Los archivos en el repositorio sobre plataforma CVS no pueden ser renombrados, estos deben ser agregados con otro nombre y luego eliminados.
- Soporte para archivos UNICODE con nombres de archivo no ASCII.
- Las transacciones de datos no son atómicas; los datos no suben en conjunto al repositorio, sino que lo realizan de uno en uno, lo cual afecta la integridad de la información. (CVS, 2006)

#### ***1.4.1.2 Sistema para el control de versiones Visual Source Safe (VSS).***

Es un sistema para el control de versiones de código propietario. Estructurado por una arquitectura cliente servidor y está compuesto por dos módulos, uno de cliente y otro de administración. Uno de los sistemas que mejor integración tiene con el resto de las herramientas de desarrollo como Visual Studio .NET y en alguna medida con Visual Studio 6. (MSDN, 2010)

#### Principales características:

- Acceso remoto a través de Internet, admite las operaciones básicas de apertura y adición de bases de datos, protección, desprotección y obtención, pero no proporciona funciones de cambio de nombre, eliminación, obtención por hora o por etiqueta, historial, etiquetado o uso compartido y bifurcaciones. Este complemento resulta especialmente útil si se necesita obtener acceso a las bases de datos de Visual SourceSafe cuando se está de viaje.
- Los commits no son atómicos.

#### Limitaciones:

- Es inestable cuando se suben ficheros binarios de gran tamaño, ya que espera solo ficheros de texto.



- Es configurable, permitiendo que un solo programador modifique el código fuente o que lo hagan varios. Las herramientas de gestión de diferencias para reunificar el código fuente modificado por varios programadores no son demasiado buenas comparadas con las de otros gestores de código fuente.
- Obliga al cliente a bloquear un archivo al hacer “Check Out” antes de poder trabajar con él lo que provoca que mientras el archivo esté bloqueado ningún otro usuario puede trabajar con el mismo archivo. (MSDN, 2010)

#### ***1.4.1.3 Sistema para el control de versiones Subversion (SVN).***

Entre sus características se encuentran:

- Permite trabajar directamente sobre el repositorio, sin necesidad de hacer copia local.
- La numeración de versiones es global, o sea, con SVN los números de versión son para todo el repositorio.
- Confirmaciones atómicas permiten a los desarrolladores construir y confirmar cambios como unidades lógicas.
- Metadatos versionados, ya que las propiedades se versionan en el tiempo, al igual que el contenido de los ficheros.
- Etiquetado y creación de ramas eficientes.
- Se puede utilizar por otras aplicaciones y lenguajes por su gran extensibilidad.
- Manejo de datos consistente expresa las diferencias entre los ficheros usando algoritmo de diferenciación binario que funciona para ficheros binarios y no binarios, ambos tipos de ficheros se almacenan en el repositorio. Las diferencias se transmiten en ambas direcciones por la red.

Subversion fue creado con la idea de subsanar las deficiencias, limitaciones e incomodidades del viejo CVS y es por ello que muchos grupos de desarrolladores están haciendo la migración CVS a Subversion. Además, no solo sirve para el grupo de programadores sino para todos los integrantes del proyecto. (Tigris, 2008)

Algunas de las características de SVN y sus mejoras frente a CVS:

- Mayor eficiencia en la creación de ramas y etiquetas que en CVS.



- Mantiene la historia de todas las operaciones de cada elemento, incluyendo la copia, cambio de directorio o de nombre.
- Posibilidad de elegir el protocolo de red, pues además de trabajar en un propio protocolo (svn), puede trabajar sobre http (o https) mediante las extensiones WebDAV, el cual es más conocido como DAV, es un protocolo que amplía las posibilidades del HTTP/1.1 añadiendo nuevos métodos y cabeceras. La capacidad de funcionar con un protocolo tan universal como el http simplifica la implantación (cualquier infraestructura de red actual soporta dicho protocolo) y universaliza las posibilidades de acceso (si se desea, puede utilizarse a través de Internet).
- Atomicidad de las actualizaciones. Una lista de cambios constituye una única transacción o actualización del repositorio. Esta característica minimiza el riesgo de que aparezcan inconsistencias entre distintas partes del repositorio. (García, 2008)

Otras de las características del sistema Subversion, es que se integra con el Sistema Operativo Windows y con la plataforma de Software Libre. Como clientes del Sistema de Control de Versiones (Subversion) más empleados se encuentran:

- TortoiseSVN (para Windows).
- RapidSVN (para Software Libre).

TortoiseSVN, un cliente de Subversion implementado como extensión de la Shell (interfaz) de Windows, que entre sus principales características se encuentran: (Küng, 2006)

- Fácil acceso a los comandos de Subversion, estos están disponibles desde el menú contextual del explorador.
- Se integra perfectamente con el Shell de Windows.
- TortoiseSVN añade su propio submenú en el explorador.
- Solamente se muestran los comandos que tengan sentido para el archivo/carpeta seleccionado.
- Posee una potente interfaz commit.
- Permite realizar un gráfico de todas las revisiones.
- Archiva las estadísticas de todas las revisiones realizadas.
- Se brindan todos los protocolos de Subversion.

RapidSVN, un cliente gráfico para Subversión, multiplataforma que tiene las siguientes características:(Tigris, 2008)



- Presenta una interfaz fácil de usar por las características de Subversion.
- Soporte para archivos UNICODE.
- Es sencillo para principiantes y a la vez avanzado para usuarios experimentados.
- Esta interfaz gráfica es la mejor opción y es catalogada como “una excelente alternativa” para utilizar SVN desde Software Libre.
- Depende de un grupo de frameworks (estructura conceptual y tecnológica de soporte) para su uso.
- Completamente escrito en C++.

#### ***1.4.2 Los modelos, normas y estándares del desarrollo del software y la GCS.***

El desarrollo de la industria del software en el mundo y en particular en Cuba exige la aplicación de procedimientos, estándares y modelos que garanticen la calidad del software elaborado. Estos deben ser aplicados en dependencia de las características de la institución, facilitando el cumplimiento de tareas encaminadas a lograr un producto satisfactorio.

Diversos son los modelos, normas y estándares a nivel mundial para garantizar la calidad de los productos de software, pero los analizados para esta investigación fueron ISO, IEEE y CMMI.

##### ***1.4.2.1 ISO. Organización Internacional para la estandarización.***

“La Organización Internacional para la Estandarización (International Organization for Standardization, ISO) es una red de institutos nacionales de estándares de 156 países que promueve la normalización internacional para facilitar el intercambio de bienes y servicios como de aplicaciones.” (ISO, 1995)

La Norma ISO 9000-3 de reconocimiento a nivel mundial. Además, diversas certificaciones de sistemas de calidad están evaluadas por esta norma, permitiéndoles alcanzar el éxito en la creciente competencia de la industria software. Esta norma incluye a la GCS en los aspectos para alcanzar su evaluación:

- Sistema de Calidad.
- Especificación de los Requisitos a Comprobar.
- Planificación del desarrollo.
- Planificación de la calidad.



- Pruebas y validaciones.
- **Gestión de Configuración del Software.**
- Control de documentos.
- Mediciones.

La definición de Gestión de Configuración de Software en la norma ISO 9000-3, incluye las siguientes actividades:

- Identificación de la Configuración.
- Control de Cambios en la Configuración.
- Generación de Informes de Estado.
- Auditoría de la Configuración.

#### ***1.4.2.2 IEEE. Instituto de Ingenieros y Electrónicos.***

El Instituto de Ingenieros y Electrónicos constituye la asociación profesional técnica más grande del mundo sin fines lucrativos, dedicada a la estandarización. Su trabajo está enmarcado a promover la creatividad, el desarrollo y la integración así como compartir los avances en las tecnologías de la información electrónica y ciencias para el beneficio de la humanidad.

El estándar IEEE Std. 1074-1995 del IEEE, establece la Gestión de Configuración de Software como “uno de los procesos integrales e indispensables para desarrollar exitosamente el producto”, proponiendo las siguientes actividades: (International, 2006)

- Planificar la Gestión de la Configuración.
- Desarrollar la Identificación de la Configuración.
- Realizar el Control de la Configuración.
- Realizar la Contabilidad de Estado.

Otro ejemplo lo constituye el estándar IEEE Standard for Software Configuration Management Plans, (Estándar para un Plan de Gestión de Configuración) (IEEE/ANSI std. 828-1998) del IEEE de 1998, el cual constituye en sí mismo una propuesta de un plan de Gestión de Configuración para proyectos de la



industria del software, afirmando que todo proyecto informático debe contar con un documento que se debe producir al comienzo del proyecto en el que se definen las políticas estándares y procedimientos que serán utilizados para llevar a cabo GCS a lo largo de todo el ciclo de vida del producto.

### **1.4.2.3 CMMI. Modelos de Capacidad y Madurez Integrado.**

“El CMMI (Capability Maturity Model Integration) es un modelo de calidad del software que clasifica las empresas en niveles de madurez. Estos niveles sirven para conocer la madurez de los procesos que se realizan para producir software.” (Gracia, 2005)

En relación con los modelos, CMMI al igual que CMM organiza la madurez de un proceso de software en 5 niveles (Realizado, Gestionado, Definido, Gestionado cuantitativamente y Optimizado) mejorando la usabilidad de modelos de madurez integrando varios modelos diferentes en un solo marco, a través de 22 áreas de procesos que se distribuyen en sus 5 niveles de madurez. (CMMI, 2006)

Para pasar a un nivel superior, es necesario haber cumplido con los aspectos de nivel anterior. Por ejemplo, el nivel 2 de CMMI contiene los siguientes procesos (CMMI, 2006):

- Gestión de requerimientos (RD).
- Planificación de proyecto (PP).
- Monitorización y control de proyecto (PMC).
- Gestión de acuerdos con proveedores (SAM).
- Medición y análisis (MA).
- Aseguramiento de la calidad de proceso y de producto (PPQA).
- **Gestión de configuración (CM).**

El modelo CMMI requiere, la realización de las actividades de la GCS desde su nivel 2 de madurez, lo cual brinda una idea de la importancia que le atribuye este modelo a la GCS. CMMI es un modelo de referencia para el mejoramiento de procesos de ingeniería, pues está enfocado tanto en Procesos de Administración como en Procesos de Ingeniería y Software.



### **1.5 Justificación de la propuesta.**

Primero es necesario descartar los sistemas propietarios, que no contemplan a nuestro país en sus licencias, motivo el cual VSS no debía ser seleccionado. También son marcadas las diferencias entre el CVS y el Subversion, por ejemplo los commits de CVS no son atómicos, lo cual atenta con la integridad de la información y los archivos no pueden ser renombrados.

Luego del análisis comparativo de las características específicas de los sistemas CVS, VSS y Subversion (SVN), se propone el Subversion (SVN). El TortoiseSVN como cliente del sistema SVN para Windows y RapidSVN como cliente multiplataforma que se integra con Subversion ideal para Software Libre. Debido a las facilidades que brindan para gestionar, controlar y garantizar la calidad de la información de los productos que se desarrollan en el DPHE.

Luego del estudio realizado de varios modelos, normas y estándares de desarrollo de software se propone emplear en el Departamento de Producción de Herramientas Educativas el modelo CMMI, como parte de la propuesta de solución.

Sustentado fundamentalmente, porque la Universidad de Ciencias Informáticas (UCI) en la actualidad está acometiendo un proyecto de mejora de sus procesos basado en el modelo CMMI y con la contratación de los servicios de consultoría del SIE (Software Industry Excellence Center) del Centro Tecnológico de Monterrey. Proceso encaminado a alcanzar la certificación internacional del nivel 2 del modelo CMMI, lo cual la convertiría en la primera empresa cubana certificada en este modelo.

### **1.6 Conclusiones.**

En este capítulo se realizó un estudio sobre el estado del arte de la GCS, así como el análisis de criterios de autores reconocidos en el tema, además de la valoración de los estándares y modelos de calidad entre ellos IEEE, ISO y CMMI, lo cual permitió la selección del modelo CMMI para ponerlo en práctica, en la confección de un Plan de Gestión de Configuración de Software y Control de Cambios para el Departamento de Producción de Herramientas Educativas, perteneciente al Centro FORTES.



## ***2 Capítulo II. Propuesta del Plan GCS para el Departamento de Producción de Herramientas Educativas.***

### ***2.1 Introducción.***

En el presente capítulo se expone la propuesta del Plan de Gestión de Configuración de Software y Control de Cambios para el Departamento de Producción de Herramientas Educativas, perteneciente al Centro FORTES. En este plan se definen las políticas y procedimientos que se emplearán para el cumplimiento de los procesos de la Gestión de Configuración de Software.

### ***2.2 Aspectos tratados en el plan de Gestión de Configuración de Software para el Departamento de Producción Herramientas Educativas.***

La presente propuesta para el DPHE tiene como referencia la plantilla del Plan Gestión de Configuración de Software elaborada por el Centro para la Excelencia en el Desarrollo de Proyectos Tecnológicos (Calisoft), el cual atiende todo lo relacionado con la calidad de los productos que se desarrollan en la UCI.

Esta plantilla se encuentra, en el Expediente de Proyecto v2.02 (Calisoft, 2009), el cual se utiliza como guía para la gestión de toda la documentación, modelos y productos en el Departamento de Producción de Herramientas Educativas, perteneciente al Centro de Tecnologías para la Formación (FORTES), de la Facultad 8; así como toda la documentación referente al Proceso de Mejora, brindada por Calisoft.

Además del Plan de Gestión de Configuración, elaborado para los futuros proyectos que formen parte del proceso de mejora, el cual se encuentra en la actualidad bajo rigurosas pruebas y constantes cambios, a cargo de especialistas del Centro Calisoft, pero se debe reconocer que constituye una excelente guía o referencia para todo trabajo investigativo que abarque el tema de la GCS y Control de Cambios.

Además, el modelo CMMI for Development Versión 1.2 (traducido como CMMI para el Desarrollo v1.2) como modelo internacional de calidad propuesto para la presente investigación, el cual plantea las políticas de la Gestión de Configuración a seguir para alcanzar el nivel 2 (Gestionado) de este modelo.



### **2.2.1 CMMI y la Gestión de Configuración de Software.**

El área de proceso de GCS implica:

- Identificar la configuración de los productos de trabajo seleccionados que componen las líneas base en puntos determinados en el tiempo.
- Controlar los cambios a los elementos de configuración.
- Construir o proporcionar especificaciones para construir los productos de trabajo a partir del sistema de gestión de configuración.
- Mantener la integridad de las líneas base.
- Proporcionar a los desarrolladores, usuarios finales y clientes datos del estado exacto y de la configuración actual. (CMMI, 2006)

CMMI propone metas específicas y varias prácticas específicas para guiar todos los procesos para el control de la configuración durante todo el ciclo de vida de desarrollo del software. Se consideran Metas específicas (ME) como componentes requeridas del modelo que se utiliza en las evaluaciones para ayudar a determinar si se satisface un área de proceso; así como las Prácticas Específicas (PE), son aquellas que describen las actividades que se espera que produzcan la consecución de las metas específicas de un área de proceso. Una práctica específica es un componente esperado del modelo.

Resumen de ME con sus PE asociadas (CMMI, 2006):

#### **ME 1: Establecer líneas base.**

PE 1.1: Identificar elementos de configuración.

PE 1.2: Establecer un sistema de gestión de configuración.

PE 1.3: Crear o liberar líneas base.

#### **ME 2: Seguir y controlar los cambios.**

PE 2.1: Seguir las peticiones de cambio.

PE 2.2: Controlar los elementos de configuración.

#### **ME 3: Establecer la integridad.**

PE 3.1: Establecer registros de gestión de configuración.

PE 3.2: Realizar auditorías de configuración.



Estos elementos resumen que el proceso de GCS debe ser un proceso gestionado y controlado, por lo que para la presente investigación, en el DPHE, es necesario que se cumplan con las siguientes actividades:

#### Proceso de Gestión

- A.1. Identificación de la configuración.
- A.2. Estado de la configuración.
- A.3. Auditorías a la configuración.

#### Proceso de Control

- A.4. Control de la configuración.
- A.5. Seguimiento del Estado de la configuración.

### **2.3 Gestión de Configuración de Software**

#### **2.3.1 Organización de la Gestión de Configuración.**

Un factor determinante en el éxito de toda institución, empresa o proyecto, le constituye la identificación adecuada de los integrantes del equipo de trabajo y la asignación de responsabilidades, según el rol de mejor desempeño de sus integrantes.

Con el objetivo del alcanzar una mejor organización en el DPHE, se determinó la siguiente estructura de un nuevo equipo, constituido por los miembros de los proyectos. A estos integrantes, que ya cuentan con responsabilidades en el desarrollo de los productos, se les adicionan nuevas responsabilidades activas en la GCS y el Control de Cambios en los productos que se desarrollan en el DPHE:

- Equipo del proyecto.
- Administrador de Configuración.
- Equipo de Calidad del proyecto.
- Comité de Control de Cambios (CCC).
- Jefe de Proyecto.
- Jefe de DPHE.



Se propone que sean agrupados en un equipo que se encargará de gestionar la configuración dentro del proyecto y el mismo se subordinará directamente al Jefe del DPHE.

### **2.3.2 Responsabilidades.**

Con el objetivo de lograr el cumplimiento de la subprácticas de los procesos de la GCS, se deben asignar nuevas responsabilidades a miembros que cumplen roles específicos durante todo el ciclo de desarrollo del software.

Las nuevas tareas a cumplir o responsabilidades, en el marco de los procesos de GCS del DPHE, son las siguientes:

<b>Rol</b>	<b>Responsabilidades</b>
<b>Administrador de Configuración.</b>	<ul style="list-style-type: none"><li>• Crear el Plan de GCS del DPHE.</li><li>• Identificar los elementos de configuración.</li><li>• Crear y promover las líneas base.</li><li>• Controlar y revisar las Solicitudes de Cambios emitidas al DPHE.</li><li>• Registrar las Solicitudes de Cambios.</li><li>• Actualizar el estado de las Solicitudes de Cambios emitidas al DPHE.</li><li>• Informar a los solicitantes el estado de las Solicitudes de Cambios.</li><li>• Informar a los miembros del DPHE de los cambios realizados a los productos.</li></ul>
<b>Equipo de Calidad del Proyecto.</b>	<ul style="list-style-type: none"><li>• Revisar el plan de Gestión de Configuración de Software para el proyecto.</li><li>• Revisar y liberar las Líneas Base.</li><li>• Revisar la correcta implementación de los cambios.</li><li>• Revisar con el Administrador de Configuración, la integridad de los elementos de configuración, de las líneas</li></ul>



	<p>base y del repositorio.</p> <ul style="list-style-type: none"><li>• Controlar las No Conformidades hasta su cierre.</li></ul>
<b>Equipo del proyecto.</b>	<ul style="list-style-type: none"><li>• Implementar el cambio, solicitado.</li><li>• Corregir errores encontrados en las líneas base.</li><li>• Informar errores encontrados en las líneas base al administrador de la configuración.</li><li>• Solucionar las No Conformidades asignadas.</li></ul>
<b>Comité de Control de Cambios (CCC).</b>	<ul style="list-style-type: none"><li>• Autorizar la creación de las líneas base.</li><li>• Analizar el impacto de las Solicitudes de Cambios.</li><li>• Tomar una decisión acerca de las Solicitudes de Cambios: aprobarlas, rechazarlas o posponerlas.</li><li>• Asignar responsables a la implementación de los Cambios aprobados.</li></ul>
<b>Jefe del Proyecto.</b>	<ul style="list-style-type: none"><li>• Revisar el plan de Gestión de Configuración de Software para el DPHE.</li><li>• Aprobar los elementos de configuración del software y las Líneas Base.</li><li>• Revisar las solicitudes de cambio.</li><li>• Atender y revisar las No Conformidades del Equipo de Calidad del proyecto.</li><li>• Asignar responsables de resolver las No Conformidades.</li></ul>
<b>Jefe del DPHE.</b>	<ul style="list-style-type: none"><li>• Revisar y aprobar el Plan de GCS propuesto por el Administrador de Configuración para el DPHE.</li><li>• Revisar las solicitudes de cambio.</li><li>• Aprobar la creación de las Líneas Base.</li><li>• Aprobar las nuevas versiones de los productos.</li><li>• Tomar la decisión final ante cualquier solicitud de cambio.</li></ul>

**Tabla 1.** Responsabilidades de miembros del Equipo de GCS.



## **2.4 Actividades de Gestión de Configuración de Software.**

### **2.4.1 Identificación de la configuración.**

Identificar los elementos de configuración, los componentes y los productos de trabajo relacionados que serán controlados; así como las tareas básicas e indispensables en la GCS. Estas abarcan la selección, creación y especificación, de los productos de trabajo internos y los que son entregados al cliente, así como los productos adquiridos, herramientas y otros que se emplean en la creación y descripción de estos productos de trabajo.

El establecimiento de un esquema para identificar componentes y Elementos de Configuración del Software, posibilitará una mejor localización de los mismos en las bibliotecas donde deben ser almacenados durante el desarrollo del producto. Además, se contará con una descripción de los pasos a seguir para el cumplimiento de esta actividad.

### **2.4.2 Selección de los Elementos de Configuración del Software.**

“Un Elemento de Configuración del Software (ECS) es una entidad designada para la gestión de configuración, la cual puede consistir de múltiples productos de trabajo relacionados que forman una línea base.” (CMMI, 2006)

Los ECS se podrán definir basándose en varios criterios:

- Utilización múltiple: Número de elementos de su mismo nivel o niveles superiores que lo utilizan.
- Criticidad: Gravedad del impacto de un fallo en dicho componente. Número de personas implicadas en su mantenimiento.
- Complejidad de su interfaz: Las interfaces de un ECS con otros deberían ser simples. Hay que minimizar el acoplamiento entre ECS. Singularidad del componente con respecto al resto.
- Reutilización: Si el componente se va a diseñar especialmente para ser reutilizado. Si se trata de elementos reutilizados.
- Tipo de tecnología: Si el componente incorpora nuevas tecnologías no utilizadas en otros componentes. (Jiménez, 2001)



La selección adecuada de los elementos de la configuración, debe ser una práctica a realizar con un profundo análisis. Si se cuenta con un número excesivo de ECS, podría ser innecesario y complejo; pues se necesitan un número elevado de documentos y especificaciones, que retardan el desarrollo del producto, así como el poco dominio y control sobre los mismos; en el caso de ser proyectos de mucha complejidad. Sin embargo, pocos elementos, nos permite contar con una visión clara del producto a desarrollar.

Los elementos que conformarán la lista de los ECS de determinado producto, serán elegidos a consideración de sus miembros y los clientes, entre los cuales se pudieran encontrar documentos, modelos completos (análisis, diseño, pruebas) código fuente y diagramas.

Para la presente investigación, los criterios para la selección de los ECS de todos los productos que se desarrollan en el DPHE son:

- ECS que son críticos para el proyecto.
- ECS que deben sufrir cambios debido a errores o cambios de requerimientos.
- ECS que son dependientes entre sí; pues el cambio a un ECS afecta a los ECS que se relacionan con él mismo.

De acuerdo con lo anteriormente analizado se proponen los siguientes Elementos de Configuración de Software para el DPHE:

<b>Plantilla/Fase</b>	<b>Inicio</b>	<b>Elaboración</b>	<b>Construcción</b>	<b>Transición</b>
<b>Requisitos</b>				
Especificación de Requisitos de Software.	x			
Evaluación de Áreas de la Organización.	x			
Modelo del Sistema.	x			
Modelo del Negocio.	x			
Plan de Gestión de Requisitos.	x			
<b>Arquitectura y diseño</b>				
Informe del Levantamiento de Información para la Arquitectura de Información.	x			



Arquitectura de Software.		X		
Arquitectura de Información.		X		
Modelo de Diseño.		X		
<b>Implementación y pruebas</b>				
Código fuente.			X	
Manual de Usuario.			X	
Diseño de Casos de Prueba.			X	
Plan de Pruebas.		X		
<b>Despliegue e instalación</b>				
Modelo de Despliegue.			X	
<b>Gestión de proyecto</b>				
Plan Desarrollo de Software.	X			
Plan Mitigación de Riesgos.	X			
Ambiente de Desarrollo.	X			
Plan de Capacitación.	X			
Roles y Responsabilidades.	X			
Documento Visión.	X			
Proyecto Técnico.	X			
<b>Soporte</b>				
Glosario de Términos.	X			
Listas de Chequeo.	X			
No Conformidades.			X	
Plan Aseguramiento de la Calidad.	X			
Plan de Mediciones.	X			
Pedido de cambio.	X	X	X	X
Plan de Gestión de Configuración.	X	X	X	X

**Tabla 2.** Elementos de Configuración del Software (ECS).



### **2.4.3 Identificadores únicos a los ECS.**

Todo el equipo de proyecto, debe conocer la codificación de los elementos. Los ECS deben presentar datos que proporcionen información de los mismos, por ejemplo: el autor, fecha de creación, etc. Los ECS deben almacenarse en una base de datos y organizados en el Expediente de Proyecto v2.0. El Administrador de Configuración debe registrarlos con la información siguiente (Anexo 1):

- Identificador.
- Nombre.
- Descripción.
- Autores.
- Fecha de creación.
- Identificación del proyecto al que pertenece.
- Identificación de la línea base.
- Identificación de la fase en que fue creado.
- Tipo de ECS (documento, programa, modelo de componentes, etc.)
- Localización.

### **2.4.4 Especificación de la identificación.**

Todos los artefactos (documentación, ficheros de modelado):

**Centro:** Centro de Tecnologías para la Formación (FORTES).

**Departamento:** Departamento de Producción de Herramientas Educativas (para la identificación DPHE).

**Producto:** Nombre de producto o proyecto, pues en ocasiones los proyectos son nombrados con el mismo nombre del producto que desarrollan. En caso de contar con un nombre muy extenso, determinar una nomenclatura para la identificación de los elementos.

**DOC:** El documento (o modelo), deben de estar compuesto por todas las siglas de su nombre excluyendo artículos o preposiciones.



**Versión:** vX.X nomenclatura para el versionado el cual se incluye cuando el ECS pasa a formar parte de la línea base.

**Extensión:** Son las extensiones propias del documento, modelo o código.

Ejemplo de un documento:

FORTES\_DPHE\_CRODA\_ECUv1.0.odt

#### **2.4.5 Versionado para los productos de software.**

El versionado consta de vX.X.X tres dígitos, donde el primero identifica la versión mayor del producto, por lo cual comienza en el primer dígito con valor 1, que incrementa su valor, al ser modificados un gran número de funcionalidades, constituyendo cambios notables del producto.

El segundo dígito representa cambios pocos significativos en el producto, aunque constituyen cambios de igual manera, su análisis y actualización es determinante para el aprovechamiento al máximo del software.

El tercer dígito representa el número de liberaciones del producto, revisadas por el grupo de calidad del proyecto. (Calisoft, 2009)

Este versionado solo representa a los productos del software; para la identificación de los modelos, documentos y ejecutables solamente serán utilizados los dos primeros dígitos, con el mismo significado de identificación de la nomenclatura anteriormente señalada. (Calisoft, 2009)

#### **2.4.6 Identificación para el formulario de control de cambios.**

Se empleará la misma nomenclatura anteriormente señalada para documentos del expediente de proyecto, ejecutables y modelos.

Ejemplo para la Solicitud de Cambios:

FORTES\_DPHE\_CRODA\_SCv1.0.odt



### **2.4.7 Líneas base del proyecto.**

“Una línea base es un concepto de gestión de configuración del software que ayuda a controlar el cambio sin impedir seriamente el cambio justificable.” (Pressman, 2005)

El IEEE define una línea base como:

“Una especificación o producto que se ha revisado formalmente y se está de acuerdo con los resultados, y que a partir de ahí sirve como la base para el desarrollo ulterior y que puede cambiarse sólo por medio de procedimientos formales de control de cambio.” (IEEE, 1998), (Pressman, 2005)

Una línea base, definida para la presente investigación, marca un hito en el desarrollo del producto, a partir del cual se alcanza otro nivel de madurez del producto y para realizar cambios en el mismo, solo será posible, a través de procedimientos formales y un profundo análisis.

Las Líneas Base en los productos que se desarrollan en el DPHE; serán creadas al concluir cada fase, luego de ser revisadas por el equipo de calidad del departamento y aprobadas por el Comité de Control de Cambios. Están conformadas por ECS que han sido previamente identificados por los directivos del proyecto y por el administrador de configuración. El establecimiento de una línea base marcará un hito en el ciclo de desarrollo del producto.

Para el DPHE se propone cumplir con las actividades a continuación descritas para el Proceso de Creación y Liberación de Líneas Base:

<b>Proceso de Creación y Liberación de Líneas Base.</b>		
<b>Criterios de Entrada</b>	Elementos de Configuración (ECS).	
<b>Criterios de Salida</b>	Creación y Liberación de Líneas Base.	
No.	Descripción	Salida
1.	1.1. El Equipo de Calidad del departamento revisa los ECS incluidos en la línea base a ser creada.	Auditorías a la configuración.
2.	2.1. El Comité de Control de Cambios (CCC) reali	-Reporte de Estado (estable o no es



	za reunión y analiza el reporte del equipo de calidad. 2.1. Si existen No Conformidades se realiza la actividad 3. 2.2. Si no existen errores se aprueba la creación de la Línea Base, se realiza la actividad 5. 2.3. Se emite Minuta de Reuniones.	table). -No Conformidades (detectadas). -Minuta de Reunión.
3.	3.1. El Comité de Control de Cambios (CCC) asigna y envía a los errores a responsables del Equipo de Trabajo del proyecto a resolverlas.	-No Conformidades (asignadas).
4.	4.1. Los responsables resuelven los errores detectados. Se pasa a la actividad 1.	-No Conformidades (resueltas).
5.	5.1. El administrador de configuración crea y documenta la línea base.	-Línea Base (creada).

**Tabla 3.** Descripción del Proceso de Creación y Liberación de Líneas Base.

Para el presente plan se propone identificar las líneas base como:

**LB:** Línea Base.

**Fase:** Nombre completo de la fase.

A estos identificadores se les adicionarán al principio, Nombre del Centro, Departamento y Producto.

Centro\_Departamento\_Producto\_LB\_Fase\_Version

**Ejemplo:**

FORTES\_DPHE\_CRODA\_LB\_Construcción v1.0.odt

Posteriormente se documenta todo lo relacionado con la nueva línea base creada, nombre, fecha de establecimiento, autor y los ECS que la componen. Además, se notifica a todos los miembros del proyecto de su existencia.



### **2.4.8 Bibliotecas.**

“Una biblioteca de software es una colección controlada de software y/o documentación relacionada cuyo objetivo es ayudar en el desarrollo, uso o mantenimiento del software.” (Antonio, 2001)

Para la GCS las bibliotecas representan un factor imprescindible, ya que estas almacenan las copias de trabajos o de entrega de todos los ECS pertenecientes a todo el DPHE. La protección, las políticas de acceso y procedimientos de recuperación ante cualquier tipo de pérdida, constituyen mecanismos que deben ser concebidos desde los inicios de todos los proyectos, por el Administrador de Configuración y aprobados por el Jefe del DPHE.

El proceso de movimiento de una versión de un ECS de una biblioteca a otra, depende completamente del nivel de estabilidad o de madurez que presente la versión del ECS.

Para el DPHE, se propone revisar la actual organización existente de sus bibliotecas y salvar de información y adoptar la siguiente organización:

- Biblioteca de Trabajo.
- Biblioteca de Máster.
- Biblioteca de Productos.
- Biblioteca Backup.

Descripción de las bibliotecas del DPHE:

***Biblioteca de Trabajo:*** Se almacenan todos los productos desde sus inicios y constituye la segunda área de trabajo de todos los integrantes del departamento. Con un acceso restringido, pues cada integrante de proyecto, solo puede acceder al expediente de proyecto con privilegios de escritura solo a los ECS de su proyecto y a las carpetas donde están ubicados los ECS relacionados a su rol. Para realizar consultas o reutilizar ECS; se realiza de forma interna entre integrantes (con roles comunes) de los proyectos.

***Biblioteca de Máster:*** Se almacenan las Líneas Base creadas y liberadas durante todo el ciclo de desarrollo del producto. Solo tienen acceso pleno el Jefe del DPHE, Jefe del Proyecto, el Administrador de



la Configuración, Jefe del Grupo de Calidad. Para liberar un ECS de esta biblioteca a la Biblioteca de Trabajo, es necesario el cumplimiento de los procesos de Control de Cambios Formales.

***Biblioteca de Productos:*** Contiene los ECS liberados para ser entregados al cliente así como su distribución en el mercado. Además de los productos y de toda la documentación que se entrega al cliente contiene, elementos publicitarios de los productos, para su promoción y comercialización, así como ferias expositivas y de muestra para los clientes que visitan al Centro FORTES.

***Biblioteca Backup.*** Su contenido no está sujeto a las actividades de la GCS. Su existencia es parte del mecanismo de resguardo de la información del departamento.

#### **2.4.9 Procedimientos y planes de resguardo.**

La Biblioteca Backup protagonista principal del resguardo de todos los ECS, compuesta por todas las bibliotecas, que tiene el departamento. Ubicada en el mismo servidor de las restantes bibliotecas y como parte del plan de resguardo, se debe crear una copia de esta biblioteca, en otro servidor o estación de trabajo menos ocupada dentro del DPHE. Ambas bibliotecas Backup serán actualizadas semanalmente.

#### **2.4.10 Procesos de recuperación ante cualquier tipo de pérdida.**

Solicitar al administrador de configuración los productos afectados, quien en conjunto al administrador del servidor serán los encargados de recuperar, identificar y reubicar toda la información.

### ***2.5 Control de la Configuración.***

Tal vez esta definición se pudiera catalogar como una extensa definición, lo real es la exactitud en el criterio emitido por James Bach y retomados años más tarde por Roger S .Pressman y en la actualidad para la presente investigación:

“El control del cambio es vital. Pero las fuerzas que lo hacen necesario también lo toman irritante. Nos preocupamos por los cambios porque una pequeña perturbación en el código puede crear una falla en el producto. Pero también puede resolver una gran falla o permitir maravillosas nuevas capacidades. Nos



preocupamos por los cambios porque un solo desarrollador solitario podría hundir el proyecto; aunque en las mentes de dichos solitarios se originan ideas brillantes, y un proceso de control del cambio agravioso podría desalentarlos efectivamente de realizar trabajo creativo.” (Pressman, 2005)

De acuerdo, a lo anteriormente planteado, se llega a la conclusión, de que el control de los ECS es el objetivo principal de la Gestión de Configuración de Software (GCS). Permite asegurar la calidad del producto, el seguimiento y la aprobación de una nueva configuración de un ECS y la actualización de la línea base, a la que pertenece dicho elemento.

Son considerados dos tipos de cambios fundamentalmente:

**Mejoras:** Proponen una mejor solución del sistema.

**Necesidad o Errores:** Ante la necesidad de corregir errores del producto.

Para determinar el tipo de cambio a resolver es necesario efectuar la trazabilidad de los requisitos.

Los procesos de Control de Cambio pueden clasificarse para el DPHE en:

**Cambios No Formales:** Son los cambios que se realizan internamente en un proyecto donde los involucrados son los integrantes del equipo y son los responsables de corregir los errores o de alcanzar mejoras al producto. Cambios que no afectan la integridad del sistema y son realizados a ECS que aún, no forman parte de las Líneas Base ya liberadas en el desarrollo del producto.

**Cambios Formales:** Los que afectan la integridad de una línea base del producto anteriormente liberada, los cuales deben ser rigurosamente analizados y se realizan mediante el procedimiento Control de Cambios descrito en la tabla 4. Estos son solicitados después de ser efectuadas las pruebas de calidad al producto o por interés del cliente.

### **2.5.1 Procedimientos para cambiar una línea base.**

Para realizar cambios en las líneas base es necesario de un profundo análisis por parte del Comité de Control de Cambios (CCC), de las posibles afectaciones que pudiera ocasionar el mismo, así su alcance y



repercusión en los ECS que conforman la línea base. Los procedimientos para realizar Cambios Formales a una línea base establecida se encuentran descritos a continuación:

<b>Proceso de Control de Cambios.</b>		
<b>Criterios de Entrada</b>	Se emite una Solicitud de Cambio.	
<b>Criterios de Salida</b>	Se emite el estado de la Solicitud de Cambio (Aprobada, Pospuesta, Rechazada, Cerrada).	
<b>No.</b>	<b>Descripción</b>	<b>Salida</b>
1.	1.1. Interesado realiza solicitud de cambio. 1.2. El Administrador de Configuración recibe y revisa si la Solicitud de Cambio fue realizada anteriormente por el mismo solicitante. 1.3. Si fue emitida anteriormente la Solicitud de Cambio por el mismo solicitante se pasa a la actividad 2. 1.4. Si no fue emitida la Solicitud de Cambio se pasa a la actividad 3.	
2.	2.1. El Administrador de Configuración adiciona en el dato "Creada Por" el nombre del nuevo solicitante que realiza la misma solicitud.	-Solicitud de cambio (con el nombre del nuevo solicitante del mismo cambio).
3.	3.1. El Administrador de Configuración registra la Solicitud de Cambio.	-Solicitud de Cambio (registrada).
4.	4.1. El Comité de Control de Cambios (CCC) realiza reunión para analizar las posibles afectaciones de la Solicitud de Cambio teniendo en cuenta "Evaluación de impacto". 4.2. Se emite decisión sobre la solicitud analizada: <ul style="list-style-type: none"><li>• Pospuesta, se realiza el paso 5.</li><li>• Rechazada, se realiza el paso 7.</li><li>• Aprobada se realiza el paso 8.</li></ul> 4.3. Se emite Minuta de Reunión.	-Minuta de reunión. -Solicitud de Cambio (Evaluación de Impacto). -Minuta de Reunión.



5.	<p>5.1. El Administrador de Configuración cambia estado de la solicitud a “Pospuesta”.</p> <p>5.2. El Administrador de Configuración informa al solicitante del estado actual de su Solicitud de Cambio.</p>	-Solicitud de Cambio (Pospuesta).
6.	<p>6.2. El Administrador de Configuración analiza si se debe retomar la solicitud.</p> <p>6.3. Si se puede retomar la Solicitud de Cambio (Pospuesta) se realiza el paso 4.</p> <p>6.4. Si no se puede retomar la Solicitud de Cambio (Pospuesta) se mantiene para un próximo análisis.</p>	
7.	<p>7.1. El Administrador de Configuración cambia estado de la solicitud a “Rechazada”.</p> <p>7.2. El Administrador de Configuración informa al solicitante del estado actual de su Solicitud de Cambio.</p> <p>7.3. Finaliza el proceso.</p>	- Solicitud de Cambio (Rechazada).
8.	8.1. El Administrador de Configuración libera los ECS que componen la Línea Base de la Biblioteca Máster a la Biblioteca de Trabajo.	- Solicitud de Cambio (Aceptada).
9.	9.1. El CCC asigna responsabilidades a integrantes del Equipo del DPHE, del proyecto al cual fue realizada la solicitud para realizar el cambio.	
10.	10.1. El equipo del DPHE implementa el cambio.	
11.	<p>11.1. El Equipo de Calidad del DPHE revisa la implementación el cambio.</p> <p>11.2. Si la implementación del cambio no está correcta se realiza la actividad 10.</p> <p>11.3. Si la implementación del cambio esta correcta se realiza la actividad 12.</p>	
12.	12.1. El Administrador de Configuración actualiza el estado de la solicitud a “Cerrada” e informa a los interesados.	- Solicitud de Cambio (Cerrada).



	12.2. El Administrador de Configuración informa a todo el equipo del cambio.	
--	--	--

**Tabla 4.** Descripción del Proceso de Control de Cambios.

### **2.5.2 Procedimiento para procesar pedidos de cambios y su aceptación.**

Al recibir un Pedido de Cambio el Administrador de Configuración del DPHE solicita los datos del mismo, como: nombre del solicitante, nombre del producto; entre otros datos que se encuentran en la planilla de Pedido de Cambio del Expediente de Proyecto v2.0 Luego informa al jefe del proyecto si es un Cambio No Formal o programa la reunión con el Comité de Control de Cambios (CCC) si requiere de un Cambio Formal.

En esta reunión se evalúan los posibles efectos secundarios, el impacto global sobre otras funcionalidades del sistema, así como el efecto sobre otros ECS que se relacionan directamente con los ECS que conforman la línea base a modificar. Estos aspectos son determinantes para definir el estado de las solicitudes, las cuales deberán ser clasificadas como (Aprobada, Rechazada, Pospuesta, Cerrada).

**Aprobada:** El Comité de Control de Cambios (CCC) reconoce la necesidad del cambio y solicita al Administrador de Configuración su inmediato proceso.

**Rechazada:** No constituye una propuesta positiva para el desarrollo del sistema.

**Pospuesta:** Pasará a la lista de solicitudes que no serán procesadas por el momento, debido a que resulta más objetivo, en otro momento del ciclo de vida del producto.

**Cerrada:** Luego de ser realizado el cambio, revisado por el equipo de calidad y si los resultados alcanzados son satisfactorios.



### **2.5.3 Comité de Control de Cambios (CCC).**

El Comité de Control de Cambios (CCC) debe de tener un conocimiento profundo del desarrollo del producto. Para poder emitir criterios y definir el estado de las Solicitudes de Cambios, previo a una evaluación crítica y autocrítica de los impactos a los ECS ante cualquier cambio, atendiendo a la calidad del producto, su rendimiento y fiabilidad.

Miembros del Comité de Control de Cambios (CCC) del DPHE:

- Analista principal del proyecto.
- Arquitecto principal del proyecto.
- Jefe del equipo del Calidad del proyecto.
- Administrador de Configuración.
- Jefe del proyecto.
- Jefe del DPHE.

### **2.5.4 Revisión de documentos.**

El Pedido de Cambio es el documento oficial, el cual recoge toda la información para el análisis y aceptación de la solicitud de cambio. Este documento es realizado por el Administrador de Configuración y debe mostrar la siguiente información:

- Proyecto.
- Número.
- Tipo (error o mejora).
- Título.
- Fecha de creación.
- Creada por.
- Prioridad.



- Problema actual.
- Descripción.
- Como repetir.
- Nuevos requerimientos.
- Condiciones bajo las que fue observado el problema.
- Ambiente actual: hardware.
- Sistema operativo.
- Cambio propuesto (creador).
- Descripción.
- Costo estimado.
- Cambio propuesto (Equipo de desarrollo).
- Acción.
- Decisión tomada.
- Elementos de configuración afectados.
- Errores corregidos.
- Nuevas funcionalidades.
- Resolución.
- Tiempo y costo estimado del cambio propuesto.
- Desarrollador.

### ***2.5.5 Herramientas automatizadas para el Control de Cambios.***

Subversion (SVN); sistema seleccionado para gestionar y controlar las versiones de los ECS y las líneas base que son almacenados en el servidor del DPHE. TortoiseSVN como cliente del Sistema de Control de Versiones (Subversion) para Windows y RapidSVN como cliente multiplataforma que se integra con Subversion ideal para software libre.



## **2.6 Estado de la configuración.**

### **2.6.1 Almacenamiento, manipulación y entregables del proyecto.**

Los entregables del proyecto serán almacenados en la Biblioteca de Productos una vez revisados y liberados por el Centro para la Excelencia en el Desarrollo de Proyectos Tecnológicos (Calisoft).

Para la entrega al cliente se obtendrá la versión del software que se encuentre en la Biblioteca de Productos; así como los siguientes documentos:

- Requerimientos del sistema.
- Arquitectura de información del sistema.
- Producto software.
- Manual de Usuario y de configuración

La Biblioteca de Productos contará con un proceso de salva automática diariamente, además en la Biblioteca Backups, ubicada en otro servidor del departamento que contendrá todos los ECS de todas las bibliotecas del DPHE.

La integridad y actualización de las salvas garantizan la seguridad de los productos que se desarrollan en el departamento; actividad que debe cumplir el Administrador del Configuración y ser verificada por el Jefe del DPHE.

### **2.6.2 Reportes.**

Los reportes o informes de configuración desempeñan un papel destacado en el éxito y en la calidad del software. Presentes desde los comienzos de la creación del producto, apoyan a la comunicación y mantienen informados a los clientes, a los gestores y a los desarrolladores, del estado de la configuración y la evolución del software.

Otros beneficios de esta tarea son:

- Mantener la continuidad del producto en caso del cambio de sus miembros.
- Impedir la duplicidad de ECS y ganar en tiempo.



- Reutilizar trabajo anteriormente realizados para otros productos similares.

De acuerdo, a lo anteriormente expuesto se proponen los siguientes reportes de la GCS para el DPHE:

Registros de Estado de los ECS (Anexo 2):

- Identificador.
- Autores.
- Fecha de creación.
- Cambios efectuados.

Registros de las Líneas Base (Anexo 3):

- Identificador.
- Descripción.
- Fecha de creación.
- Fase que pertenece.
- ECS componen.

Registros de las Cambios efectuados (Anexo 4):

- Identificador.
- Solicitante.
- Línea base cambiada.
- Evaluación del cambio.

### **2.6.3 Proceso de entregas.**

Para la entrega al cliente se obtendrá la versión que se encuentre en la Biblioteca de Productos.

Constituyen entregables para el cliente:

- Requerimientos del sistema.
- Arquitectura de información del sistema.
- Producto software.



- Manual de Usuario y de configuración.

## **2.7 Auditorías a la configuración.**

“La identificación, el control de la versión y el control del cambio ayudan al desarrollo del software a mantener el orden en lo que de otro modo sería una situación caótica e inestable. Sin embargo, incluso el mecanismo de control más exitoso sólo sigue un cambio hasta que no se genera una orden de cambio de ingeniería (OCI). ¿Cómo se puede garantizar que el cambio se ha implementado con propiedad? La respuesta es doble: 1) revisiones técnicas formales y 2) auditoría de la configuración del software.” (Pressman, 2005)

Las Revisiones Técnicas Formales (RTF) tienen como objetivo determinar:

- Posibles errores en la implementación o lógica del sistema.
- Compatibilidad del producto con requisitos funcionales.

Auditoría de la configuración del software debe contemplar varios aspectos para el departamento, entre los que se proponen:

- Realizar correctas revisiones técnicas formales a los ECS y las Líneas Base.
- Verificar si se han llevado a cabo cambios que estén registrados.
- Realizar revisiones de la integridad del repositorio del departamento.
- Revisar si son actualizados los ECS que son afectados por cambios.

Estos aspectos propuestos deben guiar el proceso de auditorías del departamento. Para la realización de las auditorías, las cuales tendrán lugar al final de cada fase y serán dirigidas por el Equipo de Calidad del Proyecto; se proponen los siguientes procedimientos:

<b>Proceso de Auditorías a la Configuración.</b>		
<b>Criterios de Entrada</b>	Repositorio del proyecto.	
<b>Criterios de Salida</b>	Se estableció integridad de líneas base, elementos de configuración y repositorio.	
<b>No.</b>	<b>Descripción</b>	<b>Salida</b>



1.	1.1. El Equipo de Calidad revisa la integridad de los ECS del producto.	-Reporte de Estado (ECS). -No Conformidades (falta de integridad detectada).
2.	2.1. El Equipo de Calidad revisa la integridad de las líneas base del producto.	-Reporte de Estado (Líneas base). -No Conformidades (falta de integridad detectada).
3.	3.1. El Equipo de Calidad revisa la integridad del repositorio.	-Reporte de Estado (Repositorio). -No Conformidades (falta de integridad detectada).
4.	4.1. Si no existen No Conformidades se realiza la actividad 8. 4.2. Si existen No Conformidades se realiza la actividad 5.	
5.	5.1. El jefe del proyecto asigna responsables para solucionar errores en la integridad.	
6.	6.1. Los responsables resuelven los errores detectados.	-No Conformidades (resueltas).
7.	7.1. El Equipo de Calidad atiende y revisa hasta el cierre de la auditoría.	
8.	8.1. El Administrador de Configuración informa al equipo de proyecto los resultados de la auditoría.	

**Tabla 5.** Descripción del Proceso de Auditorías a la Configuración.

En el caso de finalizar el proyecto se chequea:

- El cumplimiento del producto final con los requerimientos.
- Consistencia del manual de usuario.
- La realización adecuada de las pruebas al producto final y la documentación de las mismas.

Además, se efectuará una auditoría interna mensual, el último martes de cada mes, donde se prueba o verifica:



- El sistema de salvos.
- La gestión de versiones.
- La existencia y actualización de la documentación.
- Expediente del proyecto.
- El cumplimiento de las tareas en la fecha correspondiente.
- Ejecución de los cambios archivados en las solicitudes de cambio.

### ***2.7.1 Número de auditorías a realizar y cuándo serán llevadas a cabo.***

Las auditorías a la configuración, serán realizadas por el Equipo de Control de la Calidad del Proyecto y un representante del producto, el jefe del proyecto y el administrador de configuración. Además de un integrante adicional al que se le pueda asignar la responsabilidad para colaborar con la tarea.

La realización de las auditorías será al final de cada fase del ciclo del desarrollo de los productos.

En estas auditorías en el caso de concluir con una línea base se chequea:

- Si una línea base constituye un ejecutable el cumplimiento de los requerimientos inicialmente seleccionados.
- La documentación y actualización de los elementos de configuración que componen la línea base.
- La integridad de los ECS que conforman la línea base.
- La integridad del repositorio.

### ***2.8 Entrenamiento.***

Para la preparación de los miembros del DPHE el Administrador de Configuración tiene el deber:

- Elaborar cursos donde exponga todo lo relacionado con los procesos de la GCS.
- Explicar el Plan de GCS elaborado para el DPHE así como asignar las responsabilidades y los miembros del departamento y explicarles sus responsabilidades en los procesos de la Gestión de Configuración y Control de los Cambios.



## **2.9 Conclusiones.**

El cumplimiento del presente Plan de Gestión de Configuración y Control de Cambios aporta una solución al problema de la administración de los cambios durante todo el ciclo de vida del software. Además, son definidas las actividades a seguir en los procesos de gestión y control, para la GCS de los proyectos que se desarrollan en el Departamento de Herramientas Educativas y se proponen los procedimientos que guían el cumplimiento de estas actividades.



### ***3 Capítulo III. Validación de la propuesta de plan de Gestión de Configuración de Software y Control de Cambios.***

#### ***3.1 Introducción***

En el presente capítulo se muestran los resultados alcanzados en la aplicación a uno de los productos que se desarrollan en la actualidad en el Departamento de Producción de Herramientas Educativas, del plan de Gestión de Configuración de Software propuesto en el capítulo II de la presente investigación y la validación del mismo; por el Criterio de Expertos.

El producto seleccionado es la Herramienta de Autor CRODA (CRODA no constituyen siglas, es el nombre del producto) el cual constituye una herramienta de autor web que permite la creación de objetos de aprendizaje reutilizables y accesibles, duraderos e interoperables de forma flexible.

#### ***3.2 Resultados de las Actividades de Gestión de Configuración de Software.***

Anteriormente en el proyecto no se contaba con una correcta selección de los ECS más críticos o vulnerables a presentar cambios durante el ciclo de desarrollo del producto; todos los diagramas, documentos, informes y códigos fuentes eran ubicados y controlados en el Expediente de Proyecto.

La selección de los ECS constituye una tarea básica y de gran importancia en la GCS. Por este motivo y teniendo en cuenta cuales son los más críticos para el proyecto y los más vulnerables a sufrir cambios durante todo el ciclo de desarrollo del producto, se seleccionan 28 ECS. Estos son los ECS que se proponen en el capítulo II de la presente investigación (epígrafe 2.4.2). Esto fue posible debido a que el producto Herramienta de Autor CRODA v2.0 se encuentra en la fase de Transición de su ciclo de vida en la actualidad.

Los ECS seleccionados, es decir, los que resultan de interés controlar constituyen un 58 % de un total de 48 elementos o artefactos que conforman el Expediente de Proyecto v2.02. Estos ECS ya fueron elaborados y revisados y forman parte de líneas base del producto.



La selección de estos ECS, teniendo en cuenta los criterios expuestos en el capítulo II de la presente investigación; permite excluir de las actividades de la GCS, a los ECS no menos relevantes, pero sí los más estables durante el desarrollo del producto y con esto ganar tiempo, para que sea dedicado en otras actividades de interés productivo. También se reduce la necesidad de realizar en tantas ocasiones los procedimientos de Cambios Formales a ECS que formen parte de las líneas base afectada en los Pedidos de Cambios. Logrando que sean menos engorrosos los procesos de la GCS y su cumplimiento sea llevado a cabo con un elevado nivel de responsabilidad y calidad.

A través de la identificación de la configuración se asignaron identificadores cortos a cada uno de los ECS que forman parte de la Herramienta de Autor CRODA v2.0. Permitiendo identificar de forma única cada uno de estos ECS.

El correcto versionado de los productos y su control en cada una de las actividades de la GCS permitió el control del avance o madurez del software, con lo cual se obtuvieron resultados satisfactorios tales como:

-Versiones estables a partir de la estrategia definida para el trabajo con los ECS antes de culminar cada una de las fases del ciclo de vida del producto.

-Se ganó en tiempo, para el futuro desarrollo del producto, pues todos los miembros del proyecto lograron trabajar simultáneamente sin el riesgo de pérdida de información, con la aplicación de la estrategia Copiar-Modificar-Fusionar. Obteniendo al final una fusión de los cambios aplicados a los ECS en cuestión.

La definición y establecimiento de líneas base permitió comprobar el cumplimiento de determinados hitos durante el proceso de desarrollo. Esto influye en el procedimiento de control de cambios, pues una vez establecida una línea base se debe llevar a cabo el proceso de Cambio Formal y un detallado análisis por parte del CCC, para la aprobación, seguimiento y control del cambio.

También la definición y el establecimiento de las bibliotecas de software apoyaron el avance del producto, el control del acceso a los ECS por parte de los miembros del proyecto, su almacenamiento y protección ante cualquier eventualidad o pérdida. Así como la asignación de permisos a las diferentes carpetas del expediente del proyecto ubicado dentro del repositorio, viabilizó el trabajo de los miembros del equipo y consolidó la seguridad del repositorio del proyecto.



También con el control de la liberación de las líneas base de la Biblioteca Máster hacia la Biblioteca de Trabajo, para la implementación de los cambios por parte de los responsables asignados a dar respuesta, a las solicitudes de cambios de las líneas base. Se evidenció el rápido acceso a los ECS, por parte de los responsables a implementar los cambios aprobados.

Anteriormente estos elementos eran copiados por los responsables a realizar los cambios, en sus estaciones de trabajo. Una vez realizado el cambio se actualizaba el ECS cambiado en base de datos, lo cual podía demorar el trabajo, pues creaba la dependencia de algunos miembros de tener que esperar a que sean actualizados los cambios por otros miembros del equipo; existiendo, en ese momento, riesgos de pérdidas de información, al estar almacenados temporalmente los ECS en las máquinas de los responsables del cambio.

Resultó importante el establecimiento de la Biblioteca Backup, a pesar de no ser utilizada (debido a que, no se han producido pérdidas), mantiene tranquilos y seguros a todos los miembros del equipo, de la total seguridad de su trabajo. Además, el producto siempre se encontrará protegido en dos equipos diferentes previendo fallos tecnológicos.

### ***3.3 Resultados del Control de Configuración.***

El control de la configuración hasta el momento, en el proyecto se realizaba a través de reuniones programadas entre el solicitante del cambio y directivos del proyecto. Posteriormente los cambios solicitados eran analizados entre responsables y el jefe del proyecto llegando a un acuerdo el cual se documentaba en la Minuta de Reuniones e informaba al solicitante del mismo.

El cumplimiento de esta actividad proporcionó dos mecanismos para el control de los cambios a realizar durante todo el desarrollo del software, así como los pasos a seguir para el cumplimiento de estos procedimientos, lo cual ayudo a la puesta en práctica de los mismos, ya que organizan el proceso y definen pautas para el correcto desempeño del cambio.

El control de cambios no formales, mecanismo común que se efectúa entre los miembros del equipo y que no afecta la integridad del producto y el control de cambios formales, el cual en los comienzos de su aplicación en el proyecto resultó algo engorroso y en ocasiones, a criterio de los integrantes del equipo



hasta innecesario. La práctica y los resultados visibles del avance, permitió la aceptación de este procedimiento.

Además, con la creación del Comité de Control de Cambios (CCC), el cual está compuesto por una parte de los miembros del proyecto, el jefe del grupo de calidad del DPHE y su directivos, se logró la participación activa de los mismos en la toma de decisiones sobre la aprobación o no de las solicitudes de cambios, lo cual tiene como ventaja la diversidad de criterios y un mayor número de ideas para lograr un producto satisfactorio, en el tiempo de entrega acordado con el cliente y con el mayor grado de calidad requerida.

También se logró clasificar las solicitudes de cambios en Aceptada, Pospuesta, Rechazada y Cerrada, según su nivel de prioridad y de la factibilidad de su implementación. Así como determinar los ECS que serían afectados y asignar los responsables para dar respuestas a solicitudes de cambio.

En la actualidad fueron realizadas dos Solicitudes de Cambios por parte del cliente y Aprobadas por el Comité de Control de Cambios. A continuación se enuncian los ECS que serán afectados por estas Solicitudes de Cambios y los ECS relacionados con los mismos, que también deben ser modificados:

*-Arquitectura de información* se relaciona con el Informe del Levantamiento de Información para la Arquitectura de Información.

*-Especificación de requisitos* se relaciona con Modelos de Sistema.

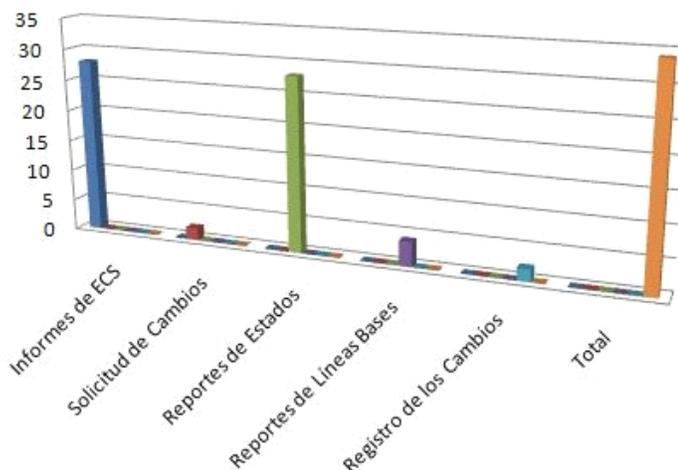
### **3.4 Resultados de Estado de Configuración.**

El Control del Estado de la Configuración, específicamente la generación de informes hasta la actualidad no se realizaba en el proyecto. Su aplicación durante la validación de la presente propuesta permitió alcanzar resultados satisfactorios, pues brinda la posibilidad de conocer el estado actual y el progreso del producto; así como documentar todos los datos de los cambios realizados durante todo su ciclo de desarrollo.



Permitiendo la ubicación exacta de las modificaciones realizadas, de manera tal que sea fácil regresar el sistema a un estado anterior e impide que se incida en los mismos errores. Así como mantener la continuidad del producto, en el caso de que se realicen cambios en los miembros del proyecto.

Los reportes creados hasta el momento se representan en el siguiente gráfico:



	Informes de ECS	Solicitud de Cambios	Reportes de Estados	Reportes de Líneas Bases	Registro de los Cambios	Total
■ Series 1	28					
■ Series 2		2				
■ Series 3			28			
■ Series 32				4		
■ Series 33					2	
■ Total						34

**Ilustración 1.** Estado actual de los Reportes de Configuración.

### **3.5 Validación por el Criterio de Expertos.**

Para el análisis de los posibles resultados del plan de GCS propuesto para el DPHE; se llevó a cabo la validación por el Criterio de Expertos, empleando el Método Delphi para evaluar el plan de GCS, pues el conocimiento y la preparación de los expertos influirá también en los resultados y en la aprobación de la propuesta presentada en el capítulo II de la presente investigación.



Es necesario aclarar que debido al corto tiempo de creación de nuestra universidad; el claustro de profesores es joven y de poca experiencia como ingenieros, para ser nombrados como expertos. Teniendo en cuenta lo anteriormente planteado se seleccionó para la validación a líderes de proyectos de dos a cinco años de experiencia.

En investigaciones realizadas, se encontraron diversas definiciones del Método Delphi; seleccionando para la presente propuesta el criterio emitido por Parisca que considera que el Método Delphi se basa en “el principio de la inteligencia colectiva y que trata de lograr un consenso de opiniones expresadas individualmente por un grupo de personas seleccionadas cuidadosamente como expertos calificados en torno al tema, por medio de la iteración sucesiva de un cuestionario retroalimentado de los resultados promedio de la ronda anterior aplicando cálculos estadísticos.” (Parisca, 1995)

La aplicación de este método consta de tres fases según la bibliografía consultada:

*1-Fase preliminar:* Se delimita el contexto, los objetivos, el diseño, los elementos básicos del trabajo y la selección de expertos.

*2-Fase exploratoria:* Elaboración y aplicación de los cuestionarios según sucesivas vueltas, de tal forma que en las respuestas más comunes de la primera se confecciona la siguiente.

*3-Fase final: Análisis estadísticos y presentación de la información.*

### **3.5.1 Fase preliminar.**

Se determinó que los especialistas debían conocer sobre los procesos de desarrollo de software y todo lo relacionado con la Gestión de Configuración de Software y Control de los Cambios.

Los encuestados fueron seleccionados según las características siguientes:

- Años de experiencia en el tema.
- Cargo que ocupa en la producción.
- Disposición de participar en la validación.



Luego de analizar estas características fueron seleccionados ocho expertos, siete líderes de proyecto y un profesor que desempeñan el rol de gestor de configuración en su proyecto.

Primero se realizó la autoevaluación de los expertos o especialistas, este método de selección consiste en calcular el Coeficiente de Competencia K, para lo cual primero se debe calcular 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 al especialista y “0” indica no tener ningún conocimiento.

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

<i>Expertos</i>	<i>E1</i>	<i>E2</i>	<i>E3</i>	<i>E4</i>	<i>E5</i>	<i>E6</i>	<i>E7</i>	<i>E8</i>
Conocimiento sobre la GCS y el Control de Cambios en un software. (Kc)	0.6	0.5	0.8	0.7	0.6	0.2	0.6	0.9
<i>Coeficiente de argumentación. (Ka)</i>	2	2	3	2	2	0	2	3
Coeficiente de Competencia (K)	1.3	1.25	1.9	1.35	1.3	0.1	1.3	1.45

**Tabla 6.** Encuesta para calcular el Coeficiente de Competencia K.

Para la validación de la propuesta presentada en la presente investigación, luego de ser aplicada la primera encuesta para calcular el Coeficiente de Competencia K de los expertos, se seleccionaron siete especialistas en el tema de la Gestión de Configuración de Software y Control de Cambios ya que su Coeficiente de Competencia (K) fue superior a 1.25.

Aunque no hay forma de determinar el número óptimo de expertos para participar en una encuesta Delphi, en estudios realizados por los investigadores de la Rand Corporation aconsejan siete expertos como mínimo y no más de treinta expertos. (Landeta, 1999)



### **3.5.2 Fase exploratoria.**

Siguiendo los objetivos de la propuesta presentada se crearon los cuestionarios y fueron aplicados a los especialistas seleccionados.

Los cuestionarios presentaron las siguientes preguntas:

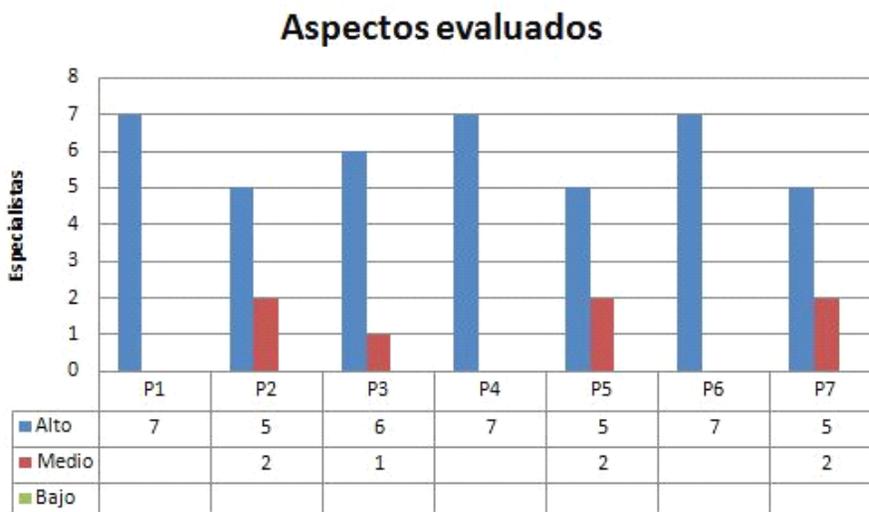
- ¿Considera que las actividades seleccionadas a realizar en el proceso de GCS son suficientes para alcanzar los objetivos de la propuesta?
- ¿Están bien definidas las responsabilidades de cada rol?
- ¿Considera que los ECS seleccionados son suficientes para la GCS de los productos de DPHE?
- ¿Considera que el momento de creación y liberación de las líneas base es el más indicado dentro del ciclo de vida del software?
- ¿Considera que este procedimiento pueda ser aplicado en cualquier proyecto perteneciente al Departamento de Producción de Herramientas Educativas?
- ¿El presente plan apoya al aseguramiento de la calidad de los productos que se desarrollen el DPHE?
- ¿Qué evaluación le otorgaría al plan de GCS propuesto para el DPHE?

La encuesta realizada a los especialistas se encuentra en el (Anexo 5), y las respuestas se encuentran el (Anexo 6) de la presente investigación.

### **3.5.3 Fase final.**

Al finalizar la aplicación de la encuesta se procede a realizar los cálculos estadísticos para determinar los resultados de la validación realizada.

Como resultado de la encuesta se presenta el siguiente gráfico:



**Ilustración 2.** Resultados de los aspectos evaluados.

Este gráfico ilustra el criterio de los especialistas demostrando un buen nivel de aceptación de la propuesta del Plan de Gestión de Configuración y Control de Cambios en el Departamento de Producción de Herramientas Educativas. Estos resultados también demuestran que se debe seguir profundizando en algunos aspectos del presente plan de GCS y Control de Cambios que se propone para el DPHE, para el perfeccionamiento del mismo.

Para analizar estadísticamente los resultados de la validación realizada, se procedió al análisis descriptivo de estos resultados. Utilizando las Medidas Descriptivas de Centralización (en específico la Media) y Medidas de Dispersión (en específico la Varianza). Se calculó la media del criterio emitido por los especialistas; así como la varianza; la cual muestra la desviación de los resultados con respecto a la media. Esto brinda una idea de cuan lejos se puede estar, de los objetivos propuestos por el investigador.

Las Medidas Descriptivas son valores numéricos calculados a partir de la muestra y que resumen la información contenida en ella. Las Medidas Descriptivas de Centralización indican el centro de distribución de frecuencias, es un valor medio, que se puede tomar como representativo de todos los datos. En este método para determinar el punto medio de los datos se utilizó la media; alcanzado un resultado satisfactorio y muy cercano a una evaluación óptima de la propuesta según el criterio emitido por los especialistas.



$$\bar{X} = \frac{\sum_{i=1}^n X_i}{N}$$

**Ilustración 3.** Ecuación de la Media aritmética.

No	E1	E2	E3	E4	E5	E6	E7	$\bar{X}$
1	3	3	3	3	3	3	3	<b>3</b>
2	3	3	3	2	3	2	3	<b>2.71</b>
3	3	3	2	3	3	3	3	<b>2.85</b>
4	3	3	3	3	3	3	3	<b>3</b>
5	2	3	3	3	3	2	3	<b>2.71</b>
6	3	3	3	3	3	3	3	<b>3</b>
7	2	3	3	2	3	3	3	<b>2.71</b>
total								<b>2.85</b>

**Tabla 7.** Resultados de la Media.

Las Medidas de Dispersión Absolutas (en este caso la Varianza) representan la distancia de los valores de la variable a un cierto valor medio, pues a mayor sea este valor, mayor dispersión de los datos con respecto a su media.

$$S^2 = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2$$

**Ilustración 4.** Ecuación de la Varianza.

No	E1	E2	E3	E4	E5	E6	E7	$S^2$
1	3	3	3	3	3	3	3	<b>0</b>
2	3	3	3	2	3	2	3	<b>0.33</b>



3	3	3	2	3	3	3	3	<b>0.16</b>
4	3	3	3	3	3	3	3	<b>0</b>
5	2	3	3	3	3	2	3	<b>0.33</b>
6	3	3	3	3	3	3	3	<b>0</b>
7	2	3	3	2	3	3	3	<b>0.33</b>

**Tabla 8.** Resultados de la Varianza.

Posteriormente al análisis de los resultados estadísticos alcanzados, en particular del pequeño valor de la varianza, el cual representa la desviación de un punto medio de los datos archivados en la validación. Se determina; que según el criterio emitido por los especialistas, la propuesta del plan GCS para el DPHE, es bastante aceptable y debe ser aplicada a todos los productos que se desarrollan en dicho departamento

### **3.6 Conclusiones.**

En el presente capítulo se demostró que la existencia de un plan de Gestión de Configuración de Software garantiza un adecuado control de los cambios y una mejor calidad del ciclo de desarrollo de los proyectos del Departamento de Producción de Herramientas Educativas, perteneciente al Centro FORTES.



## 4 Conclusiones generales.

En el presente trabajo se analizaron aspectos relacionados con las tendencias actuales de la Gestión de Configuración y el Control de Cambios, así como los sistemas que apoyan las actividades de la GCS y los modelos, normas y estándares de calidad, que contemplan el cumplimiento de estas tareas entre los objetivos a cumplir para obtener la certificación de calidad. Como resultado de este análisis, la selección de un sistema permitió apoyar los procesos de la GCS, principalmente el control de los cambios y el modelo de calidad más idóneo para darle solución al problema propuesto. Además, se elaboró una estrategia del proceso de Gestión de Configuración de Software y se propuso un procedimiento para el Control de Cambios para los proyectos del DPHE.

Como resultado del presente trabajo se obtuvo un Plan de Gestión de Configuración y Control de Cambios, que permite el adecuado seguimiento de los cambios y así una mejor calidad del ciclo de desarrollo de los productos que se desarrollan en el Departamento de Producción de Herramientas Educativas, perteneciente al Centro de Tecnologías para la Formación. La evaluación del mismo, con la aplicación a uno de los productos que se desarrollan en el departamento, mediante el Criterio de Expertos demostró la efectividad del plan de GCS y Control de Cambios propuesto para el Departamento de Producción Herramientas Educativas, alcanzando resultados satisfactorios.



## RECOMENDACIONES

Consecuentemente con el estudio realizado, se demostró la importancia del cumplimiento de las actividades de la Gestión de la Configuración y el Control de Cambios durante todo el ciclo de vida del software. Por lo cual, se recomienda al Departamento de Producción de Herramienta Educativas, perteneciente al Centro FORTES, de la Facultad 8:

- Aplicar el presente plan de Gestión de Configuración y el Control de Cambios en todos los productos que se desarrollan en el departamento
- Publicar los resultados de este trabajo para el conocimiento y la aplicación del mismo en otros proyectos productivos del Centro FORTES.



## REFERENCIA BIBLIOGRÁFICA

- **Bersoff, E H, Henderson, V D and Siegel, S G. 1980.** Software Configuration Management. s.l. : Prentice-Hall, 1980.
- **Calisoft.2009.** Documentos del Programa de Mejora, 5602 Estándares de Configuración. [En línea] [http://calisoft.uci.cu/index.php?option=com\\_content&view=article&id=46&Itemid=27](http://calisoft.uci.cu/index.php?option=com_content&view=article&id=46&Itemid=27) . [Citado: Marzo 3, 2010.]
- **Calisoft.2009.** Expediente de Proyecto v2.02. [En línea] [http://calisoft.uci.cu/index.php?option=com\\_content&view=article&id=40&Itemid=7](http://calisoft.uci.cu/index.php?option=com_content&view=article&id=40&Itemid=7). [Citado: Marzo 3, 2010.]
- **CMMI. 2006.** CMMI for Development v1.2. [En línea] [http://calisoft.uci.cu/attachments/026\\_CMMI%20for%20Dev%20v1.2.pdf](http://calisoft.uci.cu/attachments/026_CMMI%20for%20Dev%20v1.2.pdf). [Citado: Febrero 2010, 2010.]
- **CVS. 2006.** Concurrent Versions Systems. [En línea] <http://www.nongnu.org/cvs/> . [Citado: Febrero 5, 2010.]
- **Estrada, A F and Cárdenas, S A. 2005.** La Gestión de Configuración y el desarrollo de Software en las universidades. Una experiencia práctica. 1, La Habana : Revista Cubana de Educación Superior, 2005.
- **Febles, A. 2001.** Case Corporativo para el proceso de control de cambios. La Habana : s.n., 2001.
- **—. 2004.** MConfig.PM, Modelo de referencia para la Gestión de Configuración en la pequeña y mediana empresa de software. La Habana : Cujae, 2004.
- **—. 2004** ¿Medir la configuración del Software, una utopía? [En línea] [http://www.betsime.disaic.cu/secciones/tec\\_mj\\_03.htm](http://www.betsime.disaic.cu/secciones/tec_mj_03.htm). [Citado: Febrero 5, 2010.]
- **García, Luis. 2008.** Sistema de control de versiones: SUBVERSION. [En línea] <http://observatorio.cnice.mec.es/modules.php?op=modload&name=News&file=article&sid=548>. [Citado: Marzo 22, 2010.]
- **Gracia, Joaquín. 2005.** CMM-CMMI nivel 2. [En línea] [Citado: Febrero 5, 2010.] <http://www.ingenierosoftware.com/calidad/cmm-cmmi-nivel-2.php>.
- **Harvey, K. 1986.** Summary of the SEI Workshop on Software Configuration Management. s.l. : Software Engineering Institute Carnegie-Mellon University, 1986.



- **IEEE. 1998.** Standard for Software Configuration Management Plans. [En línea]  
[http://bluehawk.monmouth.edu/~lvallone/ieee\\_828-1998\\_sw\\_config\\_mgmt.pdf](http://bluehawk.monmouth.edu/~lvallone/ieee_828-1998_sw_config_mgmt.pdf). [Citado: Febrero 16, 2010.]
- **International, Hista. 2006.** Hista International. Hista International S.A. [En línea]  
<http://www.histaintl.com/soluciones/configuracion/configuracion.php>. [Citado: Febrero 16, 2010.]
- **ISO. 1995.** Guidelines for configuration management ISO 10007 Quality management. 1995.
- **Ivar, Jacobson G B and Rumbaugh, James. 2004.** El Proceso Unificado de Modelado. La Habana : Félix Varela, 2004. Vol. II.
- **Jacobson, Ivar. 1997.** Software Reuse: Architecture, Process, and Organizations for Business Success. s.l. : Addison-Wesley, 1997.
- **Jiménez, A D. 2001.** La Gestión de la Configuración de Software. Chile : s.n., 2001.
- **Küng, Stefan. 2006.** TortoiseSVN.Un cliente de Subversion para Windows.,2006.
- **Lanceta, Jon. 1999.** El método Delphi. Barcelona : s.n., 1999.
- **MSDN. 2010.** Microsoft Corporation. [En línea] <http://msdn.microsoft.com/es-es/library/3h0544kx%28VS.80%29.aspx>. [Citado: Febrero 22, 2010.]
- **Parisca. 1995.** El método Delphi. Gestión tecnológica y competitividad. La Habana : s.n., 1995.
- **Pressman, R S. 2005.** Ingeniería de software: Un enfoque práctico. 2005.
- **RedTTnet. 2005.** La formación sin distancia. Estudio realizado por el Grupo de Trabajo de e-Learning de la red TTnet. 2005.
- **Tigris, ORG.2008.** Open Source Software Engineering Tools. [En línea] <http://tortoisesvn.tigris.org>. [Citado: Febrero 22, 2010.]
- **Tigris, ORG.2008.** Open Source Software Engineering Tools. [En línea] <http://rapidsvn.tigris.org>. [Citado: Mayo 28, 2010.]



## BIBLIOGRAFÍA

- **Antonio, A. 2001.** La gestión de la Configuración del Software. [En línea]  
[http://www.fdi.ucm.es/profesor/anavarro/10.\\_Gestion\\_de\\_la\\_configuracion\\_software.pdf](http://www.fdi.ucm.es/profesor/anavarro/10._Gestion_de_la_configuracion_software.pdf). [Citado: Febrero 16, 2010.]
- **Babich, W A. 1986.** Software Configuration Management. s.l. : Addison-Wesley, 1986.
- **Bersoff, E H, Henderson, V D and Siegel, S G. 1980.** Software Configuration Management. s.l. : Prentice-Hall, 1980.
- **Bravo, M. de L. y Arrieta, J. J.2005.** El método Delphi. Su implementación en una estrategia didáctica. Revista Iberoamericana de Educación
- **Calisoft.2009.** Documentos del Programa de Mejora, 5602 Estándares de Configuración. [En línea]  
[http://calisoft.uci.cu/index.php?option=com\\_content&view=article&id=46&Itemid=27](http://calisoft.uci.cu/index.php?option=com_content&view=article&id=46&Itemid=27). [Citado: Marzo 3, 2010.]
- **Calisoft.2009.** Expediente de Proyecto v2.02. [En línea]  
[http://calisoft.uci.cu/index.php?option=com\\_content&view=article&id=40&Itemid=7](http://calisoft.uci.cu/index.php?option=com_content&view=article&id=40&Itemid=7). [Citado: Marzo 3, 2010.]
- **CMMI. 2006.** CMMI for Development v1.2. [En línea]  
[http://calisoft.uci.cu/attachments/026\\_CMMI%20for%20Dev%20v1.2.pdf](http://calisoft.uci.cu/attachments/026_CMMI%20for%20Dev%20v1.2.pdf). [Citado: Febrero 2010, 2010.]
- **CVS. 2006.** Concurrent Versions Systems. [En línea] <http://www.nongnu.org/cvs/>. [Citado: Febrero 5, 2010.]
- **Edumet. Net .2009.** universidad de Málaga.[En línea]  
<http://www.eumed.net/libros/2007a/239/4a.htm>. [Citado: Febrero 5, 2010.]
- **Estrada, A F and Cárdenas, S A. 2005.** La Gestión de Configuración y el desarrollo de Software en las universidades. Una experiencia práctica. 1, La Habana : Revista Cubana de Educación Superior, 2005.
- **Febles, A and Alvarez, Sofia. 2005.** Gestión de Configuración y el desarrollo de software en las universidades una experiencia práctica. Revista de Educación Superior. [En línea]  
[http://www.dict.uh.cu/Revistas/Educ\\_Sup/012005/Art06.pdf](http://www.dict.uh.cu/Revistas/Educ_Sup/012005/Art06.pdf).  
[Citado: Febrero 5, 2010.]
- **Febles, A. 2001.** Case Corporativo para el proceso de control de cambios. La Habana : s.n., 2001.



- **—.** **2004.** MConfig.PM, Modelo de referencia para la Gestión de Configuración en la pequeña y mediana empresa de software. La Habana : Cujae, 2004.
- **—.** **2004** ¿Medir la configuración del Software, una utopía? [En línea]  
[http://www.betsime.disaic.cu/secciones/tec\\_mj\\_03.htm](http://www.betsime.disaic.cu/secciones/tec_mj_03.htm). [Citado: Febrero 5, 2010.]
- **García, Luis.** **2008.** Sistema de control de versiones: SUBVERSION. [En línea]  
<http://observatorio.cnice.mec.es/modules.php?op=modload&name=News&file=article&sid=548>.  
[Citado: Marzo 22, 2010.]
- **Gracia, Joaquín.** **2005.** CMM-CMMI nivel 2. [En línea] [Citado: Febrero 5, 2010.]  
<http://www.ingenierossoftware.com/calidad/cmm-cmmi-nivel-2.php>.
- **Harvey, K.** **1986.** Summary of the SEI Workshop on Software Configuration Management. s.l. : Software Engineering Institute Carnegie-Mellon University, 1986.
- **Hernández, Alfredo.** **2002.** El paradigma cuantitativo de la investigación científica. La Habana.s.l. : Editorial Universitaria, 2002.
- **Humphery, W S.** **2000.** Introduction to the Team Software Process. s.l. : Addison-Wesley, 2000.
- **IEEE.** **1998.** Standard for Software Configuration Management Plans. [En línea]  
[http://bluehawk.monmouth.edu/~lvallone/ieee\\_828-1998\\_sw\\_config\\_mgmt.pdf](http://bluehawk.monmouth.edu/~lvallone/ieee_828-1998_sw_config_mgmt.pdf). [Citado: Febrero 16, 2010.]
- **International, Hista.** **2006.** Hista International. Hista International S.A. [En línea]  
<http://www.histaintl.com/soluciones/configuracion/configuracion.php>. [Citado: Febrero 16, 2010.]
- **ISO.** **1995.** Guidelines for configuration management ISO 10007 Quality management. 1995.
- **Ivar, Jacobson G B and Rumbaugh, James.** **2004.** El Proceso Unificado de Modelado. La Habana : Félix Varela, 2004. Vol. II.
- **Jacobson, Ivar.** **1997.** Software Reuse: Architecture, Process, and Organizations for Business Success. s.l. : Addison-Wesley, 1997.
- **Jiménez, A D.** **2001.** La Gestión de la Configuración de Software. Chile : s.n., 2001.
- **Küng, Stefan.** **2006.** TortoiseSVN.Un cliente de Subversion para Windows.,2006.
- **MSDN.** **2010.** Microsoft Corporation. [En línea] <http://msdn.microsoft.com/es-es/library/3h0544kx%28VS.80%29.aspx>. [Citado: Febrero 22, 2010.]
- **Navarro, Antonio.** [En línea]  
[http://www.fdi.ucm.es/profesor/anavarro/10.\\_Gestion\\_de\\_la\\_configuracion\\_software.pdf](http://www.fdi.ucm.es/profesor/anavarro/10._Gestion_de_la_configuracion_software.pdf). [Citado: Febrero 10, 2010.]



- **Parisca. 1995.** El método Delphi. Gestión tecnológica y competitividad. La Habana : s.n., 1995.
- **Pressman, R S. 2005.** Ingeniería de software: Un enfoque práctico. 2005.
- **Rational. 2003.** Rational Unified Process. s.l. : IBM, 2003.
- **RedTTnet. 2005.** La formación sin distancia. Estudio realizado por el Grupo de Trabajo de e-Learning de la red TTnet. 2005.
- **Tigris, ORG.2008.** Open Source Software Engineering Tools. [En línea] <http://tortoisesvn.tigris.org>. [Citado: Febrero 22, 2010.]
- **Tigris, ORG.2008.** Open Source Software Engineering Tools. [En línea] <http://rapidsvn.tigris.org>. [Citado: Mayo 28, 2010.]
- **Vitutor.** 2010. Vitutor [En línea] [http://www.vitutor.com/estadistica/descriptiva/a\\_10.html](http://www.vitutor.com/estadistica/descriptiva/a_10.html). [Citado: mayo 05, 2010.]



## GLOSARIO DE TÉRMINOS

- **Auditoría de configuración:** Una auditoría llevada a cabo para verificar que un elemento de configuración, o una colección de elementos de configuración que componen una línea base, se ajusta a un estándar o requerimiento especificado.
- **Auditoría:** Una prueba a un producto de trabajo o de un conjunto de productos de trabajo frente a criterios específicos.
- **Calidad:** La capacidad de un conjunto de características inherentes de un producto, componente de producto o proceso para satisfacer los requerimientos de los clientes.
- **Capability Maturity Model Integration (CMMI):** Modelo de calidad del software que clasifica las empresas en niveles de madurez. Estos niveles sirven para conocer la madurez de los procesos que se realizan para producir software.
- **Ciclo de vida del producto:** El período de tiempo, consistente en fases, que empieza cuando se concibe un producto y termina cuando el producto ya no está disponible para su uso.
- **Comité de Control de Configuración (CCC):** Un grupo de personas responsables de evaluar y aprobar o desaprobado los cambios propuestos a los elementos de configuración, y de asegurar la implementación de los cambios aprobados. Los comités de control de configuración también se denominan Comités de Control de Cambios.
- **Electronic Learning (e-Learning):** El conjunto de tecnologías, aplicaciones y servicios orientados a facilitar la enseñanza y el aprendizaje a través de Internet/Intranet, que facilitan el acceso a la información y la comunicación con otros participantes.
- **Elemento de Configuración de Software (ECS):** Una agregación de productos de trabajo que se establece para la gestión de configuración y se trata como una entidad única en el proceso de gestión de configuración.



- **Frameworks:** Estructura conceptual y tecnológica de soporte definida normalmente con artefactos o módulos de software concretos, con base en la cual otro de software puede ser organizado y desarrollado.
- **Gestión de Configuración de Software (GCS):** Una disciplina que aplica la dirección y la supervisión técnica para (1) identificar y documentar las características funcionales y físicas de un elemento de configuración, (2) controlar los cambios a esas características, (3) registrar e informar sobre el proceso de cambios y su estado de implementación, y (4) verificar el cumplimiento de los requerimientos especificados.
- **Identificación de la configuración:** Un elemento de la gestión de configuración que consiste en seleccionar los elementos de configuración para un producto, asignándole identificadores únicos y registrando sus características funcionales y físicas en la documentación técnica.
- **Informe del estado de configuración:** Un elemento de la gestión de configuración que consiste en el registro y publicación de la información necesaria para gestionar eficazmente una configuración. Esta información incluye una lista de la identificación de la configuración aprobada, el estado de los cambios propuestos a la configuración y el estado de implementación de los cambios aprobados.
- **Instituto de Ingenieros y Electrónicos (IEEE):** Asociación profesional técnica más grande del mundo sin fines lucrativos, dedicada a la estandarización.
- **Línea base:** Un conjunto de productos de trabajo o especificaciones que se ha revisado y acordado formalmente, el cual sirve más tarde como la base para desarrollo posterior, y que solamente puede cambiarse mediante procedimientos de control de cambios.
- **Meta específica:** Un componente requerido del modelo que describe las características únicas que deben estar presentes para satisfacer el área de proceso.
- **Modelos de Capacidad y Madurez Integrado (Capability Maturity Model Integration, CMMI):** Modelo de calidad del software que clasifica las empresas en niveles de madurez.
- **Organización Internacional para la Estandarización (International Organization for Standardization, ISO):** Es una red de institutos nacionales de estándares de 156 países que



promueve la normalización internacional para facilitar el intercambio de bienes y servicios como de aplicaciones.

- **Práctica específica:** Un componente esperado del modelo que se considera importante para alcanzar la meta específica asociada. Las prácticas específicas describen las actividades esperadas para dar como resultado el logro de las metas específicas de un área de proceso.
- **Proceso:** Las actividades que pueden reconocerse como implementaciones de las prácticas en un modelo CMMI. Estas actividades pueden corresponderse con una o más prácticas en las áreas de proceso de CMMI para permitir que un modelo sea útil para la mejora de procesos y la evaluación de procesos.
- **Shell:** Interfaz usada para interactuar con el núcleo de un sistema operativo.
- **Validación:** Confirmación de que el producto, tal y como se ha proporcionado (o será proporcionado), satisfará su uso previsto. En otras palabras, la validación asegura que “se ha construido el producto correcto”.



## ANEXOS

### *Anexo 1. Informe de Elementos de Configuración del Software.*



## Informe de Elementos de Configuración del Software Departamento de Producción de Herramientas Educativas.

<Nombre del proyecto>  
<Nombre del producto>  
<Versión>

Fecha	Versión	Descripción	Autor
<dd/mmm/yy>	<x.x>	<detalles>	<nombre>

<b>Informe de Elementos de Configuración del Software</b>	
<b>Departamento de Producción de Herramientas Educativas</b>	
Identificador.	<i>(Nomenclatura o sintaxis del ECS).</i>
Nombre.	<i>(Se especifica el nombre).</i>
Descripción.	<i>(Comentario de su contenido).</i>
Autores.	<i>(Se especifica el nombre).</i>
Fecha de creación.	<i>(Se especifica fecha de creación).</i>
Identificación de la fase en que fue creado.	<i>(Se especifica fase de creación).</i>
Tipo de ECS	<i>(Se especifica tipo de ECS: documento, programa, modelo de componentes, etc.).</i>
Localización.	<i>(Se especifica su ubicación en el repositorio).</i>



## Anexo 2. Informe de Estado de los ECS



### Informe de Estado de los ECS. Departamento de Producción de Herramientas Educativas.

<Nombre del proyecto>  
<Nombre del producto>  
<Versión>

Fecha	Versión	Descripción	Autor
<dd/mmm/yy>	<x.x>	<detalles>	<nombre>

Informe de Estado de los ECS. Departamento de Producción de Herramientas Educativas	
Identificador.	<i>(Nomenclatura o sintaxis del ECS).</i>
Autores.	<i>(Se especifica el nombre).</i>
Fecha de creación.	<i>(Se especifica fecha de creación).</i>
Cambios efectuados.	<i>(Se especifica los cambios efectuados).</i>



### **Anexo 3. Informe de las Líneas Base.**



## **Informe de las Líneas Base. Departamento de Producción de Herramientas Educativas.**

<Nombre del proyecto>  
<Nombre del producto>  
<Versión>

<b>Fecha</b>	<b>Versión</b>	<b>Descripción</b>	<b>Autor</b>
<dd/mmm/yy>	<x.x>	<detalles>	<nombre>

<b>Informe de las Líneas Base. Departamento de Producción de Herramientas Educativas</b>	
Identificador.	<i>(Nomenclatura o sintaxis del ECS).</i>
Descripción.	<i>(Comentario de su contenido).</i>
Fecha de creación.	<i>(Se especifica fecha de creación).</i>
Fase que pertenece.	<i>(Se especifica fase de creación).</i>
ECS componen.	<i>(Se especifica los de ECS que la componen).</i>



### **Anexo 4. Informe de los Cambios efectuados.**



## **Informe de los Cambios efectuados. Departamento de Producción de Herramientas Educativas.**

<Nombre del proyecto>  
<Nombre del producto>  
<Versión>

<b>Fecha</b>	<b>Versión</b>	<b>Descripción</b>	<b>Autor</b>
<dd/mmm/yy>	<x.x>	<detalles>	<nombre>

<b>Informe de los Cambios efectuados. Departamento de Producción de Herramientas Educativas</b>	
Identificador.	<i>(Nomenclatura o sintaxis del ECS).</i>
Solicitante.	<i>(Se especifica el nombre).</i>
Línea base cambiada.	<i>(Se especifica la línea base).</i>
Evaluación del cambio.	<i>(Se especifica si es de mejora o de error).</i>



### ***Anexo 5. Encuesta para la validación de la propuesta presentada.***



### ***Validación de la propuesta de plan de Gestión de Configuración de Software y Control de Cambios para el Departamento de Producción de Herramientas Educativas del centro FORTES.***

Esta primera encuesta es para calcular su nivel de competencia determinado por el nivel de conocimiento en cuanto al tema en cuestión.

<b>Coefficiente de argumentación.</b>	<b>Alto</b>	<b>Medio</b>	<b>Bajo</b>
Conocimiento sobre la GCS y el Control de Cambios en un software.			

### ***Encuesta para la validación del plan de GCS y Control de Cambios.***

<b>Preguntas para la validación.</b>	<b>Alto</b>	<b>Medio</b>	<b>Bajo</b>
¿Considera que las actividades seleccionadas a realizar en el proceso de GCS son suficientes para alcanzar los objetivos de la propuesta?			
¿Están bien definidas las responsabilidades de cada rol?			
¿Considera que los ECS seleccionados son suficientes para la GCS de los productos de Departamento de Producción de Herramientas Educativas?			
¿Considera que el momento de creación y liberación de las líneas base es el más indicado dentro del ciclo de vida del software?			
¿Considera que este procedimiento pueda ser aplicado en cualquier proyecto perteneciente al DPHE?			
¿El presente plan apoya al aseguramiento de la calidad de los productos que se desarrollen el DPHE?			
¿Qué evaluación le otorgaría al plan de GCS propuesto para el DPHE?			



*Anexo 6. Resultados de la encuesta para la validación de la propuesta presentada.*

No	Preguntas para la validación.	E1	E2	E3	E4	E5	E6	E7
1.	¿Considera que las actividades seleccionadas a realizar en el proceso de GCS son suficientes para alcanzar los objetivos de la propuesta?	3	3	3	3	3	3	3
2.	¿Están bien definidas las responsabilidades de cada rol?	3	3	3	2	3	2	3
3.	¿Considera que los ECS seleccionados son suficientes para la GCS de los productos de DPHE?	3	3	2	3	3	3	3
4.	¿Considera que el momento de creación y liberación de las líneas base es el más indicado dentro del ciclo de vida del software?	3	3	3	3	3	3	3
5.	¿Considera que este procedimiento pueda ser aplicado en cualquier proyecto perteneciente al Departamento de Producción de Herramientas Educativas?	2	3	3	3	3	2	3
6.	¿El presente plan apoya al aseguramiento de la calidad de los productos que se desarrollen el DPHE?	3	3	3	3	3	3	3
7.	¿Qué evaluación le otorgaría al plan de GCS propuesto para el DPHE?	2	3	3	2	3	3	3