

Universidad de las Ciencias Informáticas  
Facultad 8



**Estrategia de Control de la Calidad  
mediante revisiones y auditorías para el  
proyecto CICPC**

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

**Autoras**

*Yinimary Ortega Montoya  
Isis Margarita Blanco Zamora*

**Tutora**

*Msc. Ing. Haydée María Cruz Torres*

***Ciudad de la Habana, junio, 2007***

*"Año 49 de la Revolución"*

***“Si los jóvenes fallan, todo fallará. Es mi más profunda convicción que la juventud cubana luchará por impedirlo. Creo en ustedes.”***

***Fidel Castro Ruz***  
***23 de junio de 2007***



## ***Declaración de Autoría***

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

Para que así conste se firma la presente a los 4 días del mes de junio del año 2007.

---

Yinimary Ortega Montoya

---

Haydée María Cruz

---

Isis Margarita Blanco Zamora

## *Datos de Contacto*

**Tutora:** Haydée María Cruz Torres

**Breve currícul:**

- Profesora de Gestión de Software.
- Graduada de Ingeniería Informática, en 2001, en la CUJAE.
- Profesora instructora desde 2003.
- MSc. en Informática Aplicada, desde 2005.
- Imparte docencia en universidades desde 2001.
- Ha desarrollado varios trabajos investigativos, entre ellos Gestión de Requisitos en el desarrollo Offshore, Modelamiento de Aplicaciones Web, Calidad, Medición de la Calidad.

**Ubicación:** UCI, Cuba.

**E-mail:** [hmcruz@uci.cu](mailto:hmcruz@uci.cu)

## *Agradecimientos...*

### *De Yinimary:*

- Agradecerle de todo corazón a mi mamá y a mi papá, que siempre han estado a mi lado, han tenido mucha paciencia conmigo, y en cada hoja de este trabajo hay reflejada una palabra de aliento suya.
- A mamá Justa y papá Alfonso por cuidarme siempre.
- A mis amigas tan incondicionales Isis Margarita Blanco Zamora y Lilian Álvarez Almanza, porque siempre fuimos muy unidas.
- A mis amigos, que me ayudaron siempre y me apoyaron cuando más lo necesité, Javier Heredia Ruiz, Oiner Gómez Baryolo, Osvaldo Roques Machado, mis 3 héroes y a Hanser Caballero, Yudisbel Pérez, Jorge Antonio, Fabian Felipe Cedeño, Raúl Carralero y Aramis Rescalla.
- A mi amigo Andry Leal que me recordó la tesis hasta el último de los días, y a Pablosky, por sacarnos de apuros.
- A mi profesor Jesús Prisco Ramos, por su aliento en los días de Educación Física.
- A mis compañeras de apartamento, Yennia Rivero Águila (Popilio), Blanca Nieves Rodríguez López, Yanet Brito Riverol, Yilennis Mendoza Torres, Adisleydis Olano Montero, Dayli Gutiérrez Figueroa, Midelviz Veliz Jaime, a la incansable de Telma Rodríguez Alfonso, Greysi Gálvez, una chica muy especial, Celia María Souлары, Reysel Urgelles, Sadhit Danay Mojena, Yuniet Toll, y Anacelia por contagiarme con su alegría y apoyarme en estos años.
- A mi tía Hortensia, a Joel Cruzata, Yovani Cruzata y Pedro Luis Albízar por estar siempre presentes en todos estos años. A mi amiga Zayli Noda García y a sus padres, por todo su apoyo incondicional. También a José Miguel Barrios (Cheito), que nunca dejó de preocuparse por mí durante los años de mi carrera. A mi amigo y hermano Deyvi Baez y a su novia Visleysi López, por su consideración y gran amistad.
- A mi tutora, que nos ayudó y nos apoyó durante el desarrollo de la tesis, muchas gracias.
- A todas las personas y conocidos, que me disculpen si no los menciono a todos, les estoy muy agradecida porque contribuyeron en mi desempeño como estudiante, y hoy soy lo que soy, gracias a la ayuda de muchos de ustedes.
- Al Comandante Fidel Castro Ruz, por la confianza depositada en nosotros... No le defraudaremos.

## *De Isis:*

- En especial a mi maravillosa madre, a mi alma gemela: mi hermano, mi papá y toda mi querida familia, por educarme querermme y apoyarme siempre, y sobre todo por ser lo más preciado que tengo en la vida (Mis abuelitas y abuelito, mis tías y tíos, mis primas y primos, mi cuñada, mis vecinos...)
- A Yinimary y Lilian, y a sus padres, por hacer estos 5 años muy especiales, gracias amigas! A Yilena, Rosa, Geidis, Disnuy, Marleodys y Pável por su maravillosa amistad. A Mirlledys y Addamelis por devolverme la sonrisa y la confianza, y por estar siempre “cerca” de mi. A Yeline y Yamila por seguir compartiendo su amistad a pesar de las distancias. A Néstor, por su extraordinario corazón, a Leandro, Teijón, Lucian y Darwin, por no cambiar nunca. A Lorena, Martica y Lixey, por ser tan buenas amigas. A Vanega, Dennis y Yusbel por alegrarme la vida desde que los conozco. A Yanet, Popilio (Yennia), Yilennis, Blanca Nieves, Telma, Adis, Daililla y la Misde por todo lo que hemos vivido juntas. A Reysel, Sadith, Celia, Greisy, Anacelia y Yuniet, por su cariño y amistad. A Yuliet y Betty, por su incondicionalidad y su apoyo. A Javier, Osvaldo, Hanser y Oiner por su increíble confianza y ayuda, y por haberme enseñado tanto en esto años. A Yudisbel, Fabián, Raúl, Aramigo y Jorge Antonio, por ser excelentes compañeros. A Yoanki, por su sensibilidad y afecto. A Pablosky por su gran ayuda, Lisandro, Dainier, Anamaría, Tigran, Kenier, Mayliuvis y Yoseti por preocuparse por mí... A todos mis amigos (Los incondicionales, los lejanos los presentes, los excelentes, los soñadores, los implacables, los alegres, los preocupados, los olvidadizos, los geniales...), que sepan que les agradezco el simple hecho de existir y formar parte de mi vida.
- A Andry por hacer una diferencia en todos mis días.
- A todas las personas que me han apoyado, y a los cuales les debo gran parte de este sueño, en especial a Pollán, por su extraordinaria ayuda, y al equipo de trabajo de mi mamá. A Nélide por su constancia. A Lucy Cruz Águila, por los consejos y el tiempo que nos dedicó, y a nuestro decano.
- A Haydée María Cruz Torres, por contribuir a nuestra formación profesional y por apoyarnos.
- A todos mis maestros y profesores: gracias por enseñarme a andar.
- A Mayra, Olguita y familia, por su cariño en estos años.
- A Tati, Catalina, Jorge y toda esa genial familia que me acogió siempre con los brazos abiertos.
- A todos los que me dieron una palabra de aliento, o me ofrecieron una sonrisa...
- A nuestro invencible Comandante en Jefe, por hacernos partícipes de la maravillosa obra revolucionaria, y sobre todo por ser nuestra mejor inspiración y ejemplo.

*A nuestras familias,*

*A nuestro Comandante en Jefe,*

*Y a todas las personas que nos brindaron una sonrisa o un gesto de cariño, y que contribuyeron con nuestra educación.*

## ***Resumen***

La producción de software, en la Universidad de las Ciencias Informáticas (UCI), es un proceso en etapa de consolidación. El control y aseguramiento de la calidad de los productos de software en desarrollo es primordial para el mejoramiento de este proceso. Actualmente en la UCI no se ha definido un procedimiento para controlar la calidad de manera sistemática, por lo que es necesario definir un procedimiento para llevar a cabo las actividades de control de la calidad en cada proyecto. En el presente trabajo se propone una estrategia para controlar la calidad en un proyecto productivo de la universidad, CICPC, mediante el empleo de Revisiones y Auditorías. La propuesta incluye el procedimiento para la realización de cada una de las actividades mencionadas, los roles involucrados y el mecanismo de registro asociado. La propuesta se sustenta en un estudio bibliográfico realizado con el objetivo de seleccionar los tipos de revisiones y auditorías más adecuadas para ser establecidas en el proyecto según sus características y necesidades específicas. Una vez definida, la estrategia fue validada por expertos, y parcialmente aplicada en los procesos iniciales del desarrollo del proyecto CICPC.

### **PALABRAS CLAVE**

Calidad de Software, Control de la Calidad de Software, Revisiones, Revisiones Técnicas Formales, Auditorías, Auditorías del Sistema de Calidad.

# Índice de Contenidos

<b>0</b>	<b>DECLARACIÓN DE AUTORÍA .....</b>	<b>I</b>
<b>1</b>	<b>DATOS DE CONTACTO .....</b>	<b>II</b>
<b>2</b>	<b>AGRADECIMIENTOS... ..</b>	<b>III</b>
<b>3</b>	<b>DEDICATORIA.....</b>	<b>V</b>
<b>4</b>	<b>RESUMEN.....</b>	<b>VI</b>
<b>5</b>	<b>INTRODUCCIÓN.....</b>	<b>1</b>
<b>6</b>	<b>CAPÍTULO 1. FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA .....</b>	<b>7</b>
6.1	INTRODUCCIÓN.....	7
6.1.1	<i>Introducción a la Calidad.....</i>	7
6.2	DEFINICIONES DE CALIDAD .....	8
6.3	ASEGURAMIENTO DE LA CALIDAD .....	10
6.4	CONTROL DE LA CALIDAD.....	10
6.5	AUDITORÍAS .....	11
6.5.1	<i>Tipos de auditorías .....</i>	12
6.5.2	<i>Etapas para la realización de Auditorías .....</i>	14
6.5.2.1	Planificación .....	14
6.5.2.2	Llevar a cabo la investigación .....	15
6.5.2.3	Analizar los datos recogidos.....	15
6.5.2.4	Sugerir soluciones a los problemas encontrados y posibles mejoras. ....	16
6.5.2.5	Elaborar y presentar un informe de resultados.....	16
6.5.3	<i>Recomendaciones para la realización de auditorías .....</i>	16
6.6	REVISIONES.....	17
6.6.1	<i>Algunos tipos de revisiones.....</i>	18
6.7	OTRAS CLASIFICACIONES DE UNA REVISIÓN .....	19
6.7.1	<i>Revisiones Informales .....</i>	19
6.7.2	<i>Revisiones formales .....</i>	19
6.7.3	<i>Revisiones técnicas .....</i>	20
6.7.3.1	Objetivos de las RTF .....	20
6.7.3.2	Directrices para la realización de las Revisiones Técnicas Formales .....	21
6.7.4	<i>Revisiones de Gestión o de Proyecto .....</i>	22
6.8	EL USO DE LAS LISTAS DE CHEQUEO .....	23
6.8.1	<i>Ventajas que aporta .....</i>	23
6.9	DEFINICIÓN DE ESTRATEGIA.....	25
6.10	CONCLUSIONES .....	25
<b>7</b>	<b>CAPÍTULO 2. ESTRATEGIA DE REVISIONES Y AUDITORÍAS .....</b>	<b>27</b>
7.1	INTRODUCCIÓN.....	27
7.1.1	<i>Actividades de Control seleccionadas .....</i>	27
7.2	DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO CICPC.....	29
7.2.1	<i>Estructura del Proyecto CICPC en la asignación de roles .....</i>	30
7.3	PLAN DE REVISIONES Y AUDITORÍAS.....	32
7.3.1	<i>Planificación de las actividades de control .....</i>	32
7.3.2	<i>Definición de los hitos .....</i>	33
7.3.3	<i>Cronograma del proyecto .....</i>	35

7.4	REALIZACIÓN DE AUDITORÍAS .....	39
7.4.1	<i>Auditorías a establecer en el proyecto CICPC</i> .....	40
7.4.1.1	Roles que intervendrán en las Auditorías .....	40
7.4.2	<i>Etapas en que se desarrollarán las Auditorías</i> .....	41
7.4.3	<i>Auditoría sobre la Política de Calidad</i> .....	43
7.4.3.1	Procedimiento para realizar las Auditorías de la Política de Calidad .....	43
7.4.4	<i>Auditoría sobre el Sistema Organizacional</i> .....	45
7.4.4.1	Procedimiento para realizar las Auditorías del Sistema Organizacional .....	45
7.4.5	<i>Auditoría del Sistema Documental</i> .....	47
7.4.5.1	Procedimiento para realizar las Auditorías del Sistema Documental .....	48
7.4.6	<i>Auditoría de Control de Revisiones</i> .....	49
7.4.6.1	Procedimiento para realizar las Auditorías de Control de Revisiones .....	50
7.5	REALIZACIÓN DE REVISIONES .....	51
7.5.1	<i>Roles y tareas definidas para las Revisiones</i> .....	52
7.5.2	<i>Revisiones Técnicas Formales</i> .....	53
7.5.2.1	Procedimiento y realización de las Revisiones Técnicas Formales .....	53
7.5.2.2	Registro e Informe de la Revisión .....	55
7.5.2.3	Pasos para utilizar la Plantilla de Registro de Revisiones (Anexo 5) .....	56
7.5.2.4	Pasos para utilizar la Plantilla de Evaluación del Artefacto (Anexo 6) .....	58
7.5.2.5	RTF definidas .....	59
7.5.2.6	Puntos de Chequeo .....	60
7.5.3	<i>Revisiones de Documentación</i> .....	61
7.5.3.2	Revisiones de Liberación .....	63
7.5.3.3	Revisiones Internas .....	63
7.5.4	<i>Revisiones a la aplicación Web</i> .....	65
7.5.4.1	Revisiones a la Interfaz: .....	65
7.5.5	<i>Revisiones de Proyecto</i> .....	67
7.5.5.1	Revisiones de Control de Avance .....	67
7.5.5.2	Revisiones de Control de Reuniones .....	69
7.6	RESUMEN DE LA ESTRATEGIA PROPUESTA .....	70
7.7	CONCLUSIONES .....	73
<b>8</b>	<b>CAPÍTULO 3. APLICACIÓN DE LA PROPUESTA DEFINIDA .....</b>	<b>75</b>
8.1	INTRODUCCIÓN .....	75
8.1.1	<i>Casos de Estudio</i> .....	75
8.1.1.1	Caso de Estudio Soporte Técnico .....	75
8.1.1.2	Caso de Estudio Ficha Técnica .....	76
8.2	APLICACIÓN DE LAS ACTIVIDADES DE CONTROL A LOS CASOS DE ESTUDIO .....	76
8.2.1	<i>Aplicación de Revisiones de Documentación</i> .....	77
8.2.1.1	Revisiones de Documentación a Soporte Técnico y Ficha Técnica .....	77
8.2.2	<i>Aplicación de Revisiones de la Interfaz Web</i> .....	77
8.2.2.1	Revisiones de Interfaz Web a Soporte Técnico y Ficha Técnica .....	77
8.2.3	<i>Aplicación de Auditorías de Control de Revisiones</i> .....	78
8.3	RESULTADOS Y PROPUESTA DE MEDIDAS CORRECTIVAS .....	78
8.3.1	<i>Detección y seguimiento de defectos</i> .....	79
8.3.2	<i>Valoración de los resultados de la aplicación de las actividades de control</i> .....	80
8.3.3	<i>Actividades no aplicadas</i> .....	81
8.4	VALIDACIÓN DE LA ESTRATEGIA DISEÑADA SEGÚN EL CRITERIO DE EXPERTOS .....	82
8.4.1	<i>Introducción al criterio de expertos</i> .....	82
8.4.2	<i>Objetivo de la utilización del criterio experto</i> .....	83
8.4.3	<i>Proceso de selección de expertos</i> .....	83
8.4.3.1	Cantidad de expertos a seleccionar .....	84
8.4.4	<i>Elección de la metodología</i> .....	84

8.4.5	<i>Elaboración de la encuesta</i> .....	84
8.4.5.1	Determinación del coeficiente de competencia.....	84
8.4.6	<i>Expertos Seleccionados</i> .....	88
8.4.7	<i>Aplicación y análisis de la segunda encuesta</i> .....	88
8.4.8	<i>Valoración de los criterios enunciados por los expertos</i> .....	91
8.5	CONCLUSIONES .....	92
<b>9</b>	<b>CONCLUSIONES</b> .....	<b>93</b>
<b>10</b>	<b>RECOMENDACIONES</b> .....	<b>94</b>
<b>11</b>	<b>REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS</b> .....	<b>95</b>
<b>12</b>	<b>BIBLIOGRAFÍA</b> .....	<b>99</b>
<b>13</b>	<b>GLOSARIO DE TÉRMINOS</b> .....	<b>102</b>



## Índice de Tablas

---

<i>Tabla 1: Etapa 1 del Sistema Policial</i> .....	32
<i>Tabla 2: Etapa 2 del Sistema Policial</i> .....	32
<i>Tabla 3: Etapa 1 del Portal Web</i> .....	33
<i>Tabla 4: Etapa 2 del Portal Web</i> .....	33
<i>Tabla 5: Hitos por fase</i> .....	34
<i>Tabla 6: Artefactos por disciplina</i> .....	36
<i>Tabla 7: Artefactos por disciplina (Portal Web)</i> .....	38
<i>Tabla 8: Listas de chequeo para cada RTF</i> .....	60
<i>Tabla 9: Procedimiento y Mecanismos de Registro definidos en la Estrategia</i> .....	71
<i>Tabla 10: Planificación y Roles definidos en la Estrategia</i> .....	73
<i>Tabla 11: Coeficiente de Conocimiento</i> .....	85
<i>Tabla 12: Coeficiente de Argumentación</i> .....	85
<i>Tabla 13: Resultados del Coeficiente de Argumentación (Ka)</i> .....	86
<i>Tabla 14: Coeficiente de Conocimientos</i> .....	88
<i>Tabla 15: Posibles Evaluaciones</i> .....	88
<i>Tabla 16: Evaluación de los aspectos</i> .....	89

---

## Índice de Figuras

---

<i>Figura 1: Tipos de Revisiones y Auditorías</i> .....	28
<i>Figura 2: Estrategias de Control utilizadas en el proyecto</i> .....	30
<i>Figura 3: Organización de roles y jerarquías en el proyecto CICPC</i> .....	31
<i>Figura 4: Esquema de Fases e Hitos</i> .....	35
<i>Figura 5: Etapas de realización de las Auditorías</i> .....	43
<i>Figura 6: Realización de las Auditorías de la Política de Calidad</i> .....	45
<i>Figura 7: Realización de Auditorías del Sistema Organizacional</i> .....	47
<i>Figura 8: Realización de Auditorías del Sistema Documental</i> .....	49
<i>Figura 9: Realización de Auditorías de Control de Revisiones</i> .....	50
<i>Figura 10: Realización de las Revisiones Técnicas Formales</i> .....	54
<i>Figura 11: Revisiones de Liberación</i> .....	63
<i>Figura 12: Revisiones Internas</i> .....	64
<i>Figura 13: Revisiones de Interfaz Web</i> .....	66
<i>Figura 14: Revisiones de Control de Avance</i> .....	69
<i>Figura 15: Revisiones de Control de Reuniones</i> .....	70
<i>Figura 16: Elementos que componen la estrategia</i> .....	71
<i>Figura 17: Aplicación de las Actividades de Control</i> .....	81
<i>Figura 18: Valor de la Media para cada aspecto</i> .....	90
<i>Figura 19: Resultados estadísticos</i> .....	90

---

## *Introducción*

Los continuos avances científicos en los que la sociedad se ve inmersa, y a los cuales ha dado lugar la desarrollada capacidad de innovación tecnológica, desembocan en el surgimiento de una nueva sociedad: la sociedad de la información.

Con el auge de los avances científico-técnicos, evidenciados mayormente en la creación de productos o servicios para satisfacer la demanda del mercado o de determinados clientes, aumenta la competencia y por ende la necesidad de lograr una buena aceptación por parte de los usuarios. Este índice o nivel de aceptación podrá ser influenciado por varios aspectos, pero fundamentalmente por la capacidad de ajustarse o dar cumplimiento a ciertas características, que pueden ser expresadas por el usuario o definidas durante su elaboración.

Este nivel de aceptación está estrechamente ligado a la definición de criterios que guíen el proceso de concepción y creación del producto. Partiendo de esto surge la necesidad de definir cuándo un producto, proceso o servicio tiene calidad.

La calidad es un término aplicable a muchos aspectos, y por lo tanto relativa. De ahí el hecho de que su evaluación dependa de diferentes factores: los requerimientos a satisfacer o el grado de correspondencia o similitud existente entre los requisitos que se establecen con antelación, y las características que realmente posee el producto realizado. En base a esto se puede decir que la calidad es un término medible. Sin embargo es ambiguo, ya que abarca muchos aspectos, los cuales dependen, a su vez, del entorno al cual esté enfocado y el alcance con el que se definan, por lo que es necesario especificar ciertas aproximaciones de este término, y sus posibles usos.

La calidad del producto software se diferencia de la calidad de otros productos de fabricación industrial, ya que el software tiene ciertas características especiales partiendo del hecho de que un producto software se desarrolla, no se fabrica, y por lo tanto su costo está centrado fundamentalmente en este proceso. Como disciplina, el desarrollo de software es aún muy joven, por lo que las técnicas que se disponen aún no son totalmente efectivas o no están totalmente perfeccionadas [RUMBAUGH, 1999]. A esto se le

puede agregar que el software y su calidad constituyen conceptos abstractos, ya que no se pueden definir con precisión por sí mismos, sino en dependencia de otros factores.

La calidad no es sólo uno de los requisitos esenciales de cualquier producto, no sólo software, sino que en la actualidad es un factor estratégico clave, del que dependen la mayor parte de las organizaciones, no sólo para mantener su posición en el mercado sino incluso para asegurar su supervivencia. El desarrollo de un producto que satisfaga, en la mayor medida posible, los requerimientos del cliente, es la medida de calidad buscada en la producción. En nuestro país los mayores esfuerzos en el proceso de producción de software se centran en lograr un uso racional de los recursos tributando la mayor productividad posible, pues este proceso posee amplias posibilidades de convertirse en una de las mayores fuentes de ingreso, pero el éxito de la comercialización de los productos de software cubanos se ve afectada por numerosos factores, principalmente por las limitaciones que nos impone el bloqueo.

La investigación que fundamenta el desarrollo de la siguiente propuesta, arrojó como principal resultado que las dos terceras partes de los defectos en los productos o sistemas son el resultado de errores cometidos en etapas tempranas del desarrollo, y sólo en una tercera parte son el resultado de errores cometidos en etapas avanzadas. La idea de prevenir los defectos o detectarlos en etapas tempranas es una alternativa recomendable, si además se tiene en cuenta que medir la calidad después de elaborado el producto puede ser muy costoso en caso de que se detecten problemas derivados de imperfecciones en el diseño. La mejor forma de prevenir o contrarrestar este problema es controlar la calidad durante todas las etapas del ciclo de vida del software.

Las revisiones, al igual que las auditorías y las pruebas, constituyen una de las actividades que se pueden establecer para el Control de la Calidad. Su planificación, realización y seguimiento incide directamente en la calidad del producto final.

Si se enmarca lo planteado anteriormente en el desarrollo de software en la Universidad de las Ciencias Informáticas, surge la siguiente **situación problémica**:

Actualmente no se cuenta con un proceso bien documentado, que de forma estándar permita la aplicación de revisiones y auditorías en los proyectos productivos que se desarrollan en la universidad. En la mayoría de los casos sólo se realizan pruebas al finalizar el producto y no se registran datos sobre los defectos

encontrados que permitan tener una medida de la calidad obtenida, y del proceso de detección de los defectos. Por otra parte, en los proyectos productivos a los que se aplican revisiones no se monitorea el proceso establecido, ni se elabora un plan para el desarrollo de estas actividades de control, lo que da lugar a que exista desorganización en su definición y establecimiento. Además, no se cuenta con una forma de verificar la eficacia del proceso implementado. En el proyecto CICPC, actualmente uno de los proyectos productivos de la universidad, no se tiene definido qué actividades, procedimientos y métodos se utilizarán para controlar la calidad durante su desarrollo.

El **problema científico** al que se enfrenta la presente investigación es: ¿Qué estrategia de control de la calidad se puede definir para ser aplicada en el Proyecto CICPC?

El **objeto de estudio** en la presente investigación es el Control de la Calidad de Software, y el **campo de acción** consiste en las actividades de control de la calidad: Revisiones y Auditorías, durante el proceso de desarrollo de software.

Para proponer una solución a la problemática reflejada se define como **objetivo general** el establecimiento de una estrategia de control de la calidad mediante Revisiones y Auditorías, en el proyecto CICPC. Este objetivo se puede derivar en varios **objetivos específicos**:

- ❖ Definir qué tipos de revisiones y auditorías se efectuarán durante el desarrollo del proyecto, así como la descripción del procedimiento para su realización.
- ❖ Definir dónde y cómo se registrarán los resultados de las revisiones y auditorías.
- ❖ Permitir el establecimiento de un mecanismo para controlar la calidad durante el desarrollo del proyecto CICPC.

Se parte de la siguiente **hipótesis**:

Si se establece una estrategia de control de la calidad mediante el uso de revisiones y auditorías en el proyecto CICPC, se puede evaluar de forma sistemática los artefactos generados durante el desarrollo del proyecto, así como el sistema de calidad establecido; tomándose como **variable independiente**: estrategia de control de la calidad y como **variable dependiente**: evaluación de forma sistemática de los artefactos generados durante el desarrollo del proyecto y del sistema de calidad establecido.

Se definieron varias **tareas** para lograr el cumplimiento de los objetivos trazados y la demostración de la hipótesis mencionada anteriormente:

1. Investigar sobre tipos de revisiones y procedimientos para realizar auditorías.
2. Describir procedimientos para realizar revisiones y auditorías en el proyecto CICPC.
3. Diseñar listas de chequeo para guiar las Revisiones a cada artefacto.
4. Diseñar las plantillas para registrar los resultados de las Revisiones.
5. Diseñar listas de chequeo para guiar las Auditorías.
6. Diseñar las plantillas para registrar los resultados de las Auditorías.
7. Hacer el Plan de Revisiones del proyecto CICPC.
8. Hacer el Plan de Auditorías del proyecto CICPC.
9. Aplicar algunos de los procedimientos definidos en los casos de estudio.
10. Validar la estrategia definida.

En el desarrollo de esta investigación se hizo necesario profundizar en el estudio de los temas abordados, por lo que en este proceso se utilizaron varios **métodos teóricos**, que posibilitaron obtener conocimiento sobre los antecedentes, estado del arte del tema escogido y su evolución histórica.

- **Analítico sintético**

Se utilizó en esta investigación para analizar teorías, documentos, y diferentes tipos de bibliografía; permitiendo la extracción de los elementos más importantes que se relacionan con el objeto de estudio.

Este método permite descomponer el problema de investigación en elementos por separado y profundizar en el estudio de cada uno de ellos, para luego sintetizarlos en la solución de la propuesta.

- **Análisis histórico lógico**

Su objetivo es estudiar de forma analítica la trayectoria histórica real de los fenómenos, su evolución y desarrollo. Se utilizó para constatar teóricamente la evolución del tema estudiado. Este análisis histórico lógico se basa en el estudio crítico de los antecedentes asociados a la propuesta que se

pretende construir, y para utilizar estos como punto de referencia y comparación de los resultados alcanzados.

- **Modelación**

Consiste en permitir la creación de modelos, propuestas, alternativas, y estrategias. Es el proceso mediante el cual se crean modelos con el objetivo de investigar la realidad. Se utilizó para descubrir y estudiar nuevas relaciones y cualidades del objeto de estudio.

- **Hipotético-deductivo**

Permitió la elaboración y presencia de la hipótesis en la investigación.

Para enriquecer esta investigación se hizo uso de **métodos empíricos**, lo cual permitió obtener las informaciones necesarias de los fenómenos analizados, a través de observaciones, del uso de técnicas opináticas y la propia experimentación.

- **Entrevista**

Esta constituye una conversación planificada para obtener información sobre el tema objeto de investigación, cuyo éxito depende fundamentalmente del grado de comunicación que se logre alcanzar entre las personas implicadas.

- **Método DELPHI**

Facilitó la organización de un diálogo armónico entre expertos, consultándose individualmente con vistas a obtener un consenso general o los motivos de la discrepancia. Para el enriquecimiento de esta investigación se utilizaron además métodos estadísticos, que favorecieron el procesamiento de la información recopilada.

En el próximo capítulo se expone un estudio de las tendencias y evolución histórica de los elementos que forman parte del objeto de estudio, y que se profundizan en la presente investigación, argumentando sus definiciones y características. En este aspecto se hace énfasis en el estudio de las actividades de control de la calidad. En base a lo fundamentado en el capítulo 1, se describe la propuesta de los autores en el capítulo 2, la cual incluye procedimientos y métodos para el establecimiento de una estrategia de control

de la calidad, para el proyecto CICPC. Seguidamente se concluye con el capítulo 3, donde se detallan algunos resultados de la aplicación de la propuesta a casos de estudio, desarrollados como parte de los procesos iniciales del proyecto, y se describe el proceso de validación de la presenta estrategia, mediante el método de criterio experto.

# *Capítulo 1. Fundamentación Teórica*

## **6.1 Introducción**

En el presente capítulo se muestran los principales resultados de la investigación realizada, partiendo de los conceptos más generales, y profundizando en las principales actividades de control de la calidad. Se abordan una serie de definiciones asociadas con la Calidad de Software, y a partir de esto se detallan las actividades de revisiones y auditorías, sus características, procedimientos y clasificaciones, sintetizando el estado del arte de este tipo de actividades de control; además se incluyen sus ventajas, desventajas y comparaciones entre ellas. Por último se introduce el término “Estrategia”, y se fundamenta por qué se seleccionó para la presente propuesta.

### **6.1.1 Introducción a la Calidad**

Al hacer referencia al término “calidad”, de un producto o servicio, se pueden asociar otros términos que se deben comprender, para describir completamente su alcance.

Inicialmente se puede describir la Calidad como el “conjunto de propiedades y características de un producto o servicio que le confieren su aptitud para satisfacer unas necesidades explícitas o implícitas” [GARCÍA, 2003], [S., 1999]. La calidad no es solo un requisito técnico, es toda una filosofía de gestión que se ha de perfeccionar diariamente. Asociado a este concepto surgen otros términos: Control de calidad, el cual se puede definir como el “conjunto de técnicas y actividades de carácter operativo, utilizadas para verificar los requerimientos relativos a la calidad del producto o servicio” [GARCÍA, 2003], y la Garantía de calidad, como el “conjunto de acciones planificadas y sistemáticas necesarias para proporcionar la confianza adecuada de que un producto o servicio satisfará los requerimientos dados sobre calidad” [GARCÍA, 2003], [MORENO, 2003]. El transcurso de estas actividades, ya sean definidas o aplicadas, que tienen como objetivo inmediato la obtención, aseguramiento y evaluación de la calidad del producto, responden al proceso denominado Gestión de la Calidad [ANTONIO, 2001].

Esto se puede entender de la siguiente forma: las actividades relativas al Control de la Calidad se aplican en la primera etapa de gestión de la calidad, y se basan en técnicas de inspección aplicadas al proceso de

producción. Por su parte el Aseguramiento de la Calidad persigue garantizar un nivel continuo de la calidad del producto o servicio [LOVELLE, 1999].

La consecución satisfactoria de estos dos elementos permitirá alcanzar una fase superior, la Calidad total del producto creado. Si bien esto es prácticamente imposible de alcanzar, el grado de aproximación al mismo dará la medida de la calidad buscada [PADILLA, 2000].

## **6.2 Definiciones de Calidad**

El término “Calidad” ha sufrido numerosos cambios. Su significado y alcance han evolucionado, en función de numerosos factores, por ejemplo, el área en que se utiliza o el enfoque con que se maneja. A continuación se muestran definiciones de Calidad, enunciadas por diferentes autores:

- “El grado predecible de uniformidad y conformidad a un bajo costo que se ajuste a las necesidades del mercado (...)” [PADILLA, 2000]
- “Cómo cumplir con los requisitos (...)” [GONZÁLEZ, 2006]
- “La idoneidad o aptitud para el uso (...)” [PADILLA, 2000]

Las definiciones anteriores se refieren a la calidad de productos de cualquier naturaleza. Sin embargo es necesario diferenciar este término cuando se habla de un producto de software, por lo que sería adecuado diferenciarlo como **Calidad de Software**. Este es un término con muchas peculiaridades, pues la Calidad de Software se diferencia en gran medida de la calidad de cualquier otro producto de fabricación industrial.

En el contenido de algunos estándares<sup>1</sup>, se puede encontrar otras definiciones sobre este término:

- “Grado con el cual el cliente o usuario percibe que el software satisface sus expectativas” [IEEE 1028-1997]

---

<sup>1</sup> Los estándares son documentos emitidos por las organizaciones de normalización.

- “Conjunto de propiedades y de características de un producto o servicio, que le confieren aptitud para satisfacer unas necesidades explícitas o implícitas.” [GARCÍA, 2003]

Otras de las definiciones enunciadas por algunos autores sobre el término Calidad son:

- “El conjunto total de las características del producto de marketing, ingeniería, fabricación y mantenimiento a través del cual el producto en uso satisfará las expectativas del cliente” [JÁUREGUI, 2003].
- “Concordancia con los requisitos funcionales y de rendimiento explícitamente establecidos con los estándares de desarrollo explícitamente documentados y con las características implícitas que se espera de todo software desarrollado profesionalmente” [PRESSMAN, 1998]

En base a estas definiciones se considera que la calidad del software se puede concebir como el grado de acercamiento a determinados requisitos, usualmente los especificados por el cliente.

Históricamente, sobre todo a partir de la década del 70, la obtención de un software con calidad y la evaluación del mismo han sido dos objetivos fundamentales en la investigación de personas involucradas con este tema [FERNÁNDEZ, 1995], entre ellos especialistas, ingenieros, investigadores, comercializadores de software, y otros; los cuales han sentado las bases para su evolución. Ofrecer a bajo costo productos y servicios que satisfagan a los clientes, implica un compromiso con la innovación y mejora continuas [PADILLA, 2000], es por ello que se decide darle seguimiento a esta actividad, sobre la base de dos interrogantes fundamentales [FERNÁNDEZ, 1995]:

1. ¿Cómo obtener un software con calidad?
2. ¿Cómo evaluar la calidad del software?

Ante estas interrogantes surgen los siguientes términos: Aseguramiento y Control de la calidad, lo cual se fundamenta a continuación.

### **6.3 Aseguramiento de la Calidad**

El término “aseguramiento” es aplicable a cualquier técnica o método que se ponga en práctica para garantizar el cumplimiento de determinado objetivo [GARCÍA, 2006], [MORENO, 2003]. Se asume que es más rentable prevenir los fallos de calidad que corregirlos o lamentarlos [BESSIN, 2004], y se incorpora el concepto de la "prevención" en este aspecto, bajo la denominación de Aseguramiento de la Calidad.

El Aseguramiento de la Calidad se puede definir como el esfuerzo empleado en plantear, organizar, dirigir y controlar la calidad en un sistema de producción; con el objetivo inmediato de dar al cliente productos con la calidad adecuada [LÓPEZ, 2007].

De acuerdo a la Norma ISO 9000:2000 [GARCÍA, 2003] se define como Aseguramiento de la Calidad al “conjunto de actividades preestablecidas y sistematizadas, aplicadas al sistema de calidad, que ha sido demostrado que son necesarias para dar confianza adecuada de que un producto o servicio satisfará los requisitos para la calidad”.

### **6.4 Control de la Calidad**

Existen varias interrogantes cuando se habla de calidad de un producto de software, ya que inicialmente no se sabe con exactitud si se podrá encontrar un conjunto de propiedades de un producto de software que indiquen el nivel de calidad del mismo.

La comprobación de la calidad del software debe ser una de las principales metas a trazar durante el desarrollo del mismo, esto implica definir cómo se medirá el grado de calidad que este logre alcanzar [FERNÁNDEZ, 1995].

En este aspecto surge el término Control de la Calidad, la cual se concibe como: “Conjunto de técnicas y actividades de carácter operativo, utilizadas para verificar los requerimientos relativos a la calidad del producto o servicio” [GARCÍA, 2003], [Buades, 2002].

Sin embargo el control de la calidad desde la perspectiva de un producto de software tiene sus particularidades. Las actividades que se establecen deben centrarse en mantener bajo control el proceso de desarrollo del software, y eliminar las causas de los defectos en las diferentes fases del ciclo de vida.

Las actividades de verificación y validación, previstas en los estándares para el control de la calidad, son básicamente las pruebas, las revisiones y las auditorías [VICTORIA, 2006].

Las actividades de control de la calidad tienen como objetivo principal comprobar si un producto posee una determinada característica de calidad en el grado que se requiere [MARICK, 2002]. En caso de que no se cumpla con ello se ha identificado un defecto en el producto.

### **Defectos**

“Un defecto es un paso, un proceso, una definición de datos incorrecta en un programa o su documentación asociada, es decir cualquier anomalía que pueda provocar una falla en la ejecución posterior del software.” [MARICK, 2000]. Se entiende por defecto una desviación en el valor esperado para una cierta característica [IEEE, 1990].

La identificación de los defectos, permite facilitar su posterior corrección, por lo que este proceso se puede definir como uno de los objetivos de las actividades de control de la calidad.

La necesidad de la supervisión y evaluación de los artefactos a desarrollar es la causa fundamental de la aplicación de las actividades de control de la calidad, pues se enfocan fundamentalmente en la identificación de defectos o desviaciones en el proceso de producción [GONZÁLEZ, 2006], [DAPENA, 2006].

En los siguientes epígrafes se describen las clasificaciones de las actividades de control de la calidad en función de varios criterios. Se incluyen una serie de recomendaciones que se deben tener en cuenta a la hora de realizarlas, además se detallan algunas de sus características y pasos para su ejecución.

## **6.5 Auditorías**

Se puede entender como auditoría un examen metódico de una situación relativa a un producto, proceso u organización, en materia de calidad, realizado en cooperación con los interesados para verificar la concordancia de la realidad con lo preestablecido y la adecuación al objetivo buscado [Buades, 2002].

Una auditoría consiste, generalmente, en realizar una investigación para determinar el grado de cumplimiento y la adecuación de los procedimientos, instrucciones, especificaciones, códigos, estándares u otros requisitos de tipo contractual establecidos y aplicables [GARCÍA M., 2003], [Troncoso, 2001], y permite verificar, además, la efectividad y adecuación de la implementación realizada [ANTONIO, 2001].

### 6.5.1 Tipos de auditorías

Existen diferentes clasificaciones para las auditorías, de acuerdo a varios criterios. A continuación se listan algunas de estas clasificaciones, teniendo en cuenta el objeto de aplicación de la Auditoría, sus objetivos y características [ANTONIO, 2001]:

- **Auditoría del producto:** El objetivo es cuantificar el grado de conformidad del producto con las características requeridas. Las auditorías del producto software más comunes son la auditoría Funcional y la auditoría Física.
- **Auditoría del proceso:** El objetivo es evaluar el proceso de desarrollo o de gestión, y evaluar su completitud y efectividad, determinando dónde se puede mejorar. En el desarrollo de software se suelen realizar dos tipos de auditorías del proceso:
  - **Auditorías de proyecto:** cuyo objetivo es evaluar la productividad y eficacia del equipo que trabaja en un proyecto así como la efectividad de los métodos y herramientas utilizados.
  - **Auditorías de gestión de proyecto:** cuyo objetivo es evaluar la efectividad de las prácticas de gestión realizadas y la organización del proyecto.
- **Auditoría del sistema de calidad:** El objetivo es evaluar la completitud y efectividad del propio sistema de calidad establecido.

#### Auditorías del sistema de Calidad

Estas constituyen comprobaciones sobre el propio sistema de Calidad, incidiéndose sobre el establecimiento e implantación del mismo. Este tipo de auditorías lleva aparejado la corrección de deficiencias mediante el establecimiento de acciones correctoras [ISO 19011:2002]. A través de ellas se trata de obtener información objetiva sobre el funcionamiento del sistema y su efectividad para conseguir un producto de calidad. “El auditor no es un enemigo al que se trata de hurtar la información sino un colaborador, y el auditado no es un inepto con el que haya que discutir, razones por las cuales, el personal auditor ha de ser diplomático y no, agresivo. No se debe auditar por auditar sino que hay que fijar objetivos, y éstos, deben ser conocidos tanto por el auditor como por el auditado” [GARCÍA M., 2003].

Este tipo de auditoría no sólo trata de poner de manifiesto la existencia de un Sistema de Calidad correctamente documentado, sino también que dicho sistema es conocido por toda la organización, no solamente la de Calidad, y que además se cumple. Existen, por lo tanto, dos cuestiones fundamentales a auditar:

- La existencia documental del Sistema, mediante su plasmación en el Manual de Calidad y Manual de Procedimiento.
- El establecimiento de dicho sistema a todos los niveles de la organización.

Estos dos aspectos pueden dar lugar a diversas auditorías independientes en las que se contemplen distintas cuestiones, o a una única auditoría que englobe a todas ellas. Se considera la posibilidad de realización de diversas auditorías del sistema [GARCÍA 2003], [ISO 9004:2000], indicando a continuación las características básicas de cada una de ellas.

#### **Auditoría sobre la política de calidad**

La política de calidad ha de estar documentalmente precisada en el Manual de Calidad. Esta política de calidad ha de abarcar tanto la política de estrategia de la compañía, como la política de calidad funcional o política de cada estamento. Han de establecerse los objetivos a conseguir, el sistema de medida de su grado de cumplimentación, así como la modificación periódica de los mismos.

#### **Auditoría sobre la organización:**

Las funciones y responsabilidades de todos los estamentos y personas, han de estar definidas claramente en el Manual de Calidad así como la autoridad en la toma de decisiones, especialmente en la que pueda estar directamente ligado a la calidad, con un apartado específico dedicado a la organización de calidad. Se debe especificar quién puede modificar una decisión tomada, y en base a qué puede hacerlo; cómo se recogen documentalmente las posibles revocaciones en función de la jerarquía establecida, y cuántas personas pueden decidir sobre un mismo asunto. Todas estas cuestiones tienen que estar claramente definidas y documentadas.

#### **Auditoría del sistema documental:**

Esta auditoría consiste en la comprobación de que los documentos recogidos en el Manual de Calidad, están debidamente cumplimentados y archivados por las personas o estamentos responsables. La constancia documental es necesaria para la comprobación de la eficacia del sistema [GARCÍA, 2003], [PÉREZ, 2000]. En la mayoría de las ocasiones, el sistema de calidad falla porque los documentos que figuran como soporte del mismo no están bien diseñados, son engorrosos, o difícilmente comprensibles para quien los tiene que cumplimentar, o puede suceder también que la información que pretenden recoger es escasa o superflua.

Un buen auditor debe reconocer no solo la falta de algún documento con información necesaria, sino también detectar en los existentes los defectos que pueden restarle utilidad. Esta auditoría, una vez implementado el sistema de calidad, se realizará periódicamente de forma rutinaria, debiéndose comprobar lo siguiente:

1. Todos los documentos están debidamente archivados en el lugar que les corresponde.
2. Todos los documentos archivados están debidamente cumplimentados y firmados por los responsables que en cada caso correspondan.

La valoración puede hacerse dándole una evaluación general a la documentación auditada. Esta evaluación alcanzada, así como la fijación de los mínimos objetivos a conseguir, será responsabilidad de la dirección del proyecto quien además comunicará a cada nivel la valoración dada en cada auditoría.

## **6.5.2 Etapas para la realización de Auditorías**

La realización de una auditoría consta de los siguientes pasos [ISO 9004:2000], [GARCÍA, 2003]:

### **6.5.2.1 Planificación**

Consiste en definir los objetivos de la auditoría y su alcance. En esta etapa se elabora un Plan de Auditoría, que debe dar respuesta a las siguientes interrogantes [GARCÍA, 2003], [TRONCOSO, 2001], [ANTONIO, 2001]:

- ¿Por qué se realiza la auditoría?

Puede ser una auditoría de rutina o puede realizarse para resolver problemas concretos.

- ¿Para qué se realiza?

Esto puede ser para mejorar, para conseguir una certificación, etc.

- ¿Cuál es el producto que va a ser auditado?

Se debe especificar el producto a auditar.

- ¿Qué resultados se esperan de la auditoría?

En principio, una auditoría debería identificar situaciones problemáticas, tales como desviaciones del estado actual con respecto al estado deseado, y sugerir posibles soluciones o mejoras.

- ¿Cómo y dónde se van a utilizar los resultados de la auditoría?

Estos resultados se pueden documentar para su posterior análisis, por lo que se debe especificar su posible uso.

- ¿Quiénes son los responsables de llevarla a cabo?

Especificar quiénes son los auditores o las personas responsables.

- ¿De qué forma se va a llevar a cabo?

Esto incluye una especificación de los datos que se van a recoger y de qué forma se van a recoger.

- ¿Cuándo se va a realizar?

Especificar fecha de realización.

### **6.5.2.2 Llevar a cabo la investigación**

La auditoría se inicia con una reunión de apertura de la investigación, y se lleva a cabo mediante entrevistas y chequeos en los que se recopilan datos.

### **6.5.2.3 Analizar los datos recogidos**

El equipo de auditores debe hacer frente a cantidades considerables de datos, de entre los cuales resulta complicado seleccionar los datos relevantes, por lo que en ocasiones se utilizan técnicas de análisis estadístico. Posteriormente se realiza una evaluación en paralelo de los resultados por un grupo de evaluadores, se comparan las conclusiones obtenidas y se estudian las causas de las desviaciones significativas. Sin embargo esto se puede simplificar considerablemente definiendo con antelación los aspectos que se deben auditar. Para ello es recomendable el uso de la plantilla definida en esta propuesta, para una mejor organización y manipulación de los datos.

#### **6.5.2.4 Sugerir soluciones a los problemas encontrados y posibles mejoras.**

En base al paso anterior los auditores pueden sugerir posibles soluciones a los problemas que se identificaron en la realización de la auditoría. Para esto puede convocarse una reunión, o realizarse de forma independiente [ANTONIO, 2001], [GARCÍA M., 2006].

#### **6.5.2.5 Elaborar y presentar un informe de resultados.**

Se deberá escoger un responsable de esta tarea, aunque en ella debe participar todo el equipo de auditores, para garantizar que los datos sean adecuadamente registrados.

### **6.5.3 Recomendaciones para la realización de auditorías**

Constituyen un conjunto de prácticas recomendables para la realización de auditorías, que se deben tener en cuenta como parte del plan de control de calidad establecido. Estas prácticas han sido definidas y documentadas por el Grupo de Prácticas de Auditoría de Sistemas de Gestión de la Calidad, el cual se ha fusionado con el Grupo de Prácticas de Auditoría de Acreditación, adscrito al Comité Técnico 176 de la ISO – Gestión de la Calidad y Aseguramiento de la Calidad (ISO/TC 176) y el Foro Internacional de Acreditación<sup>2</sup>, conformado por expertos y auditores.

#### **Vinculación de la auditoría con el proceso desarrollado**

- El auditor no debe perder de vista la dirección general de la auditoría, y quedar atrapado por detalles superfluos. Es importante que el auditor mantenga la atención en la información proporcionada por el auditado en el Manual de Calidad o la documentación donde el auditado ha definido la interacción de los procesos.
- Manteniendo en mente el mapa de procesos del auditado se debe asegurar que el auditor será capaz de determinar la importancia del proceso que está auditando en cualquier momento, y podrá entonces ser capaz de mantener la visión de la dirección general de la auditoría. Esto también ayudará al auditor a entender los vínculos entre procesos.
- Durante una auditoría, el auditor tiene una oportunidad de verificar la descripción del auditado de la interrelación de sus procesos. El auditor debe tomar algunas muestras para ver si las

---

<sup>2</sup> International Accreditation Forum (IAF): Foro Internacional de Acreditación.

descripciones son un reflejo apropiado de la interrelación real de los procesos, ya que esto ayudará a determinar si la descripción del proceso es adecuada.

### **Recopilación de Información**

- Los auditores deben preparar sus reportes de auditoría de manera que los hagan apropiados para la presentación a la alta dirección de las organizaciones. Pudiera ser adecuado presentar un resumen ejecutivo del reporte de auditoría, apropiado para la presentación a la alta dirección y las partes interesadas clave de la organización [ANTONIO, 2001].
- El resumen ejecutivo debe destacar los hallazgos clave, tanto positivos como negativos e identificar las oportunidades de mejora.

## **6.6 Revisiones**

Son un “filtro” para el proceso de ingeniería del software, se aplican en varios momentos del desarrollo del software y sirven para detectar defectos que puedan así ser eliminados, también para “purificar” las actividades de ingeniería del software. Una revisión se puede definir como una reunión formal, en la que se presentan el estado actual de los resultados de un proyecto. Esto puede ser a un usuario, cliente u otro tipo de persona interesada [LUZURIAGA, 2003].

Con las revisiones se consigue que el peso de la evaluación técnica no recaiga sobre las mismas personas involucradas en la producción del software, que por la posición que ocupan no pueden ser totalmente objetivas, sino en otras personas técnicamente competentes y objetivas.

Uno de los objetivos fundamentales de las revisiones técnicas es ofrecer a los gestores información fiable acerca de los aspectos técnicos del proceso de desarrollo de software, de la misma forma que les llega información fiable acerca de los costos y la programación del trabajo, información puedan utilizar para tomar decisiones adecuadas y dirigir con éxito el proyecto [ANTONIO, 2001].

La puesta en práctica de las revisiones, constituyen un método eficaz de control de la calidad [BMAR1], a la hora de identificar desviaciones con respecto a las especificaciones de calidad.

Las revisiones posibilitan, mediante su aplicación, una mejora directa de la calidad del objeto que se examina, y como facilitan la comunicación entre los miembros del proyecto estimulan una mejora en la calidad del proceso de desarrollo. Además permiten un mejor control del costo y el tiempo [CHÁVEZ, 2005].

Para evitar posibles confusiones al respecto es necesario establecer las diferencias fundamentales entre el proceso de revisión y el de auditoría. Las revisiones se llevan a cabo desde las primeras fases de desarrollo del proyecto, mientras que las auditorías se realizan en las fases finales. En cuanto al objetivo que persiguen, las revisiones se realizan para detectar defectos, mientras que el objetivo de las auditorías es certificar conformidad y detectar desviaciones [ANTONIO, 2001].

### 6.6.1 Algunos tipos de revisiones

Hay dos tipos fundamentales de revisiones en dependencia de la forma en que se realizan: las inspecciones y las visitas guiadas. La diferencia fundamental entre ellas está en la forma en que se desarrolla la reunión de revisión [ANTONIO, 2001].

- **Inspecciones:** En este tipo de revisión los participantes van leyendo el documento, paso a paso, guiados por el autor del mismo, y comprobando en cada paso el cumplimiento de los criterios de una lista de comprobación<sup>3</sup> [BUADES, 2002].
- **Visita guiada**<sup>4</sup>: En estas revisiones se demuestra la funcionalidad del objeto revisado mediante la simulación de su funcionamiento con casos de prueba y ejemplos. Se introducen los casos de prueba y se van registrando los resultados obtenidos.

Las inspecciones de software son un método de análisis estático para verificar y validar un producto software manualmente [ANTONIO, 2001]. Los términos Inspecciones y Revisiones se emplean a menudo como sinónimos, sin embargo esto puede generar confusión, pues las inspecciones constituyen un tipo específico de revisión, como se detalla en su concepto [CHÁVEZ, 2005].

---

<sup>3</sup> En este caso se utiliza el término "lista de comprobación", pues se hace una cita textual del documento referenciado.

<sup>4</sup> En la mayor parte de la bibliografía consultada se denominan "*Walkthrough*", su equivalente en inglés.

## **6.7 Otras clasificaciones de una revisión**

A continuación se incluyen otras clasificaciones de una revisión de acuerdo a su grado de formalidad, y se explica detalladamente el por qué de la utilización del término “Revisiones Técnicas Formales”, para identificar una de las principales actividades de control definidas en esta propuesta.

### **6.7.1 Revisiones Informales**

Este tipo de revisiones, también llamadas inadecuadamente sólo Revisiones, lo cual crea ambigüedad respecto al nombre genérico de todas estas técnicas, se basan simplemente en un intercambio de opiniones entre los participantes; que pueden o no presentar una guía de pasos para su realización, usualmente no se planean, no hay proceso definido para su realización ni roles específicos. Como esto puede generar confusión, este tipo de revisiones evoluciona posteriormente, en función de estas características [WIEGERS, 2007], [ANTONIO, 2001]:

- No tienen un proceso definido
- Usualmente no se planifican
- No se definen roles para su realización

### **6.7.2 Revisiones formales**

En este tipo de revisiones los participantes son responsables de la fiabilidad de la evaluación, y generan un informe que refleja el acto de la revisión. Por tanto, es más recomendable utilizar como técnica de evaluación las revisiones formales, por lo que las informales se pueden considerar un antepasado poco evolucionado de esta misma técnica. Entre las características más ventajosas de las Revisiones Formales se pueden encontrar [WIEGERS, 2007], [ANTONIO, 2001]:

- Tiene objetivos definidos y procesos documentados
- Tiene roles definidos
- Su realización incluye métodos o técnicas para la detección de defectos
- Se recolectan datos para el control del proceso
- Todos los participantes son responsables de la calidad de la revisión

En este tipo de revisiones los informes generados sirven como hitos del proyecto y promueven una mejor preparación por parte de los participantes, sin embargo debido a su formalidad puede que en ocasiones sean un tanto impersonales.

Por otro lado, según el objeto que se revise, se suele diferenciar entre las revisiones con orientación técnica y las revisiones orientadas a la gestión, también conocidas como revisiones de proyecto [GARCÍA, 2003], [ANTONIO, 2001].

### **6.7.3 Revisiones técnicas**

Las revisiones técnicas son una forma de verificar el trabajo de los desarrolladores, pues los errores se pueden introducir fácilmente, y ningún producto está exento de ellos. Otra razón por la que necesitamos revisiones técnicas es porque es más factible examinar el trabajo técnico desde otra perspectiva que no sea la de los propios desarrolladores, pues algunas clases de errores son más difíciles de detectar por el propio autor, que por otra persona [ANTONIO, 2001].

Las **revisiones técnicas** más comunes son:

- Revisión de la especificación de requisitos
- Revisión del diseño
- Revisión del código
- Revisión de las pruebas
- Revisión del manual de usuario

De lo antes expuesto se puede deducir que una de las actividades de control de la calidad a desarrollar en el proyecto, denominadas RTF, entran en la clasificación de revisiones técnicas y además revisiones formales, debido a que este término resume las particularidades de estas dos clasificaciones en una sola.

#### **6.7.3.1 Objetivos de las RTF**

Los objetivos generales de las RTF son:

- Descubrir errores en la función, la lógica o la implementación de cualquier representación del software.
- Verificar que el software bajo revisión alcanza sus requisitos.
- Garantizar que el software ha sido representado de acuerdo con ciertos estándares predefinidos.
- Conseguir un software desarrollado de forma uniforme.
- Hacer que los proyectos sean más manejables [ALONSO, 2003].

La RTF sirve como campo de entrenamiento, permitiendo que los ingenieros más jóvenes puedan observar los diferentes enfoques al análisis, diseño e implementación del software, también para promover la seguridad y la continuidad, ya que varias personas se familiarizarán con partes del software que, de otro modo, no hubieran visto nunca.

La RTF es realmente un tipo de revisión que incluye recorridos, inspecciones, torneos de revisiones y otras tareas de revisión técnicas del software. Se lleva a cabo mediante una reunión y sólo tendrá éxito si es bien planificada, controlada y atendida.

### 6.7.3.2 Directrices para la realización de las Revisiones Técnicas Formales

Esta práctica es recomendable, pues se deben establecer de antemano directrices para conducir las Revisiones Técnicas Formales, distribuyéndolas después entre los revisores, para ser analizadas y, finalmente, seguidas [ALONSO, 2003], [BUADES, 2002].

- **Revisar el producto, no al desarrollador:** una RTF involucra personas y egos. Se deben señalar los errores adecuadamente; el tono de la reunión debe ser distendido y constructivo.
- **Fijar una agenda y mantenerla:** un mal de las reuniones de todo tipo es la deriva. La RTF debe seguir un plan de trabajo concreto.
- **Limitar el debate y las impugnaciones:** cuando un revisor ponga de manifiesto un criterio, podrá no haber unanimidad sobre su impacto, pero deben evitarse los desacuerdos.
- **Enunciar áreas de problemas, pero no intentar resolver cualquier problema que se ponga de manifiesto:** a menudo la resolución de los problemas puede ser encargada al desarrollador por sí sólo o con la ayuda de otra persona.

- **Tomar notas escritas:** a veces es buena idea que el registrador tome las notas en una pizarra de forma que las declaraciones y la asignación de prioridades puedan ser comprobadas por el resto de los revisores, a medida que se va registrando la información.
- **Limitar el número de participantes e insistir en la preparación anticipada:** Se ha de mantener el número de participantes en el mínimo necesario.
- **Desarrollar una lista de chequeo para cada producto que haya de ser revisado:** se ha de desarrollar listas de chequeos para cada producto o artefacto a ser revisado, y de esta forma se organizará mejor el proceso de revisión.
- **Disponer recursos y una agenda para las RTF:** para que las RTF sean efectivas, se deben planificar como una tarea del proceso de la ingeniería del software. Además se debe trazar un plan de acción para las modificaciones inevitables que aparecen como resultado de una RTF, lo cual forma parte de la estrategia de Gestión de la Configuración.
- **Llevar a cabo un buen entrenamiento de todos los revisores:** el entrenamiento se debe basar en los aspectos relacionados con el proceso, así como en las consideraciones de psicología humana que atañen a la revisión.
- **Repasar las revisiones anteriores:** el primer producto que se haya revisado puede establecer las propias directivas de revisión.

#### 6.7.4 Revisiones de Gestión o de Proyecto

Las revisiones de gestión o de proyecto, se efectúan con el objetivo de controlar la progresión del proyecto, aunque se pueden evaluar los riesgos asociados con relación al costo, escala de tiempo, recursos utilizados y calidad del producto [GARCÍA, 2003].

Para que se puedan efectuar estas revisiones es necesario que exista un plan de desarrollo bien estructurado, con hitos bien definidos, y que permita evaluar la progresión del proyecto. Además que los resultados del proyecto se encuentren bien documentados, y hayan sido examinados en una revisión técnica [ANTONIO, 2001].

## **6.8 El uso de las listas de chequeo**

Uno de los estándares emitidos por la Organización Internacional de Normalización [19011:2002], describe el proceso de auditoría, y hace referencia a la preparación documental del trabajo detallándose los siguientes aspectos:

“Los miembros del equipo de auditores deben revisar la información relevante para la auditoría, y preparar los documentos de trabajo necesarios para referenciar y registrar los procedimientos de auditoría. Estos documentos deben incluir las listas de chequeo y planes de auditoría, y las formas de registrar la información, o datos generados en la auditoría.”

En un documento oficial, emitido por el Grupo de Prácticas de Auditoría [A. P. GROUP, 2004], se establece que el uso de las listas de chequeo no debe restringirse a las actividades de auditoría, y pueden cambiar como resultado de la información recopilada durante su realización.

Las listas de chequeo constituyen una herramienta de fácil utilización para los auditores y revisores, y debe estar disponible para la ejecución de sus actividades. La mayoría de las organizaciones las usan para asegurar que la auditoría se va a centrar en al menos los requerimientos y objetivos definidos en la misma, de esta forma se garantiza que no sobrepase su alcance [A. P. GROUP, 2004].

### **6.8.1 Ventajas que aporta**

La documentación consultada [ANTONIO, 2001], [A. P. GROUP, 2004], sobre el uso de las listas de chequeo, coincide en los beneficios que puede reportar el uso de listas de chequeo. Entre estas ventajas se encuentran:

1. Las listas de chequeo que son desarrolladas para una actividad de control específica, y que además son usadas correctamente en la ejecución de la misma permite:
  - a. Permiten una mejor planificación.
  - b. Aseguran una consistente aproximación de la actividad, respecto al alcance definido.
  - c. Actúan como una guía o plan de ejecución, incluso del tiempo establecido.
  - d. Permiten una recopilación de los datos que surgen durante el proceso de auditoría o revisión.
2. Las listas de chequeo deben desarrollarse para proveer una guía del proceso a desarrollar.

3. Las personas involucradas en estas actividades de control deben ser entrenados en el uso de las listas de chequeo, y de ser posible mostrarles como obtener el máximo de información mediante el uso de buenas técnicas de encuesta o entrevista.
4. Las listas de chequeo deben servir de asistencia a los revisores y/o auditores para lograr una mejor actuación durante el proceso a desarrollar.
5. Estas listas ayudan a asegurar que la auditoría o la revisión, son conducidas en una forma dinámica y comprensible, y que los datos relevantes son obtenidos.
6. Proveen además de una estructura, que asegura la continuidad de la actividad de control.
7. Constituyen un repositorio de información que puede ser usada posteriormente.
8. Una lista de chequeo completada provee la evidencia de que fue realizada la revisión o la auditoría.
9. Pueden ser usadas como base de información para planear futuras actividades de control.

Por otra parte cuando las listas de chequeo no están disponibles, o han sido débilmente preparadas, pueden surgir inconvenientes en el proceso de ejecución de una auditoría o una revisión. Es por ello que se debe tener precaución en relación a los siguientes aspectos [ISO 9004:2000]:

1. La lista de chequeo puede crear impresiones erróneas en las personas auditadas.
2. El alcance de la lista de chequeo puede ser mínimo, y no determinar en su totalidad las áreas problemáticas.
3. No se deben restringir a ser sólo un mecanismo de soporte del auditor o del revisor, sino comprender completamente su importancia.
4. Debe ser comprensible que las listas de chequeo no deben sustituir la planificación de las actividades de control.
5. Un auditor o revisor con poca experiencia, quizás no es capaz de comunicar con claridad lo que está buscando, si depende completamente de la lista de chequeo para realizar sus preguntas.
6. Las listas de chequeo que son débilmente preparadas pueden reducir el éxito de la actividad de control.
7. Las listas de chequeo genéricas, que no reflejan características particulares del proyecto o la organización del sistema, no añaden valor al proceso de revisión y auditoría, pudiendo interferir con el mismo.

De acuerdo a lo anteriormente expuesto el uso de listas de chequeo presupone beneficios e inconvenientes. Esto depende de muchos factores, incluyendo las necesidades específicas de cada actividad de control y la experiencia de los involucrados. Los revisores y auditores deben considerar el valor de las listas de chequeo como un apoyo en el proceso de revisión y auditoría, y tener en cuenta su uso como una herramienta funcional.

## **6.9 Definición de estrategia**

El término **estrategia** procede de la palabra griega "strategos", formada por "stratos", que significa ejército y "agein", que significa dirigir, conducir o guiar [RONDA, 2004].

Se puede definir **estrategia** como un plan o una meta a seguir y que se puede aplicar a diferentes disciplinas y/o situaciones, analizando todas sus variantes para lograr un objetivo concreto de la forma más eficiente posible, o el conjunto de acciones lógicas organizadas con un objetivo o meta específica. Una estrategia se caracteriza, no sólo por la representación detallada de una secuencia de acciones, sino también por una particular cualidad de dichas acciones [LEÓN, 2000].

El concepto de estrategia es objeto de muchas definiciones, lo cual indica que no existe una definición universalmente aceptada. Así de acuerdo con diferentes autores, aparecen varias definiciones, entre ellas:

"Las estrategias son programas generales de acción que llevan consigo compromisos de énfasis y recursos para poner en práctica una misión básica. Son patrones de objetivos, los cuales se han concebido e iniciado de tal manera, con el propósito de darle a la organización una dirección unificada" [KOONTZ, 1991].

La estrategia propuesta en el presente trabajo describe las actividades, responsabilidades, recursos y planificación para el control de la calidad en el proyecto CICPC, a través de revisiones y auditorías.

## **6.10 Conclusiones**

Las temáticas abordadas en este capítulo constituyen una descripción general de los aspectos profundizados en la investigación. Inicialmente se analizaron las definiciones del término calidad, que varían desde distintas perspectivas. Se expuso además la correlación, entre el término "Calidad" y el

surgimiento de otras definiciones, profundizando en el control de la calidad, debido a que es el objeto fundamental de la investigación. A partir de ahí se derivan una serie de conceptos y clasificaciones de las actividades relacionadas con el control de la calidad, que sustentan la creación de la estrategia que se presentará a continuación.

## Capítulo 2. Estrategia de Revisiones y Auditorías

### 7.1 Introducción

El esfuerzo principal de esta investigación se enfoca en la descripción de las actividades de control de la calidad que se pueden establecer como parte del plan del proyecto CICPC, para darle seguimiento a las diferentes fases de desarrollo del producto, de forma tal que se contribuya al chequeo de las diferentes actividades del proceso de desarrollo, y la identificación de defectos. De esta manera se pueden reducir los costos asociados a la corrección de errores, pues se identifican tempranamente, y se monitorea el control de cambios asociados.

#### 7.1.1 Actividades de Control seleccionadas

La presente estrategia se enfoca en la evaluación de la calidad durante el tiempo de desarrollo del proyecto, mediante la aplicación de revisiones y auditorías. Dentro de estas se pueden encontrar varias clasificaciones.



### **Figura 1: Tipos de Revisiones y Auditorías**

En la figura 1, se muestran las actividades de control de la calidad con las cuales se fundamenta la presente propuesta, y sus clasificaciones de acuerdo a la búsqueda bibliográfica realizada. Como se puede apreciar, estas se dividen en Auditorías al producto y Auditorías al proceso; y se resaltan las que serán objeto de aplicación en el proyecto. Además se clasifican las Actividades de Revisión en: Revisiones al producto y Revisiones al proceso, y de manera similar se resaltan las que serán parte de la propuesta.

Dentro de las Auditorías al producto se encuentran las Auditorías de la Evolución de la Calidad y las Auditorías de Valoración de Calidad del producto. Estas auditorías se pueden realizar para comprobar directamente en el producto las especificaciones de calidad que el mismo debe tener, en esta categoría no se seleccionó ninguna auditoría para ser aplicada en el proyecto, pues las características y objetivos que se pueden definir en su aplicación, se describen en la realización de las Revisiones al producto, seleccionadas en la presente propuesta. Por su parte las auditorías al proceso se establecerán para verificar la adecuación del proceso establecido, ya sea la política de calidad, la organización del sistema documental, o el funcionamiento del propio sistema de Calidad. Este tipo de auditoría se seleccionó para ser aplicada en el proyecto.

En la categoría de Revisiones al producto se encuentran las Revisiones Técnicas Formales y las Revisiones de Documentación. Como parte de la presente estrategia se incluye la categoría de Revisiones a la Interfaz Web, por ser una aplicación Web el principal resultado del desarrollo de los casos de estudio, que forman parte de las actividades preliminares del proyecto CICPC.

Como parte de las Revisiones del proceso se pueden efectuar las Revisiones de Aseguramiento de la Calidad, las cuales se deben realizar para chequear el cumplimiento de las actividades planificadas. Sin embargo no se van a aplicar este tipo de Revisiones, pues las Auditorías que se realizarán al Sistema de Calidad recogen la comprobación de las pautas definidas en este tipo de revisiones. Las Revisiones de Proyecto fueron escogidas para ser aplicadas como parte de la estrategia propuesta. Con estas se evaluará el progreso del proyecto en función del desarrollo y cumplimiento de las actividades.

## **7.2 Descripción del proyecto CICPC**

Es un proyecto productivo de la Facultad 8 en convenio con Venezuela, para el Cuerpo de Investigaciones Científicas, Penales y Criminalísticas (CICPC) del Ministerio del Interior y Justicia de la República Bolivariana de Venezuela. El software a desarrollar consiste en una Aplicación Policial y un Portal Web para el CICPC. Las especificidades técnicas de estas aplicaciones no se pueden detallar en este documento por su alto nivel de confidencialidad.

El proyecto está compuesto por 9 equipos: 4 equipos de desarrollo (analistas, diseñadores y programadores), 1 equipo de Arquitectos, 1 equipo de Diseño de la Base de Datos, 1 equipo de Gestión de la Configuración, 1 equipo de documentadores y escritores técnicos, y 1 equipo de Calidad.

Para la propuesta de una estrategia de Revisiones y Auditorías se tuvieron en cuenta los siguientes elementos:

- Ya existe una estrategia de pruebas (para cada nivel de pruebas) con su correspondiente Plan de Pruebas, por lo que dentro de las actividades de Control de Calidad que se proponen no se incluyen las pruebas.
- Existe un especial interés de realizar estas actividades de control antes de las pruebas, para garantizar encontrar defectos en etapas tempranas en el desarrollo del software.
- Existe un conjunto bien definido de artefactos entregables (internos y rectores) a los que se les planifican revisiones (RTF y Revisiones de Documentación) según el cronograma.
- Se requiere controlar las actividades de cada equipo según lo planificado en el cronograma a través de revisiones de Proyecto.
- Se requiere garantizar cumplir con las pautas de diseño y Requisitos No Funcionales establecidos para el desarrollo del Portal Web a través de Revisiones de Interfaz.

El proceso de desarrollo de software, durante su ciclo de vida, se retroalimentará con el proceso de control de la calidad, definido mediante la estrategia de Pruebas y la presente estrategia de Revisiones y Auditorías, como se muestra en la siguiente figura:



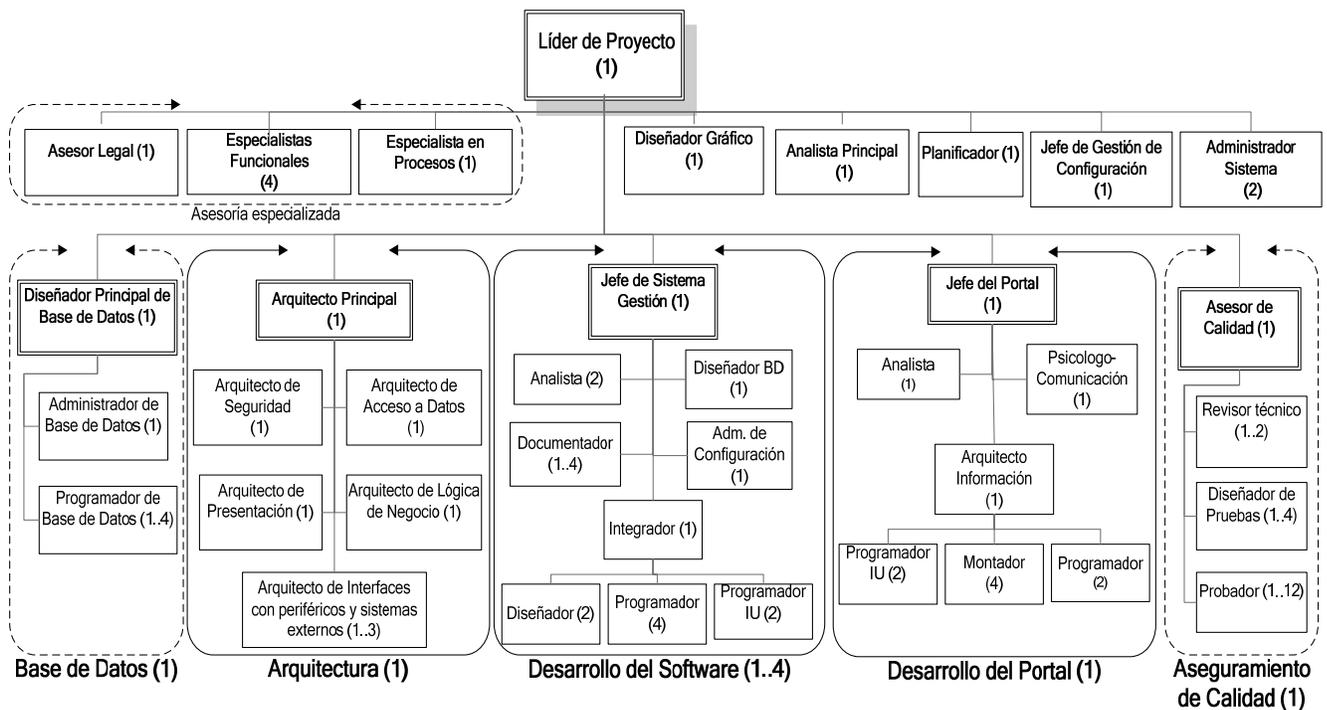
Figura 2: Estrategias de Control utilizadas en el proyecto

### 7.2.1 Estructura del Proyecto CICPC en la asignación de roles

De acuerdo a las características del proyecto, los roles definidos son los siguientes:

1. **Consejo Técnico:** responsable de la dirección del proyecto, la planificación, y el control de la ejecución; lo integra el líder de proyecto, un planificador, un analista principal, un arquitecto principal, un diseñador principal de la BD, cuatro jefes de sistema, un asesor de calidad, un administrador de los cambios y gestión de la configuración, y un jefe de capacitación. Este grupo se apoya en asesores permanentes legales, de procesos y otros.
2. **Grupo de Diseñadores de BD:** realizan el diseño, configuración, programación y mantenimiento de los modelos de datos y de la base de datos en sí. Lo dirige el diseñador principal de la BD.
3. **Grupo de Arquitectura:** definen la línea base de la arquitectura y las pautas para el diseño y la codificación. Establece el esqueleto sobre el cual se implementarán los casos de uso en los equipos de desarrollo. Lo dirige el arquitecto principal.

4. **Grupo de Calidad:** aseguran la calidad a lo interno del proyecto desde el inicio. Sirve de contrapartida al trabajo de los equipos de desarrollo. Evalúa que se respeten las normas de calidad establecidas por la organización. Realizan las pruebas internas a la arquitectura y a las funcionalidades implementadas. Lo dirige el asesor de calidad.
5. **Grupos de Desarrollo:** Como el proyecto es complejo se divide el trabajo en pequeños equipos de desarrollo que asumen la construcción de sistemas, subsistemas o módulos. Intervienen especialistas funcionales de las áreas particulares para las que se desarrolla el sistema. Cada equipo de desarrollo está dirigido por un Jefe de Sistema, el cual cuenta con analistas, diseñadores, programadores, gestores de cambios, y documentadores para realizar las construcciones.



**Figura 3: Organización de roles y jerarquías en el proyecto CICPC**

En la figura 3 se describen las responsabilidades que se asignaron en el proyecto, agrupadas en subconjuntos o subsistemas de desarrollo, así como la jerarquía de estos roles.

### 7.3 Plan de Revisiones y Auditorías

Las revisiones y auditorías presentan varios puntos en común: ambas actividades se establecen con el objetivo de darle seguimiento al control de la calidad durante el desarrollo del proyecto, ambas deben realizarse mediante procedimientos previamente definidos, y deben documentarse correctamente los resultados obtenidos. Las definiciones conceptuales están aclaradas en el capítulo anterior, pero partiendo de las semejanzas antes descritas se puede incluso establecer un método común para su realización: el uso de listas de comprobación o de chequeo<sup>5</sup>. Esto puede servir para complementar el proceso de revisión y auditoría, dadas las amplias ventajas que ofrece el uso de listas de chequeo [Capítulo 1 Epígrafe 6.11.1], por lo cual queda formalmente establecido en la presente propuesta.

Este plan recoge el procedimiento y planificación definidos, para la realización de cada actividad de control seleccionada.

#### 7.3.1 Planificación de las actividades de control

En esta sección se presenta la planificación de las Revisiones y Auditorías en base al cronograma del proyecto, y su organización por fases e hitos.

En las siguientes tablas se muestra el desarrollo del **Sistema Policial**, de acuerdo al número de iteraciones por fase, y su distribución de tiempo.

**Tabla 1: Etapa 1 del Sistema Policial**

Fase	Iteraciones	Duración (semanas)
Inicio	1	6
Elaboración	2	10
Construcción	2	11
Transición	1	8

**Tabla 2: Etapa 2 del Sistema Policial**

---

<sup>5</sup> En el presente documento sólo se utilizará el término “lista de chequeo”. Estas listas guiarán a los revisores o auditores en la actividad de control a desarrollar.

Fase	Iteraciones	Duración (semanas)
Inicio	1	5
Elaboración	1	4
Construcción	4	19
Transición	1	12

En las siguientes tablas se muestra el desarrollo del **Portal Web**, de acuerdo al número de iteraciones por fase, y su distribución de tiempo.

**Tabla 3: Etapa 1 del Portal Web**

Fase	Iteraciones	Duración (semanas)
Inicio	1	4
Elaboración	1	4
Construcción	1	9
Transición	1	4

**Tabla 4: Etapa 2 del Portal Web**

Fase	Iteraciones	Duración (semanas)
Inicio	(-)	(-)
Elaboración	1	4
Construcción	1	6
Transición	1	3

### 7.3.2 Definición de los hitos

La realización de las revisiones en el proyecto se representa mediante hitos<sup>6</sup>, ya que con estos se pretende sincronizar las expectativas y la realidad, es decir medir el avance real del proyecto e identificar

---

<sup>6</sup> Los hitos son puntos de control en los cuales se revisa el progreso del proyecto.

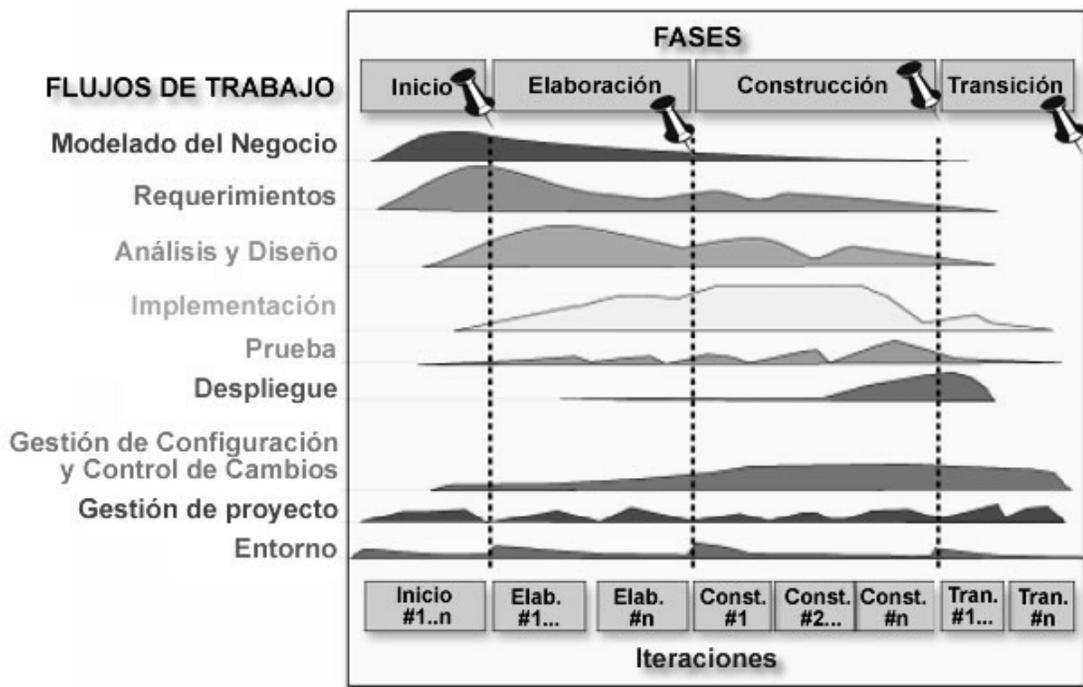
los riesgos; para lograrlo es necesario contar con resultados tangibles para comparar con las metas fijadas. Estos resultados se obtendrán en la realización de las revisiones, permitiendo evaluar la situación global del proyecto. Los hitos que marcan el final de cada fase se describen a continuación:

**Tabla 5: Hitos por fase**

Fases	Hitos
<b>Inicio</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Comprensión del negocio.</li> <li>• Modelo de casos de uso. Clasificación de los casos de uso por etapas.</li> <li>• Descripción de los CU a implementar.</li> <li>• Refinamiento del Plan de Desarrollo del Proyecto y aceptación por parte del cliente/usuario.</li> </ul>
<b>Elaboración</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Análisis de los requisitos.</li> <li>• Desarrollo de la línea base de la arquitectura que incluya las partes más relevantes y/o críticas del sistema.</li> <li>• Análisis y diseño de los casos de uso que serán implementados en la fase de construcción.</li> <li>• Revisión y aceptación del prototipo de arquitectura.</li> </ul>
<b>Construcción</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Refinamiento el modelo de análisis / diseño.</li> <li>• Se liberan versiones ejecutables al que se le aplican pruebas y se validan con el usuario/cliente.</li> <li>• Elaboración del material de apoyo al usuario.</li> <li>• Terminación de una versión con capacidad operacional estable según las pruebas efectuadas.</li> </ul>
<b>Transición</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Entrenamiento a los usuarios.</li> <li>• Pruebas de aceptación y pilotos.</li> <li>• Entrega de toda la documentación del proyecto con los manuales de instalación y todo el material de apoyo al usuario.</li> <li>• Explotación del producto.</li> </ul>

### 7.3.3 Cronograma del proyecto

A continuación se presenta el esquema de fases y flujos de trabajo de RUP, metodología en la cual se basa el desarrollo de este proyecto. Este proceso iterativo e incremental está caracterizado por la realización en paralelo de todas las disciplinas de desarrollo a lo largo del proyecto, con lo cual la mayoría de los artefactos son generados en etapas tempranas en el proyecto pero van desarrollándose en mayor o menor grado de acuerdo a la fase e iteración del proyecto. La siguiente figura ilustra este enfoque, mediante la representación del énfasis de cada disciplina (flujo de trabajo) en un momento determinado del desarrollo.



**Figura 4: Esquema de Fases e Hitos**

En la figura se representa además la culminación de cada fase mediante líneas discontinuas y un símbolo que señala la realización de una auditoría.

En la siguiente tabla se listan los artefactos a generar en cada disciplina, según lo definido en el RUP, la metodología de desarrollo que se sigue en el proyecto. En el caso del sistema Policial, se generan los siguientes artefactos:

**Tabla 6: Artefactos por disciplina**

<b>Disciplinas / Artefactos</b>	<b>Inicio (I) - Entrega (E)</b>	<b>Revisión</b>
<b>Modelado del Negocio</b>		
Evaluación de las Áreas de la Organización	15/01/07 - 29/01/07	22/01/07 - 28/01/07
Base Legal	26/02/07 - 02/03/07	29/02/07 – 01/03/07
Procesos Elementales de Negocio	18/06/07 - 22/06/07	20/06/07 - 21/06/07
<b>Requisitos</b>		
Visión	I - E	(I + 2 días) – (E – 1 días)
Plan de Captura de Requisitos	V1 - 26/03/07 - 30/03/07 V2 – 22/10/07 -26/10/07	28/03/07 – 29/03/07 24/10/07 – 25/10/07
Modelo de Casos de Uso	V1 - 18/06/07 - 22/06/07 V2 – 03/12/07 - 07/12/07	20/06/07 – 21/06/07 05/12/07 – 06/12/07
Especificaciones suplementarias	V1 - 18/06/07 - 22/06/07 V2 – 03/12/07 - 07/12/07	20/06/07 – 21/06/07 05/12/07 – 06/12/07
<b>Análisis &amp; Diseño</b>		
Prototipo de Interfaz de Usuario	V1 – 16/07/07 - 20/07/07 V2 – 14/01/07 -18/01/07	18/07/07 16/01/07
Modelo Lógico de Datos	13/07/07	11/07/07
Modelo de Diseño	07/09/07	05/09/07
Descripción de la Arquitectura	13/07/07	11/07/07

Modelo Físico de Datos	23/11/07	21/11/07
<b>Implementación</b>		
Modelo de Implementación	07/09/07	05/09/07
Modelo de Despliegue	18/06/07	16/06/07
<b>Pruebas</b>		
Plan de Pruebas (Piloto)	V1- 22/10/07 -26/10/07 V2 - 30/06/08 - 04/07/08	24/10/07 – 25/10/07 02/07/07 – 03/07/07
Listado de Datos de Prueba	I – E	(I + 2 días) – (E – 2 días)
Casos de Prueba	01/10/07	29/09/07
Resultados de las pruebas	V1 - 29/10/07 – 02/11/07 V2 – 07/07/08 – 11/07/08	31/10/07 – 01/11/07 09/07/08 – 10/07/08
<b>Despliegue</b>		
Plan de aceptación del producto	07/05/07 - 11/05/07	09/05/08 – 10/06/08
Plan de Pruebas	V1 – 24/09/07 -28/09/07 V2 – 19/05/07 - 23/05/07	26/09/07 – 27/09/07 21/05/07 – 22/05/07
Casos de Prueba	I - E	(I + 2 días) - (E – 2 días)
Resultados de Pruebas	V1 - 29/10/07 – 02/11/07 V2 – 07/07/08 – 11/07/08	31/10/07 – 01/11/07 09/07/08 – 10/07/08
Listado de Datos de Prueba	I - E	(I + 2 días) - (E – 2 días)
Material de Entrenamiento	I - E	(I + 2 días) - (E – 2 días)
Material de Soporte al Usuario Final	I - E	(I + 2 días) - (E – 2 días)
Artefactos de Instalación	I - E	(I + 2 días) - (E – 2 días)
<b>Gestión de Configuración y Cambios</b>		
Plan de Gestión de Configuración	I - E	(I + 2 días) - (E – 2 días)
Solicitud de Cambio	I - E	(I + 2 días) - (E – 2 días)

<b>Gestión de proyecto</b>		
Plan de Desarrollo de Software	22/06/07	20/06/07
Plan de Aseguramiento de la Calidad	I - E	(I + 2 días) - (E – 2 días)
Plan de Gestión de Riesgos	I - E	(I + 2 días) - (E – 2 días)
Plan de Capacitación	I - E	(I + 2 días) - (E – 2 días)
Plan de Iteración	I - E	(I + 2 días) - (E – 2 días)
Evaluación de Iteración	I - E	(I + 2 días) - (E – 2 días)
<b>Entorno</b>		
Proceso Específico de Proyecto	I - E	(I + 2 días) - (E – 2 días)
Herramientas	I - E	(I + 2 días) - (E – 2 días)
Plantillas específicas de Proyecto	I - E	(I + 2 días) - (E – 2 días)

Paralelo a este desarrollo está la realización del portal Web, y aunque se emplea la misma metodología, debido a sus características se generan otros artefactos, que se definen a continuación:

**Tabla 7: Artefactos por disciplina (Portal Web)**

<b>Disciplinas / Artefactos</b>	<b>Fecha de entrega</b>	<b>Revisión</b>
<b>Modelado del Negocio</b>		
Informe Diagnóstico	25/06/07 – 20/07/07	30/06/07 – 15/07/07
<b>Requisitos</b>		
Contenidos	25/06/07 – 20/07/07	30/06/07 – 15/07/07
<b>Análisis &amp; Diseño</b>		
Arquitectura de Información	23/07/07 - 27/07/07	25/07/07 – 26/07/07
Manual de Pautas para el Diseño	09/07/07 - 13/07/07	11/07/07 – 12/07/07

## **7.4 Realización de Auditorías**

La Auditoría de un sistema constituye un conjunto de procedimientos y técnicas, para evaluar y controlar las actividades que se desarrollen en el proyecto, y verificar si se realizan de acuerdo a las normativas prefijadas.

El Apartado 5.4 de la Norma ISO<sup>7</sup> 9004 [ISO 9004:2000] hace referencia a las Auditorías del Sistema de Calidad, las cuales corresponden a uno de los principios básicos de todo sistema de calidad. Este apartado 5.4 contribuye a fundamentar el trabajo realizado, y se complementa con el resto de los resultados de la investigación.

Para apoyar la propuesta que se construye se decidió además hacer un estudio preliminar de la forma en que se desarrolla este proceso en algunas organizaciones o empresas. Para ello se entrevistó a la Lic. Lucy Cruz Águila, especialista de Calidad de la Dirección de Desarrollo de la Empresa SOFTEL<sup>8</sup>, perteneciente al MIC<sup>9</sup>, que actualmente trabaja en cooperación con la Universidad de las Ciencias Informáticas, en actividades de apoyo a los proyectos productivos que se desarrollan. Las preguntas que guiaron la entrevista se centraron en la forma de realizar las auditorías por parte del equipo encargado de controlar la calidad.

De la entrevista realizada [ÁGUILA, 2007] se extrajeron las siguientes ideas:

Según la experiencia transmitida, a nivel organizacional se auditan las actividades del proceso de desarrollo y de los procesos de apoyo de los proyectos, sin embargo su principal actividad auditada son las RTF, para lo cual uno o varios miembros del equipo de auditores participa en la propia revisión que se va a auditar. Para apoyar este proceso definieron una plantilla en la cual registran los principales aspectos sobre la realización de las RTF, el grupo de las RTF juega un papel activo en este proceso, por lo que se puede decir que es dinámico. Mediante la plantilla controlan las actividades definidas como seguimiento de la calidad, así como el estado de terminación de las mismas. Esto permite contar con un registro, en el cual se pueden apoyar para evaluar el cumplimiento de la planificación de las actividades programadas

---

<sup>7</sup> ISO: Organización Internacional de Normalización (International Organization for Standardization).

<sup>8</sup> SOFTEL: Software de Telecomunicaciones.

<sup>9</sup> MIC: Ministerio de la Informática y las Comunicaciones.

para revisar los artefactos y/o procesos, como parte de la política definida en la empresa. Este registro de auditorías se mantiene actualizado, de forma que pueda dársele seguimiento a estas actividades.

La política de la empresa establece la realización de estas revisiones a nivel de proyecto, para lo cual se definen sus objetivos con anterioridad. Una vez realizada la misma se especifica la técnica utilizada, los problemas detectados, causas y sugerencias de corrección; además durante la realización de la revisión, el proceso se evalúa y se definen las acciones a tomar y la fecha de la próxima revisión, en caso de que el resultado de la evaluación sea “no aprobado”. Estos aspectos se documentan.

### **7.4.1 Auditorías a establecer en el proyecto CICPC**

La finalidad del establecimiento de un sistema de calidad es obtener un producto de calidad, por lo que es totalmente necesario comprobar su efectividad. Las Auditorías que se van a llevar a cabo en este proyecto son las Auditorías del Sistema de Calidad, mediante las cuales se pretende chequear el propio cumplimiento de las actividades de control, entiéndase por esto las revisiones que se van a realizar, como parte del plan de Revisiones definido en esta propuesta; además de verificar la existencia documental del Sistema de Calidad establecido, y su establecimiento en el proyecto.

Para auditar el Sistema de Calidad establecido se van a utilizar las siguientes variantes:

- Auditorías sobre la política de Calidad
- Auditorías sobre la Organización
- Auditorías del Sistema Documental
- Auditorías de Control de Revisiones

#### **7.4.1.1 Roles que intervendrán en las Auditorías**

- **Jefe de la auditoría:** Es el máximo responsable del desempeño de la auditoría, se escogerá preferiblemente un miembro del consejo técnico o del equipo de calidad del proyecto.
- **Auditores:** Estos serán preferiblemente miembros del equipo de calidad o del consejo técnico.
- **Auditado (s):** Persona (s) a la (s) que se le (s) va a realizar la auditoría.

## 7.4.2 Etapas en que se desarrollarán las Auditorías

Toda auditoría consta de varias etapas para su realización. Estas etapas se enuncian a continuación, y en cada una de ellas se describe las acciones que se realizan.

- **Planificación**

- Durante esta etapa se realiza la elección del tipo de auditorías a realizar, lo cual ya está definido según se explica en el epígrafe 7.3.1, la plasmación documental del procedimiento de realización de las mismas, la elección del personal auditor, que puede ser único o distinto, en función del tipo de auditoría a realizar, y la fijación de su periodicidad. Es conveniente asignar una única persona para planificar y dirigir la realización de todas las auditorías, es decir, nombrar un líder que reúna unas características idóneas en cuanto a formación y carácter, para la realización de esta tarea.
- Esta etapa de planificación se complementa con la presente propuesta.

- **Realización de auditorías según procedimiento y plan definidos**

- Es conveniente que el personal que va a ser auditado conozca con antelación tal hecho, y lo mejor desde el punto de vista práctico es que la realización de auditorías sea sistemática, y el propio responsable del área a auditar transmita a sus subordinados afectados las fechas concretas en las que estas auditorías sistemáticas van a realizarse para que presten su mayor colaboración.
- Los documentos que recojan los resultados de las auditorías, se deben analizar con antelación entre auditor y auditado, de tal forma que recojan la conformidad de ambos, evitándose discusiones inútiles.
- El procedimiento de realización de la reunión de auditoría, según los tipos de auditorías que se van a aplicar en el proyecto, se define más adelante.

- **Redacción de informe y propuesta de medidas correctivas**

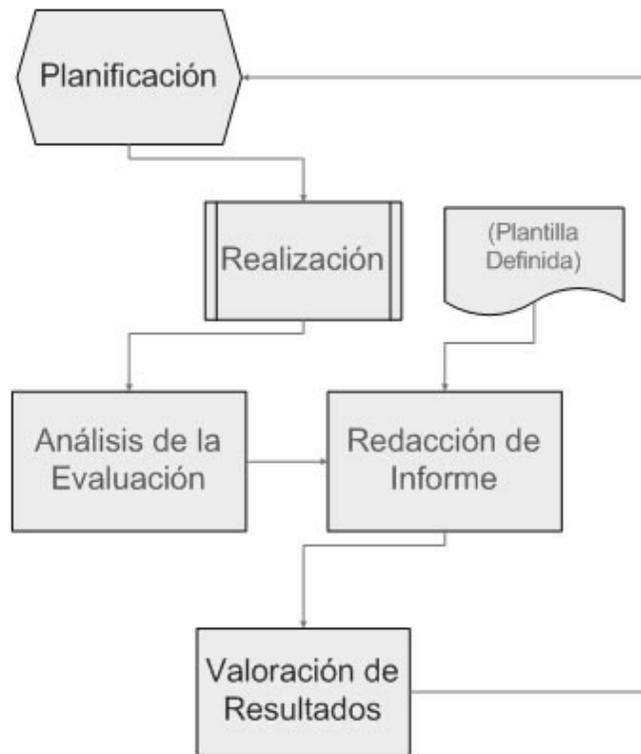
- Si se considera necesario, se incluirá en la descripción de las medidas correctivas el nivel de prioridad o urgencia asociado a cada una.
- En el procedimiento de realización de cada auditoría se define un paso muy importante y es que antes de la redacción del informe final y propuesta de las medidas correctivas, es

conveniente la reunión con el responsable máximo afectado por la auditoría, para que sea el primer informado y pueda incluso colaborar en la propuesta de medidas correctivas, así como en la decisión sobre la urgencia de las mismas.

- **Valoración de los resultados de la auditoría**

- La realización de cada auditoría permitirá medir la evolución de la implementación del sistema de Calidad, la valoración de sus resultados permitirá hacer modificaciones, en caso de que sea necesario, en el sistema establecido.
- Esta evaluación de los resultados se deberá hacer entre los responsables de las auditorías realizadas y el líder de proyecto o los demás miembros del consejo técnico.
- Cada uno de los responsables de las auditorías realizadas deberán exponer, en base al informe generado en cada auditoría, la evaluación o criterio del proceso efectuado. En base a esto el líder de proyecto podrá tomar decisiones al respecto.
- Debido a que lo que se pretende es la obtención de una valoración totalmente objetiva, el sistema de valoración utilizado en la presente propuesta es flexible, pues a medida que se aplique se le pueden introducir cambios para mejorar el proceso.
- Vinculado a la realización de la auditoría se le debe dar seguimiento a los aspectos que se tuvieron en cuenta para su realización, comprobando las acciones que el auditado debe llevar a cabo, para poder atender, en tiempo y forma, las recomendaciones propuestas en función de las deficiencias encontradas.

En la siguiente figura se reflejan las etapas antes mencionadas:



**Figura 5: Etapas de realización de las Auditorías**

### **7.4.3 Auditoría sobre la Política de Calidad**

Con esta auditoría se verificará que la política de Calidad esté precisada en el Manual de Calidad, así como su alcance y características.

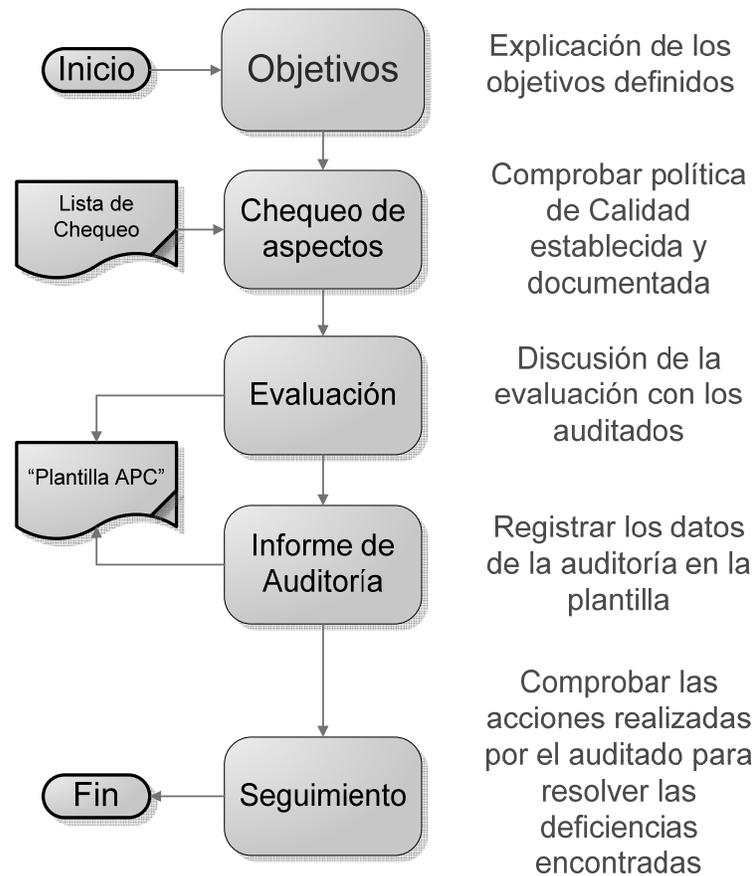
#### **7.4.3.1 Procedimiento para realizar las Auditorías de la Política de Calidad**

Para llevar a cabo esta auditoría se deben tener en cuenta los siguientes pasos:

- Se debe convocar a la realización de dicha actividad al personal de auditores que sea necesario (Como mínimo 3 personas).
- La auditoría se planificará con antelación, y esto será en dependencia de la necesidad real de su realización, aunque se debe ejecutar al menos una al finalizar cada fase.
- Se dará a conocer con anterioridad (No menos de una semana) al personal auditado la planificación de la auditoría a desarrollar.
- Se explicarán las causas por las que se convoca la auditoría, en este caso específicamente se verificará si la política de Calidad diseñada en el proyecto está correctamente documentada.

- El próximo paso es comprobar que en el Manual de Calidad estén documentadas todas las pautas referentes al establecimiento de la política de Calidad a seguir.
- Se hará uso de la lista de chequeo definida para este proceso (Lista de chequeo Manual de Calidad, Anexo 11), para guiar a los auditores en los aspectos a verificar.
- Al documento se le dará una evaluación en función de los errores o deficiencias encontrados en el mismo, y se registrará en la plantilla definida para la Auditoría de la Política de Calidad (Plantilla APC, Anexo 1).
- Los demás datos de la Auditoría deberán registrarse igualmente en la plantilla definida (Plantilla APC, Anexo 1), y el responsable de la auditoría debe garantizar que esto se haga correctamente.
- La auditoría requerirá el tiempo que sea necesario, sin exceder el horario de trabajo de los auditados.
- Una vez concluida la auditoría se realizará una reunión con el responsable de la auditoría, los auditores que realizaron esta actividad y el auditado responsable del área que se auditó, para dar las conclusiones, la evaluación del producto auditado y definir la próxima auditoría a realizar.
- La plantilla APC (Anexo 1), una vez que haya sido actualizada deberá entregarse al líder de proyecto, para que sean analizados los resultados.
- Darle seguimiento al proceso de auditoría, mediante la posterior comprobación de las acciones que realiza el auditado para contrarrestar las deficiencias encontradas.

En la siguiente figura se representa una síntesis del procedimiento descrito anteriormente:



**Figura 6: Realización de las Auditorías de la Política de Calidad**

#### **7.4.4 Auditoría sobre el Sistema Organizacional**

Con este tipo de auditoría se chequeará que las funciones, responsabilidades y personas involucradas estén precisadas en el Manual de Calidad. Incluyendo su autoridad en la toma de decisiones, y cuestiones asociadas a esto.

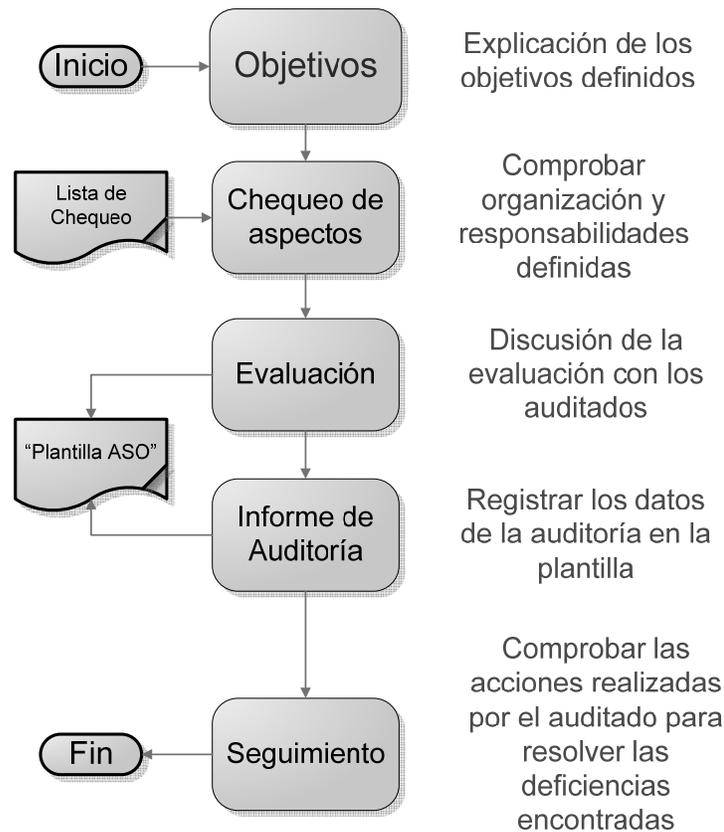
##### **7.4.4.1 Procedimiento para realizar las Auditorías del Sistema Organizacional**

Para llevar a cabo esta auditoría se deben tener en cuenta los siguientes pasos:

- Se debe convocar a la realización de dicha actividad al personal de auditores que sea necesario (Como mínimo 3 personas).
- La auditoría se planificará con antelación, y esto será en dependencia de la necesidad real de su realización, aunque se debe ejecutar al menos una al finalizar cada fase.

- Se dará a conocer con anterioridad (No menos de una semana) al personal auditado la planificación de la auditoría a desarrollar.
- Se explicarán las causas por las que se convoca la auditoría, en este caso comprobar la existencia del Manual de Calidad y que esté incluido correctamente en el mismo el desempeño funcional y responsabilidades de todos los niveles involucrados en el proyecto.
- El próximo paso es comenzar a verificar que en el Manual de Calidad estén documentados:
  - La autoridad en la toma de decisiones.
  - Un apartado específico dedicado a la organización de calidad.
  - La organización general de los roles y responsabilidades en el proyecto.
- La auditoría requerirá el tiempo que sea necesario, sin exceder el horario de trabajo de los auditados.
- Una vez concluida la auditoría se realizará una reunión con el responsable de la auditoría, los auditores que realizaron esta actividad y el auditado responsable del área que se auditó, para dar las conclusiones, la evaluación del producto auditado y definir la próxima auditoría a realizar.
- Los datos deberán registrarse en la Plantilla de Auditorías del Sistema Organizacional (Plantilla ASO, Anexo 2), y el responsable de la auditoría deberá garantizar que esto se haga correctamente.
- La plantilla ASO (Anexo 2), una vez que haya sido actualizada deberá entregarse al responsable de Calidad, para que las deficiencias encontradas puedan ser corregidas.
- Darle seguimiento al proceso de auditoría, mediante la posterior comprobación de las acciones que realiza el auditado para contrarrestar las deficiencias encontradas.

En la siguiente figura se representa una síntesis del procedimiento descrito anteriormente:



**Figura 7: Realización de Auditorías del Sistema Organizacional**

### 7.4.5 Auditoría del Sistema Documental

Esta auditoría consiste en la comprobación de que los documentos recogidos en el Manual de Calidad, están debidamente cumplimentados y archivados por las personas o jerarquías responsables. Mediante esta auditoría se comprobarán dos cuestiones fundamentales:

- La existencia de un Plan de actividades de control de la Calidad (Plan de pruebas y plan de Revisiones y Auditorías).
- La existencia de un Plan de Calidad.

Un buen auditor debe reconocer no sólo la falta de algún documento con información necesaria, sino también detectar en los existentes los defectos que pueden restarle utilidad.

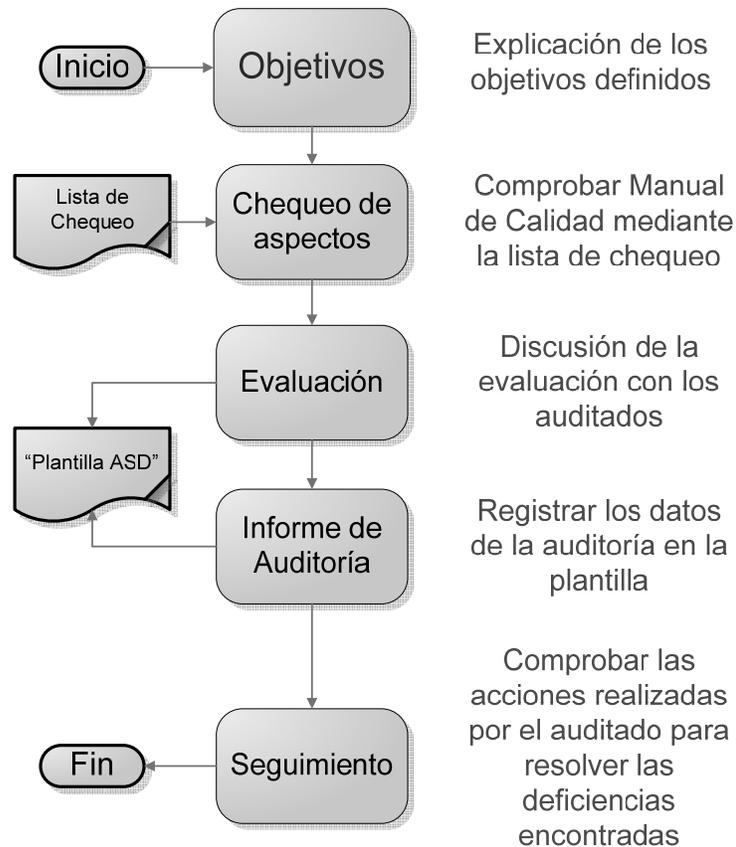
### **7.4.5.1 Procedimiento para realizar las Auditorías del Sistema Documental**

En la presente auditoría se tendrá en cuenta el procedimiento siguiente:

- Se debe convocar a la realización de dicha actividad al personal de auditores que sea necesario (Como mínimo 3 personas).
- La auditoría se planificará con antelación, y esto será en dependencia de la necesidad real de su realización, aunque se debe ejecutar al menos una al finalizar cada fase.
- Se dará a conocer con anterioridad (No menos de una semana) al personal auditado la planificación de la auditoría a desarrollar.
- La reunión de Auditoría debe comenzar con la explicación de los objetivos de su realización.
- Como precondition para realizar esta auditoría debe existir el Manual de Calidad, pues será el principal documento a chequear en este proceso.
- Se comprobará que el Manual de Calidad esté correctamente elaborado, que estén incluidos, debidamente cumplimentados y archivados por las personas responsables, los documentos que se recogen en el mismo.
- Como primer aspecto se verificará:
  - La existencia de un Plan de Revisiones y Auditorías
  - La existencia de un Plan de Pruebas
  - La existencia de un Plan de Calidad
- Se hará uso de la lista de chequeo definida para este proceso (Lista de chequeo Manual de Calidad, Anexo 11), para guiar a los auditores en los aspectos a verificar.
- A cada documento se le dará una evaluación en función de los errores o deficiencias encontrados en el mismo, y se registrará en la plantilla definida para la Auditoría del Sistema Documental (Plantilla ASD, Anexo 3).
- La auditoría requerirá el tiempo que sea necesario, sin exceder el horario de trabajo de los auditados.
- Al concluir la auditoría, una vez que se tengan documentados todos los datos de la misma, se hace un análisis de la evaluación de los documentos. En este análisis deberán estar presentes el Jefe de la auditoría, los auditores y los responsables de la documentación auditada. Además el auditor puede hacer algunas recomendaciones y posibles mejoras.

- La plantilla ASD (Anexo 3), una vez que haya sido actualizada deberá entregarse al responsable de Calidad, para que las deficiencias encontradas puedan ser corregidas.
- Darle seguimiento al proceso de auditoría, mediante la posterior comprobación de las acciones que realiza el auditado para contrarrestar las deficiencias encontradas.

En la siguiente figura se representa una síntesis de este procedimiento:



**Figura 8: Realización de Auditorías del Sistema Documental**

#### 7.4.6 Auditoría de Control de Revisiones

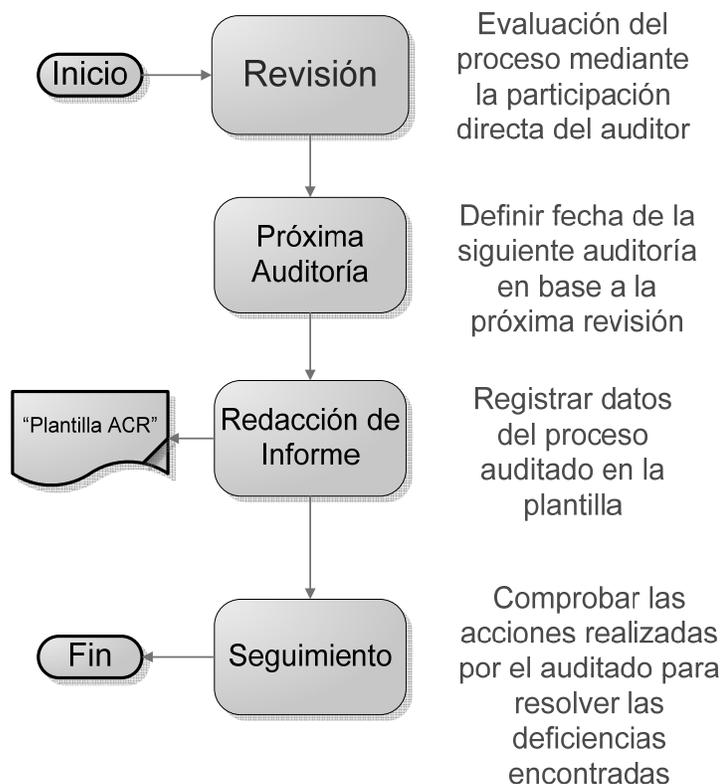
Este tipo de auditoría se introduce en la presente propuesta como una variante de las auditorías del Sistema de Calidad. El objetivo es comprobar la realización de las Revisiones planificadas, y de esta forma asegurar que se cumple con estas tareas, concebidas como parte del plan de Calidad. Dentro de la planificación de las revisiones se le dará especial atención al cumplimiento de las RTF. Las RTF constituyen una de las actividades más importantes de verificación en el ciclo de vida del software, pues

en su realización se pueden encontrar los defectos introducidos, y así purificar las actividades en el desarrollo de software. Para realizar esta auditoría se involucrará al equipo de auditores en la realización de las actividades que se desean auditar, por ejemplo las revisiones.

El estado o evaluación que alcanzó el artefacto revisado en la RTF o la revisión auditada, se registrará en la Plantilla de Auditorías de Control de Revisiones (Plantilla ACR, Anexo 4), como parte de los datos de realización de la auditoría.

### 7.4.6.1 Procedimiento para realizar las Auditorías de Control de Revisiones

El procedimiento general de la realización de las Auditorías de Control de Revisiones se ilustra en la siguiente figura:



**Figura 9: Realización de Auditorías de Control de Revisiones**

Las características de estas auditorías varían en dependencia del tipo de revisiones que se desee auditar. El procedimiento se especifica a continuación.

#### **7.4.6.1.1 Para auditar las RTF:**

- Se deberá tener en cuenta el cronograma de desarrollo de las mismas, lo cual se especificará según el cronograma de desarrollo del proyecto.
- Este proceso no se realizará mediante una reunión de Auditoría como el resto de las Auditorías del sistema de Calidad, sino que un auditor participará directamente en la realización de las RTF, para valorar el desarrollo del proceso.
- Posteriormente registrará los datos en la plantilla de Auditorías de Control de Revisiones (Plantilla ACR, Anexo 4), incluyendo la evaluación dada al artefacto revisado en la RTF, y en caso de que se haya definido, la próxima revisión al mismo.
- En caso de incumplimientos o deficiencias en el desarrollo de la actividad auditada, se documentan en la plantilla ACR (Anexo 4).
- El auditor debe tener constancia de los problemas encontrados para dirigir su próxima auditoría sobre esta base.
- El auditor dará una valoración crítica sobre el desarrollo de la RTF, lo cual documentará en la plantilla ACR (Anexo 4).

#### **7.4.6.1.2 Para auditar las demás revisiones:**

- Se deberá tener en cuenta el cronograma de desarrollo de las mismas, lo cual se especificará según el cronograma de desarrollo del proyecto.
- No es necesario informar con antelación, pues sólo se verificará el cumplimiento de las actividades planificadas.
- Los datos generados deben estar recogidos en la plantilla de Auditorías de Control de Revisiones (Plantilla ACR, Anexo 4). El auditor garantizará este proceso.
- En caso de incumplimientos o deficiencias en el desarrollo de la actividad auditada, se documentan en la plantilla ACR (Anexo 4).
- El auditor debe tener constancia de los problemas encontrados para dirigir su próxima auditoría sobre esta base.

### **7.5 Realización de Revisiones**

Las revisiones que se realizarán en el proyecto tendrán como objetivo:

- Detectar defectos en los artefactos generados en cada flujo de trabajo, y en base a esto señalar la necesidad de mejoras.
- Confirmar las partes del producto en las que no es necesaria, o no es deseable, una mejora.
- Conseguir un trabajo técnico de una calidad más uniforme, o al menos más predecible, que la que puede ser conseguida sin revisiones, con el fin de hacer más manejable el trabajo técnico.

### 7.5.1 Roles y tareas definidas para las Revisiones

- **Jefe de Revisión:** Debe garantizar que se sigan los procedimientos de la revisión así como que los miembros del equipo cumplan sus responsabilidades. Además, modera las reuniones, lo que significa que el éxito de la reunión depende de esta persona y, por tanto, debe actuar como líder de la revisión. Es aconsejable que la persona que juegue este rol haya tenido experiencias en liderazgo.
- **Revisores:** Son los responsables de detectar defectos en el producto software bajo revisión. Habitualmente, todos los participantes en una revisión actúan también como revisores, independientemente de que, además, jueguen algún otro papel.
- **Desarrollador:** Es la persona que ha desarrollado el producto que se está revisando y es el responsable de la corrección de los defectos durante la fase de corrección. Durante la reunión, el desarrollador contesta las preguntas que se le formulan. Además durante la reunión de revisión, dirigirá al equipo a través del material de modo completo y lógico. El material debe ser parafraseado a una velocidad que permita su examen detallado al resto de los participantes. Parafrasear el material significa que el producto debe ser explicado e interpretado en lugar de leerlo literalmente.
- **Documentador:** Es responsable de registrar los datos de la revisión, e incorporar todos los defectos en una lista de defectos, incluida en la plantilla definida para el registro de la revisión.
- **Planificador:** Planifica las actividades de revisión en un proyecto. Además es su responsabilidad informar a los participantes en la revisión sobre cualquier cambio en el cronograma, aunque puede delegar esta tarea al jefe de revisión en caso de que sea necesario.

Tipos de **Revisiones** que se llevarán a cabo en el proyecto:

- Revisiones Técnicas Formales
- Revisiones de Documentación
  - Revisiones de Liberación
  - Revisiones Internas
- Revisiones a la aplicación Web
  - Revisiones de Interfaz
- Revisiones de Proyecto
  - Revisiones de Control de Avance
  - Revisiones de Control de Reuniones

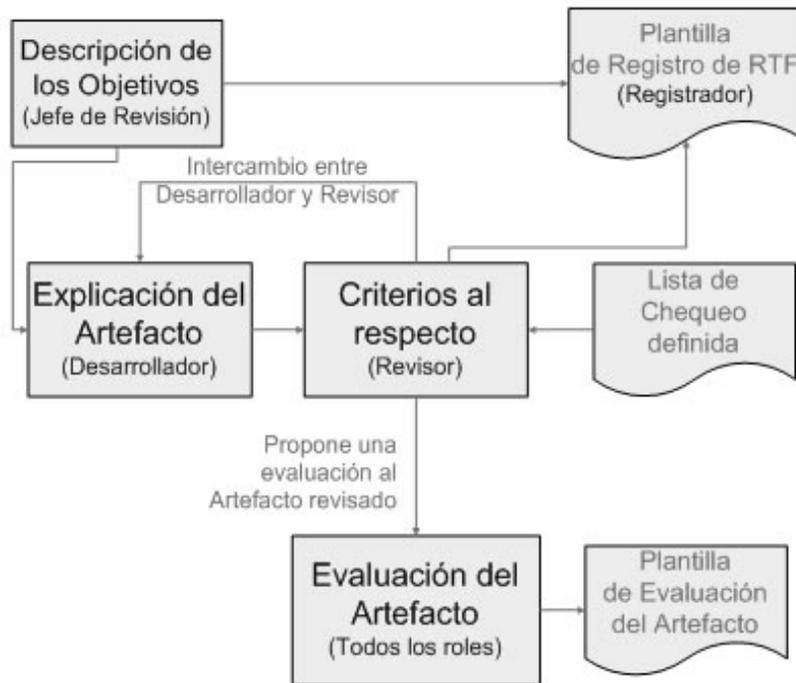
## **7.5.2 Revisiones Técnicas Formales**

Una Revisión Técnica Formal (RTF) es una actividad de garantía de calidad del software que es llevada a cabo por profesionales de la ingeniería del software. Es importante definir sus objetivos con antelación, estos expresarán el alcance que tendrá la realización de cada revisión.

Su beneficio más obvio es el pronto descubrimiento de los defectos del software, de forma que cada defecto pueda ser corregido antes de llegar al siguiente paso del proceso de ingeniería del software, reduciendo sustancialmente el costo de su corrección.

### **7.5.2.1 Procedimiento y realización de las Revisiones Técnicas Formales**

Para comprender en su totalidad el procedimiento que se debe seguir para la realización de las RTF, se creó un diagrama, que muestra de manera gráfica el flujo de las actividades en este proceso.



**Figura 10: Realización de las Revisiones Técnicas Formales**

**En caso de efectuarse la primera RTF al artefacto, los siguientes son aspectos a tener en cuenta para su realización.**

**1.** La reunión de revisión debe acogerse a las siguientes restricciones:

- Deben convocarse a la revisión entre tres y cinco personas.
- Se debe preparar por adelantado, enviando a los asistentes, el material que será revisado, y el objetivo general que se quiera lograr con la revisión.
- Se deben enviar con antelación las listas de chequeo a usar en la revisión.
- Si el artefacto a revisar es muy complejo, deben realizarse varias reuniones de revisión por sub-objetivos, de forma tal que una revisión no exceda de 3 horas de trabajo.
- La reunión de revisión es llevada a cabo por el **jefe de revisión, los revisores y el desarrollador** o el **equipo de desarrollo**.

**2.** La RTF debe comenzar con la explicación del **jefe de revisión**, sobre los objetivos de la revisión.

3. El **desarrollador** explica el material, mientras que los **revisores** exponen sus criterios basándose en su preparación previa, y de acuerdo a las pautas establecidas en la lista de chequeo definida para guiar este proceso.

4. La planificación, ejecución y los resultados que se obtengan deben recogerse en la Plantilla de Registro de Revisiones Técnicas Formales (Anexo 5).

4.1 La lista de chequeo que se utilice debe ser actualizada a medida que transcurra la RTF.

5. Al final de la revisión, todos los participantes en la RTF deben decidir si:

- Aceptan el producto sin posteriores modificaciones.
- Rechazan el producto debido a los serios errores encontrados (Una vez corregidos, ha de hacerse otra revisión).
- Aceptan el producto provisionalmente (Se han encontrado errores menores que deberán ser corregidos, puede realizarse una posterior revisión para chequearlos).

5.1 Una vez que se haya llegado a la conclusión de la evaluación del artefacto se llenará la Plantilla de Evaluación del Artefacto (Anexo 6).

6. Una vez tomada la decisión, todos los participantes terminan firmando, indicando así que han participado en la revisión y que están de acuerdo con las conclusiones del equipo de revisión.

- En caso de efectuarse sucesivas RTF al artefacto también se sigue el conjunto de pasos descritos anteriormente, pero haciendo énfasis en que los roles participantes en la (s) anterior (es) deben mantenerse, y de esta forma garantizar la continuidad y mejora de este proceso.

### **7.5.2.2 Registro e Informe de la Revisión**

Durante la RTF, uno de los revisores, en este caso el **registrador**, registra dinámicamente todas las cuestiones que vayan surgiendo. Al final de la reunión de revisión todas las cuestiones tratadas deben estar recogidas en un informe resumen de revisión, el cual se denomina Plantilla de Registro de Revisiones Técnicas Formales (Anexo 5). El informe resumen se adjunta al Registro Histórico del Proyecto y puede ser enviado al jefe del proyecto y a otras partes interesadas.

Este informe resumen de revisión responde a tres cuestiones fundamentales:

- ¿Qué fue revisado?
- ¿Quién lo revisó?
- ¿Qué se descubrió y cuáles son las conclusiones?

En este informe se incluye una Lista de Puntos de Acción, que responde a dos propósitos:

1. Identificar áreas problemáticas dentro del producto.
2. Servir como guía al **desarrollador** para hacer las correcciones.

### **7.5.2.3 Pasos para utilizar la Plantilla de Registro de Revisiones (Anexo 5)**

Los revisores, y fundamentalmente los registradores, deben leer atentamente las pautas establecidas en esta plantilla, pues de ello dependerá en gran medida una satisfactoria revisión del artefacto.

1. Llenar la tabla **Registro Inicial**, de la siguiente forma:

- 1.1 Esta tabla comienza a llenarse especificando la fecha en que se realiza la revisión.
- 1.2 En la columna "No. de Revisión" se especifica el número de la revisión que se está desarrollando.
- 1.3 En la columna siguiente, "Artefacto a Revisar", se debe anotar el nombre del mismo.
- 1.4 En la columna "Referencia" se debe incluir una referencia al artefacto, teniendo en cuenta su ubicación en el repositorio previamente definido.
- 1.5 Es importante que se tenga en cuenta que en caso de no ser la primera revisión que se le realice al artefacto los roles deben mantenerse invariables para la revisión.

2. Especificar los **Objetivos** de la Revisión Técnica Formal:

2.1 Se deben definir los Objetivos Generales.

2.3 De estos Objetivos Generales se deben desglosar los Sub-objetivos.

2.4 Por cada objetivo general se definen uno o varios Sub-objetivos.

3. Llenar la tabla ***Roles Involucrados*** de la siguiente forma:

3.1 En la columna “Categoría” se define el rol que le corresponde desempeñar a cada participante.

3.2 En la columna “Nombre”, se especifica el nombre y los apellidos de cada persona.

3.3 En la columna “Tareas” se especifica el nombre de la (s) tarea (s) a desarrollar por cada persona.

3.4 En la columna “Descripción”, se definen con claridad las tareas a desarrollar por cada participante, como parte de su rol en la revisión.

4. Llenar la tabla de ***Lista de Puntos de Acción***, como se explica a continuación:

4.1 En la primera columna, “Referencia”, se enumeran las inconformidades a medida que se vayan encontrando, esto posibilita un acceso más rápido a las mismas en caso de ser necesario.

4.2 En la columna de “Clasificación” se clasifican las inconformidades detectadas, según el criterio del revisor, ya sea en *Error* u *Observación*, lo cual puede someterse a criterio del equipo de revisión.

4.3 En la columna “Prioridad” se especifica el nivel de prioridad con que se deben corregir los Errores y/o Observaciones. Esto puede ser:

4.3.1 Errores: Todos los Errores se consideran de tipo Crítico.

4.3.1.1 Crítico: Su corrección es de tipo contractual para la evaluación satisfactoria del artefacto.

**4.3.2** Observaciones: Su nivel de prioridad puede ser Alto o Bajo. Esto se define:

**4.3.2.1** Alto: Su corrección no es de carácter crítico, pero sí influye en la evaluación satisfactoria del artefacto.

**4.3.2.2** Bajo: No influye en gran medida en la posterior evaluación del artefacto.

**4.4** En la columna “Recomendaciones” se deben incluir las sugerencias para la posterior corrección de la inconformidad detectada.

**5.** En las conclusiones se debe hacer un resumen de la revisión, que incluya principales aspectos detectados, opiniones de los participantes y/o sugerencias al respecto.

**6.** Para finalizar el documento debe quedar plasmada la constancia de la aprobación de los resultados por parte del equipo de revisores, mediante su firma.

#### **7.5.2.4 Pasos para utilizar la Plantilla de Evaluación del Artefacto (Anexo 6)**

**1.** Se debe llenar la tabla de ***Evaluación del Artefacto*** de la siguiente forma:

**1.1** Se debe especificar en la columna “Artefacto” el nombre del artefacto revisado.

**1.2** En la columna “Referencia” se especifica una referencia al artefacto, teniendo en cuenta su ubicación en el repositorio previamente definido.

**1.3** En la columna “Fecha” se anota la fecha de realización de la revisión.

**1.4** En la columna “No. de Revisión” se anota el número de la revisión.

**1.5** En la columna “Revisores” se especifican los nombres de los revisores.

**1.6** En la columna “Categoría final” se define la categoría del artefacto una vez evaluado. Esto puede ser:

**1.6.1** Aceptado: Se somete a consideración del equipo de revisión, pero su precondition es el cumplimiento de todos los objetivos definidos previamente en la revisión.

**1.6.2** Rechazado: Sometido a consideración del equipo en base a los resultados de la revisión.

**1.6.3** Aceptado provisionalmente: Sólo se le dio cumplimiento a los objetivos generales y se pospone para posteriores revisiones los sub-objetivos definidos.

#### **7.5.2.5 RTF definidas**

En el transcurso del proyecto se le aplicarán RTF a los artefactos generados en los siguientes procesos:

- Captura de Requisitos
- Modelo del Negocio
- Análisis y Diseño
- Implementación
- Prueba
- Definición de la Arquitectura de software

La planificación y ejecución de estas revisiones está especificada en el cronograma del proyecto, coincidiendo con los hitos definidos en cada flujo de trabajo.

Para la definición y planificación de estas revisiones se tienen en cuenta los procedimientos descritos en el Proceso Unificado de Rational (*Rational Unified Process*), ya que el desarrollo del proyecto está basado en esta metodología.

### 7.5.2.6 Puntos de Chequeo

En esta sección se definen las listas de chequeo que servirán para complementar la realización de las RTF. Cada lista de chequeo representa una guía flexible, que el revisor técnico debe utilizar de acuerdo a los objetivos perseguidos con la revisión realizada. La creación de estas listas responde a los puntos de comprobación definidos en el Proceso Unificado de Rational (*Rational Unified Process*), para cada flujo de trabajo.

Estas listas pueden estar sujetas a cambios en dependencia del alcance de la RTF a realizar, o de la opinión del experto técnico, pues la misma deberá ajustarse al proceso desarrollado. En cualquiera de los casos, las modificaciones o inclusiones que sufra, deberán estar correctamente documentadas y aprobadas por el propio equipo de revisión.

Las listas de chequeo definidas para estos fines, incluyen una serie de pautas que deben ser registradas, y que contribuyen a controlar estas actividades de forma oficial, permitiendo de esta forma que se pueda auditar este proceso según la planificación definida, en el caso de las auditorías una vez concluida cada fase. Es por ello que se puede decir que las listas de chequeo favorecen no sólo el proceso de ejecución de las RTF, sino el propio examen de las actividades de control de la calidad que se realizarán como parte de la presente propuesta.

**Tabla 8: Listas de chequeo para cada RTF**

Revisión Técnica Formal (RTF)	Lista de chequeo
Captura de Requisitos	Lista de Chequeo de Requisitos (Anexo 12)
Modelo del Negocio	Lista de Chequeo Modelo del Negocio (Anexo 13)
Análisis y Diseño	Lista de Chequeo de Análisis y Diseño (Anexo 14)
Implementación	Lista de Chequeo de Implementación (Anexo 15)

Prueba	Lista de Chequeo de Prueba (Anexo 16)
Arquitectura de Software	Lista de Chequeo de Arquitectura (Anexo 17)

### 7.5.3 Revisiones de Documentación

La documentación generada o requerida en este proyecto de desarrollo debe ser controlada, por lo que deben establecerse los procedimientos documentados que definan los controles necesarios para:

- Aprobar los documentos en cuanto a su adecuación antes de su emisión.
- Revisar y actualizar los documentos y aprobarlos nuevamente cuando sea necesario.
- Asegurarse de que se identifican los cambios y el estado de revisión actual de los documentos.
- Asegurarse de que las versiones pertinentes de los documentos aplicables se encuentran disponibles en los puntos de uso.
- Asegurarse de que los documentos permanecen legibles y fácilmente identificables.
- Asegurarse de que se identifican los documentos generados y se controla su distribución.
- Prevenir el uso no intencionado de documentos obsoletos, y aplicarles una identificación adecuada en el caso de que se mantenga por cualquier razón.

La documentación generada en este proyecto se organizará según los subsistemas de desarrollo definidos o responsabilidades asignadas.

En el caso del sistema de Gestión de la Calidad [ISO 9004:2000], en su documentación incluye:

- Declaraciones documentadas requeridas de políticas y objetivos de calidad.
- Los documentos necesitados por la organización para asegurarse de la eficaz planificación.

Estos aspectos van a estar recogidos en el Manual de Calidad, como parte de la estrategia definida por el equipo de Calidad.

Dentro de estas Revisiones de Documentación se distinguirán dos clasificaciones:

- Revisiones de Liberación
- Revisiones Internas

#### ***7.5.3.1.1 Procedimiento para realizar las Revisiones de Documentación***

A continuación se detallan los pasos que se deben seguir para llevar a cabo las Revisiones de Documentación:

1. La revisión debe acogerse a las siguientes restricciones:

- Deben convocarse a la revisión el número de personas que se estime conveniente según la cantidad de documentación a revisar.
- Se debe preparar por adelantado, enviando a los revisores, el material que será revisado, y el objetivo general que se quiera lograr con la revisión.
- Se deben enviar con antelación las listas de chequeo a usar en la revisión.
- Una revisión no debe exceder las 2 horas, por lo que la cantidad de documentación a revisar debe ser aceptable.
- La revisión es llevada a cabo por el **jefe de revisión, los revisores y el registrador**, aunque pueden convocarse a los autores de la documentación que se revisa.

2. La Revisión de Documentación debe comenzar con la explicación del **jefe de revisión**, sobre los objetivos de la revisión, y la forma en que se actualizará la lista de chequeo.

3. Los revisores actualizan la lista de chequeo en base a los defectos detectados en la documentación revisada.

4. El registrador debe actualizar la plantilla definida para el registro de la revisión (Plantilla de Registro de Revisiones de Documentación, Anexo 7).

5. Al final de la revisión, el jefe de la revisión y algunos revisores seleccionados al azar, deben decidir si:

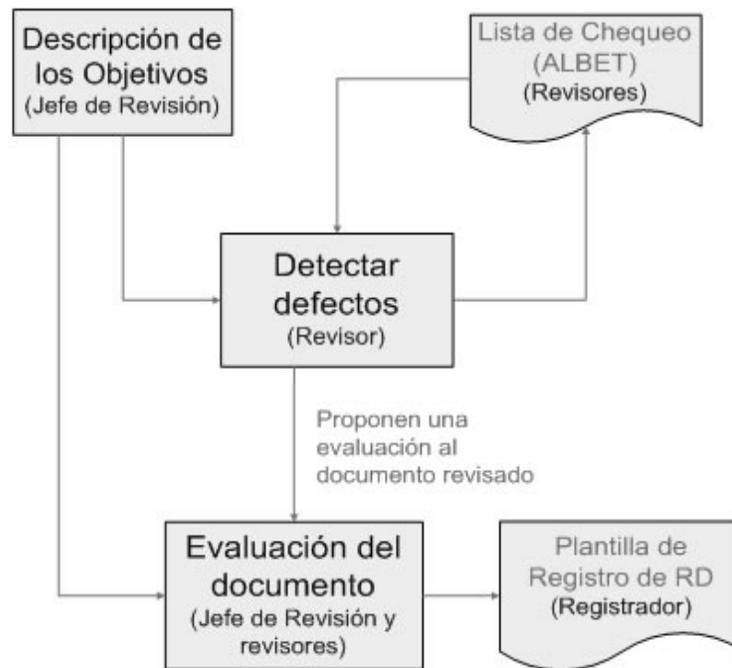
- Aceptan el producto sin posteriores modificaciones.
- Rechazan el producto debido a los serios errores encontrados (Ha de planificarse otra revisión).

- Aceptan el producto provisionalmente (Se han encontrado errores menores que deberán ser corregidos, puede realizarse una posterior revisión para chequearlos).

6. Una vez tomada la decisión, los participantes firman, indicando así que están de acuerdo con la evaluación dada.

### 7.5.3.2 Revisiones de Liberación

Se definen como las revisiones efectuadas para la comprobación de los documentos rectores, los cuales una vez generados serán entregados al cliente. Estas se realizan siguiendo el procedimiento definido (Epígrafe 7.4.3.1.1). La lista de chequeo que se debe utilizar para realizar esta revisión es la Lista de chequeo (ALBET), Anexo 18. La plantilla que se debe actualizar durante la realización de esta revisión es la plantilla de registro de Revisiones de Documentación, Anexo 7. El siguiente esquema ilustra la realización de este proceso:

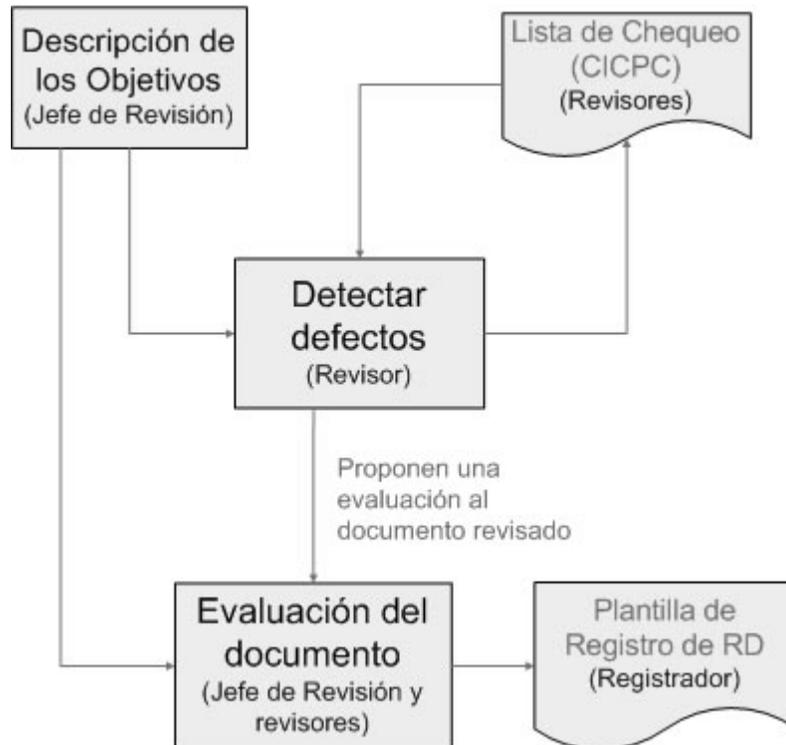


**Figura 11: Revisiones de Liberación**

### 7.5.3.3 Revisiones Internas

Se centran en la revisión de los documentos que serán de uso interno, los cuales hayan sido generados para ser usados por un rol o una actividad determinada dentro de los límites del proyecto, o del equipo de

desarrollo. Estas se realizan siguiendo el procedimiento definido (Epígrafe 7.4.3.1.1). La lista de chequeo que se debe utilizar para realizar esta revisión es la Lista de chequeo (CICPC), Anexo 19. La plantilla que se debe actualizar durante la realización de esta revisión es la plantilla de registro de Revisiones de Documentación, Anexo 7. El siguiente esquema ilustra la realización de este proceso:



**Figura 12: Revisiones Internas**

### **7.5.3.3.1 Control de Registros**

Los registros deben permanecer legibles, fácilmente identificables y recuperables. Estos se deben conservar para mostrar evidencia de la realización de las actividades de control de calidad, así como de la operación eficaz del Sistema de Gestión de la Calidad. Estableciéndose un procedimiento documentado se definen los controles necesarios para la identificación, protección, almacenamiento, recuperación y disponibilidad de los registros.

## 7.5.4 Revisiones a la aplicación Web

Estas revisiones, como su nombre lo indica, se le realizan a la aplicación Web, una vez que se haya creado al menos una versión preliminar. De esta forma se garantiza que cumpla con las características o requerimientos definidos para su creación.

Dentro de estas revisiones a la aplicación Web se han definido:

- Revisiones a la Interfaz.

### 7.5.4.1 Revisiones a la Interfaz:

Estas revisiones tienen como característica fundamental que se aplicarán para verificar la correspondencia con los requisitos no funcionales y las restricciones de diseño previamente documentadas, que se deben haber tenido en cuenta para su creación. Esto permite que las mismas puedan ser realizadas por un equipo de revisores, utilizando como guía una lista de chequeo predefinida, y que contenga los requisitos a medir. Su principal ventaja radica en que se puede agilizar este proceso si cada uno de los revisores lo efectúa de forma independiente.

#### 7.5.4.1.1 Procedimiento para realizar las Revisiones a la Interfaz

1. La revisión debe acogerse a las siguientes restricciones:

- Deben convocarse a la revisión el número de personas que se estime conveniente según la complejidad del sistema.
- Se deben enviar con antelación las listas de chequeo a usar en la revisión.
- Una revisión no debe exceder las 2 horas.
- La revisión es llevada a cabo por el **jefe de revisión, los revisores y el registrador**.

2. La Revisión de Interfaz Web debe comenzar con la explicación del **jefe de revisión**, sobre los objetivos de la revisión, y la forma en que se registrarán los datos en la lista de chequeo (Lista de chequeo de Revisiones de Interfaz Web, Anexo 20).

3. Los revisores actualizan la lista de chequeo (Anexo 20) en base a los defectos detectados en la aplicación.

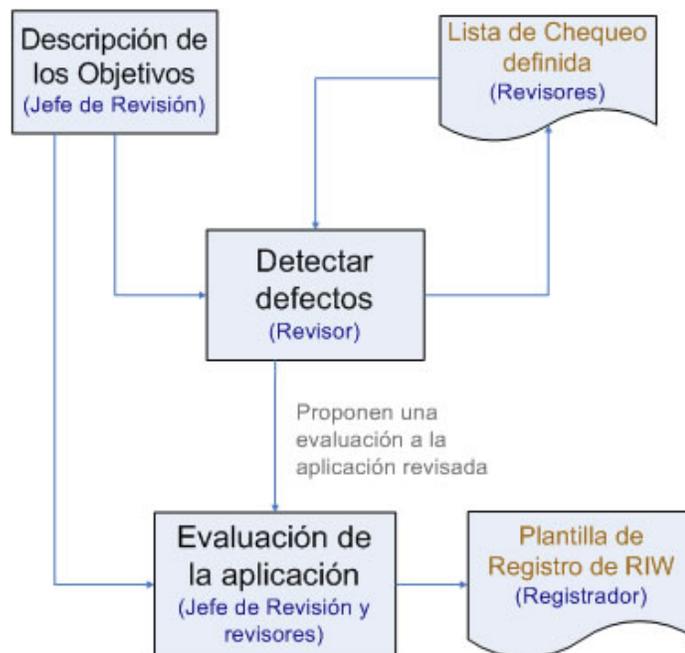
4. El registrador debe actualizar la plantilla de Registro de Revisiones de Interfaz Web (Anexo 8).

5. Al final de la revisión, el jefe de la revisión y algunos revisores deciden si:

- Aceptan el producto sin posteriores modificaciones.
- Rechazan el producto debido a los serios errores encontrados (Ha de planificarse otra revisión).
- Aceptan el producto provisionalmente (Se han encontrado errores menores que deberán ser corregidos, puede realizarse una posterior revisión para chequearlos).

6. Una vez tomada la decisión, los participantes firman, indicando así que están de acuerdo con la evaluación dada.

En el siguiente esquema se refleja este proceso:



**Figura 13: Revisiones de Interfaz Web**

## **7.5.5 Revisiones de Proyecto**

Estas revisiones se centran en el chequeo del proceso de desarrollo de software, lo cual incluye gestión de personal, desarrollo de cronograma, cumplimiento de los planes establecidos, etc. Constituye una forma de chequear la correspondencia entre la planificación definida y la realizada.

### **7.5.5.1 Revisiones de Control de Avance**

Se incluyen como una forma de asegurar que se siga el cronograma establecido para el desarrollo de las actividades en cada flujo de trabajo e iteración, en caso de no ser respetado este cronograma sería registrado en la plantilla correspondiente. Esta revisión permite encontrar los problemas en etapas tempranas del desarrollo, cuando los planes, objetivos y/o asignación de recursos parecen irreales, por lo que será usada como apoyo del líder de proyecto, para llevar un control de la planificación y el cumplimiento del cronograma [ANTONIO, 2001].

#### ***7.5.5.1.1 Procedimiento para realizar las Revisiones de Control de Avance***

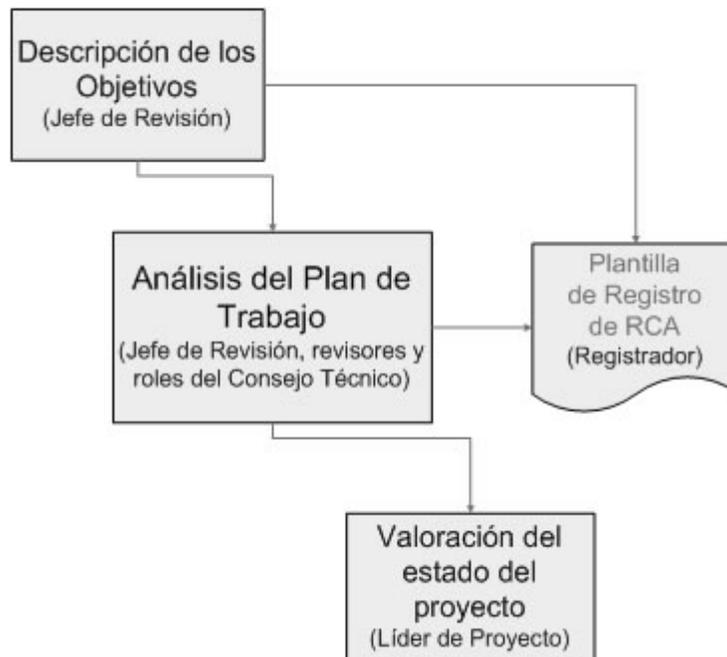
Este tipo de revisiones tiene sus particularidades, pues en la misma se va a medir el progreso del proyecto en función del cumplimiento del cronograma real. Para ello es necesario contar con el plan de trabajo definido para cada fase, que el responsable le debe entregar al líder de proyecto antes del comienzo de cada fase. En el mismo se recogerán las actividades que se deben realizar en el tiempo que se tiene que cumplir el hito. Anexado a este plan debe entregarse un informe que explique la estrategia para cumplir dicho hito, es decir, la estrategia de trabajo. En este informe se deben especificar qué plantillas, normas y metodología se usarán. Este procedimiento forma parte de la estrategia de desarrollo del proyecto, y está debidamente documentado.

1. La revisión debe acogerse a las siguientes restricciones:

- En la reunión de revisión estarán presentes los miembros del consejo técnico del proyecto.
- Los planes de trabajo correspondientes a cada fase se deben enviar con antelación, como se establece en la estrategia de desarrollo del proyecto.
- Una revisión no debe exceder las 2 horas.

2. La Revisión de Proyecto debe comenzar con una explicación del jefe de revisión sobre los objetivos de la misma.
3. A continuación se hace un análisis del cumplimiento de las actividades definidas en los planes y estrategias de trabajo de cada subsistema de desarrollo, señalando las deficiencias y destacando los resultados.
4. El registrador documenta la realización de la revisión en la plantilla de Registro de Control de Avance (Anexo 9).
5. Al final de la revisión, el líder de proyecto debe hacer una valoración crítica del estado del proyecto, y proponer una evaluación del mismo que deberán respaldar o rechazar el resto de los participantes.
6. Una vez tomada la decisión, los participantes firman, indicando su participación en la revisión, y su aprobación de la evaluación dada.

En la siguiente figura se ilustra este proceso:



**Figura 14: Revisiones de Control de Avance**

### **7.5.5.2 Revisiones de Control de Reuniones**

Con las siguientes revisiones se pretende llevar un control de la realización de las reuniones definidas como parte del plan de trabajo de cada rol, o de cada nivel en el desarrollo del proyecto. Esto permitirá llevar un registro de los incumplimientos, así como los problemas detectados y otras observaciones. En cada reunión planificada debe estar presente un miembro del equipo de calidad, que será el encargado de llevar acabo la revisión, de acuerdo al procedimiento detallado a continuación.

#### ***7.5.5.2.1 Procedimiento de realización de Revisiones de Control de Reuniones***

1. La revisión debe acogerse a las siguientes restricciones:

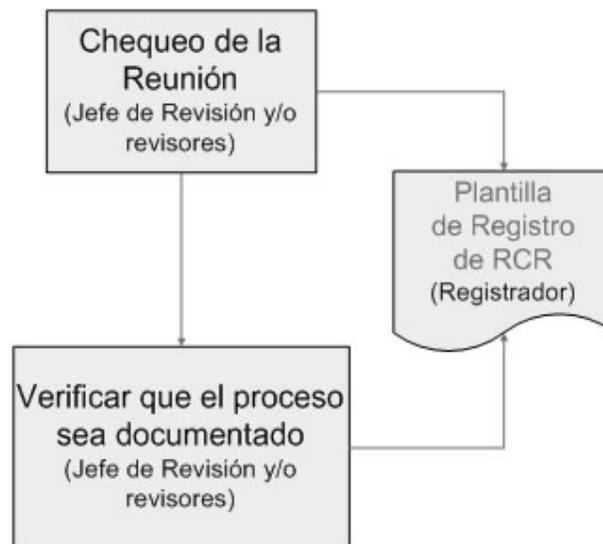
- Se chequeará la asistencia de al menos un registrador técnico.
- Se verifica que se actualicen los datos en el acta correspondiente, según avance la reunión.
- La revisión debe durar tanto como dure la reunión efectuada.
- Verificar que la reunión comience con una explicación del responsable sobre los objetivos de la misma.

- En caso de que surjan actividades o acciones pendientes a realizar el escritor técnico debe documentarlas.

2. Una vez que se concluya la reunión el escritor técnico tiene 24 horas para subir el acta al repositorio, y el revisor debe garantizar que esto se cumpla.

3. Una vez concluida la revisión el revisor, deberá además, dejar constancia de su participación, y emitir un criterio al respecto.

En la siguiente figura se ilustran estos pasos:



**Figura 15: Revisiones de Control de Reuniones**

## ***7.6 Resumen de la estrategia propuesta***

La aplicación o utilización de la estrategia propuesta, debe hacerse según los lineamientos establecidos en la misma, por lo que se debe garantizar:

- Realizar los tipos de revisiones y auditorías que se especifican y describen anteriormente.
- Seguir los procedimientos descritos para su ejecución.
- Intervención de los roles descritos.

- Utilización de los mecanismos de registro definidos.
- Planificación de las actividades.

En la siguiente figura se muestran los aspectos que componen la estrategia propuesta.



**Figura 16: Elementos que componen la estrategia**

En la siguiente tabla se muestra la organización de la estrategia propuesta, según las actividades, los procesos definidos, las plantillas y listas de chequeo a utilizar, de forma que pueda ser fácilmente comprendida y utilizada.

**Tabla 9: Procedimiento y Mecanismos de Registro definidos en la Estrategia**

Procedimiento de realización	Mecanismos de Registro y Realización	
	Plantillas	Lista de Chequeo
<b>Revisiones Técnicas Formales</b>		
Procedimiento de Revisión Técnica Formal. <i>Epígrafe 7.5.2.1</i>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Plantilla de Registro de Revisiones Técnicas Formales</li> <li>- Plantilla de Evaluación del Artefacto</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Lista de chequeo de Arquitectura (v1.0)</li> <li>- Lista de chequeo Requisitos (v1.0)</li> </ul>

		<ul style="list-style-type: none"> <li>- Lista de chequeo Modelo del Negocio (v1.0)</li> <li>- Lista de chequeo de Análisis y Diseño (v1.0)</li> <li>- Lista de chequeo Implementación (v1.0)</li> <li>- Lista de chequeo Pruebas (v1.1)</li> </ul>
<b>Revisiones de Documentación</b>		
Procedimiento de Revisiones de Liberación. <i>Epígrafe 7.5.3.1.1</i>	- Plantilla de Registro de Revisiones de Documentación	Lista de chequeo (ALBET)
Procedimiento de Revisiones Internas. <i>Epígrafe 7.5.3.1.1</i>	- Plantilla de Registro de Revisiones de Documentación	Lista de Chequeo (CICPC)
<b>Revisiones de Aplicación Web</b>		
Procedimiento de Revisiones de Interfaz Web. <i>Epígrafe 7.5.4.1.1</i>	- Plantilla de Registro de Revisiones de Interfaz Web	Lista de chequeo de Revisiones de Interfaz Web (v1.0)
<b>Revisiones de Proyecto</b>		
Procedimiento de Revisiones de Control de Avance. <i>Epígrafe 7.5.5.1.1</i>	- Plantilla de Registro de Control de Avance	(-)
Procedimiento de Revisiones de Control de Reuniones. <i>Epígrafe 7.5.5.2.1</i>	- Plantilla de Registro de Control de Reuniones	(-)
<b>Auditorías</b>		
Procedimiento de Auditorías sobre la política Calidad. <i>Epígrafe 7.4.3.1</i>	- Plantilla de Auditorías de la Política de Calidad (APC)	Lista de Chequeo del Manual de Calidad (v1.1)
Procedimiento de Auditorías del Sistema Organizacional.	- Plantilla de Auditorías sobre la Organización (ASO)	Lista de Chequeo del Manual de Calidad (v1.1)

<i>Epígrafe 7.4.5.1</i>		
Procedimiento de Auditorías del Sistema Documental. <i>Epígrafe 7.4.4.1</i>	- Plantilla de Auditorías del Sistema Documental	Lista de Chequeo del Manual de Calidad (v1.1)
Procedimiento de Auditorías de Control de Revisiones. <i>Epígrafe 7.4.5.1</i>	- Plantilla de Auditorías de Control de Revisiones	(-)

**Tabla 10: Planificación y Roles definidos en la Estrategia**

<b>Actividad</b>	<b>Roles</b>	<b>Planificación</b>
Revisiones	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Jefe de Revisión</li> <li>- Revisor (es)</li> <li>- Desarrollador (es)</li> <li>- Documentador (es)</li> <li>- Planificador</li> </ul> <i>Epígrafe 7.5.1</i>	De acuerdo a la fecha de creación de los artefactos y entregables, definidos en el cronograma del proyecto. <i>Epígrafe 7.3.2</i>
Auditorías	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Jefe de Auditoría</li> <li>- Auditores</li> <li>- Auditado (s)</li> </ul> <i>Epígrafe 7.4.1.1</i>	Para el final de cada fase (Según el cronograma del proyecto CICPC) <i>Epígrafe 7.3.3</i>

## **7.7 Conclusiones**

La estrategia definida en este trabajo, proporcionará la definición y planificación para el establecimiento de actividades de control que permitan evaluar determinados artefactos o procesos, registrar los datos necesarios y en base a ello tomar las acciones pertinentes.

Las características de las revisiones, que se van a establecer, varían según su alcance y objetivos, y atacan las áreas más vulnerables dentro de cada elemento a revisar. Por otra parte, las auditorías definidas en la estrategia, complementan el proceso de control de la calidad, ya que permiten examinar la concordancia entre los objetivos de calidad planteados y los establecidos, así como el correcto

seguimiento de la planificación definida para el desarrollo de las tareas de evaluación y seguimiento de la calidad.

## ***Capítulo 3. Aplicación de la propuesta definida***

### **8.1 Introducción**

En el presente capítulo se explica la forma en que fueron aplicadas algunas de las actividades que conforman la estrategia propuesta, en los casos de estudio desarrollados como parte del entrenamiento para enfrentar la producción del proyecto CICPC. Además se hace un análisis del seguimiento que se le puede dar a la aplicación de las actividades de control de la calidad, una vez que se comiencen a aplicar en el proyecto. Para finalizar el capítulo se detalla el proceso de validación, por el método de criterio experto, utilizado para examinar la posible eficacia de la estrategia que se propone.

#### **8.1.1 Casos de Estudio**

Como parte de los procesos iniciales del proyecto CICPC fueron desarrolladas dos aplicaciones Web: para el control de los datos de los estudiantes del proyecto y para la gestión del soporte técnico. A continuación se describen estos casos de estudio, en dependencia de las funcionalidades que brinda cada uno.

##### **8.1.1.1 Caso de Estudio Soporte Técnico**

El desarrollo del caso de estudio Soporte Técnico brinda una alternativa a la gestión del mantenimiento y soporte del software y hardware disponible en el proyecto. Mediante el acceso a una aplicación Web, los usuarios pueden enviar sus solicitudes, una vez que se registren, y los administradores pueden gestionar de forma rápida y eficiente estas peticiones.

Si se autentifica un usuario, sólo tendrá acceso a las funcionalidades que brinda la aplicación para el proceso de solicitudes; en el caso de los administradores podrán monitorear el proceso revisando estas peticiones.

Un usuario que se registre en la aplicación puede realizar solicitudes, mientras que un usuario con privilegios administrativos puede además:

1. Revisar cada solicitud y darle respuesta a las mismas lo antes posible.
2. Mantener todas las actualizaciones del software necesario en el Proyecto.

3. Cuantificar los medios de los laboratorios del proyecto, y saber el estado actual de cada uno de estos medios.

### **8.1.1.2 Caso de Estudio Ficha Técnica**

Ficha Técnica surge como solución a una problemática real del Proyecto CICPC, dada la necesidad de controlar los datos de cada estudiante. Es una aplicación Web implementada sobre la Plataforma J2EE, y desarrollada de acuerdo a la metodología establecida por RUP.

La aplicación consta de un módulo Administrativo, en el cual se controla todo lo referente a la seguridad y accesibilidad del sistema, y varios módulos de Gestión en los que se implementaron las funcionalidades referentes al desempeño del estudiante: Desempeño Investigativo, Docente, Cursos Optativos, entre otras, además de tener registrados los datos personales de cada estudiante.

El sistema está implementado para que el usuario final del producto tenga privilegios administrativos, o sea, los estudiantes de los cuales se tienen registrados los datos, solo podrán acceder a la aplicación para ver su información, y no podrán efectuar ningún cambio sobre la misma.

## **8.2 Aplicación de las actividades de control a los Casos de Estudio**

Como parte de las tareas definidas para el desarrollo del proceso investigativo, que permitió la creación de la presente estrategia, se tiene la aplicación en los casos de estudio mencionados, de algunas de las actividades de control propuestas para ser establecidas durante el desarrollo del proyecto. Esto se debe a que la estrategia ha sido creada teniendo en cuenta las características y el cronograma del proyecto. Para llevar a cabo esta tarea se han escogido las actividades que pueden ser realizadas con menor tiempo de planificación, y de acuerdo a los artefactos generados en cada caso de estudio.

Se han aplicado las siguientes actividades:

- Revisiones de Documentación
- Revisiones de Interfaz Web
- Auditorías de Control de Revisiones

## **8.2.1 Aplicación de Revisiones de Documentación**

En el desarrollo de los casos de estudio mencionados se generó la documentación necesaria para la realización de las actividades correspondientes a los distintos flujos de trabajo. Dicha documentación fue objeto de revisiones, efectuadas por miembros del proyecto.

### **8.2.1.1 Revisiones de Documentación a Soporte Técnico y Ficha Técnica**

Las Revisiones de Documentación se le realizaron a estos casos de estudio, con el objetivo de verificar que la documentación generada en ambos se ajuste a las plantillas definidas en el proyecto, y comprobar además si presenta defectos. Para ello se confeccionó una lista de chequeo que se basa en las pautas establecidas y debidamente documentadas para la creación de documentos, en la Plantilla CICPC, Anexo 19. Estas revisiones se efectuaron para asegurarse de que los documentos creados cumplan lo establecido. De esta forma se puede evitar que se cometan los mismos errores en casos de estudio posteriores, o cuando se comience la producción en el proyecto.

## **8.2.2 Aplicación de Revisiones de la Interfaz Web**

Las aplicaciones Web, constituyen el principal resultado en el desarrollo de los casos de estudio; a estas aplicaciones se les realizaron revisiones de Interfaz Web. En estas revisiones se chequearon los requerimientos que no habían sido probados mediante la realización de la pruebas.

Esto se efectuó teniendo en cuenta una lista de chequeo definida para este caso de estudio en específico, de acuerdo a los requisitos no funcionales que se pueden medir directamente en la Interfaz Web.

### **8.2.2.1 Revisiones de Interfaz Web a Soporte Técnico y Ficha Técnica**

Las revisiones de Interfaz Web realizadas a los casos de estudio se hicieron teniendo en cuenta las listas de chequeo definidas para estos propósitos. En el caso de Soporte Técnico Anexo 21, y para Ficha Técnica Anexo 22.

Estas listas de chequeo fueron actualizadas a medida que se desarrollaron las revisiones, por parte de los revisores, rol para el cual fueron seleccionados algunos integrantes del proyecto. Estas listas de chequeo

constituyen un registro de los defectos detectados, adaptado específicamente al caso de estudio en cuestión, y la descripción de sus RNF<sup>10</sup>.

### **8.2.3 Aplicación de Auditorías de Control de Revisiones**

Con la puesta en práctica de esta auditoría se verificó la realización de las revisiones planificadas a los casos de estudio. Para ello el equipo de auditores participó directamente en la realización de las Revisiones de Documentación y de Interfaz Web, evaluando el proceso desarrollado y registrando los datos asociados en la plantilla ACR, Anexo 4.

### **8.3 Resultados y propuesta de medidas correctivas**

A continuación se listan los principales problemas detectados en la ejecución de las revisiones y las auditorías, y las acciones correctivas acordadas al respecto.

#### **Principales problemas detectados en la aplicación de las Revisiones de Documentación:**

- Existe poca concordancia entre la documentación generada y las plantillas establecidas.
- Existe desorganización en cuanto a la aprobación de la documentación generada.
- Los roles involucrados en el desarrollo de los documentos en ocasiones desconocen las pautas establecidas para ello, o no tienen suficiente información al respecto.

#### **Acciones a realizar para contrarrestarlos:**

- Realizar las revisiones de forma sistemática para detectar defectos o incoherencias en la documentación generada, con suficiente tiempo para corregirlos.
- Establecer un mecanismo de información a los involucrados en el desarrollo de los documentos, de forma tal que tengan pleno conocimiento al respecto.
- Exigir el cumplimiento de las pautas de documentación aprobadas en el proyecto.

#### **Principales problemas detectados en la aplicación de las Revisiones de Interfaz Web:**

- Se detectaron no conformidades en las aplicaciones revisadas, en función de los requisitos no funcionales asociados.

---

<sup>10</sup> Requisitos No Funcionales

**Acciones a realizar para contrarrestarlos:**

- Realizar las revisiones de Interfaz de forma sistemática, para que las no conformidades detectadas puedan ser corregidas a tiempo.

**Principales problemas detectados en la aplicación de las Auditorías de Control de Revisiones:**

- Falta de disciplina por parte de los revisores implicados en la tarea.
- Falta de información respecto a la planificación de las revisiones auditadas.
- Se extendió la duración de las revisiones más tiempo de lo previsto.

**Acciones a realizar para contrarrestarlos:**

- Exigir el cumplimiento de las revisiones planificadas como parte del cronograma de desarrollo del proyecto, de forma que se respete su planificación.
- Motivar a los involucrados en las revisiones a desarrollar estas actividades con responsabilidad, esto puede ser mediante el desarrollo de talleres o intercambios de opiniones.

**8.3.1 Detección y seguimiento de defectos**

Para el seguimiento de defectos se han determinado algunas medidas, en dependencia de la actividad que se desarrolle. Los defectos detectados en las revisiones y formalizados también en una Solicitud de Cambio tendrán un seguimiento para asegurar la conformidad en la solución de dichas deficiencias, además se llevarán a cabo las siguientes acciones para el seguimiento de defectos:

- Los datos de cada revisión efectuada deben estar disponibles, permitiendo tener un control sobre los defectos registrados, y posibilitar su corrección.
- Los defectos registrados, servirán de retroalimentación para las revisiones sucesivas que se le realicen a los artefactos.
- Notificar a los máximos responsables del proyecto, sobre el proceso de detección de defectos y su posterior corrección, para que puedan supervisarlos directamente.

En el caso de las auditorías se determinaron las siguientes acciones:

- Reunirse con el equipo de auditores para analizar, según los problemas detectados, los principales aspectos en que se deben enfocar.
- Las auditorías serán realizadas por miembros del consejo técnico, o por un grupo de personas seleccionadas especialmente para ello, en ambos casos se debe garantizar que los resultados sean analizados con el equipo de desarrollo.
- Los datos de cada auditoría efectuada deben estar disponibles, permitiendo tener un control sobre los problemas detectados, y posibilitar fundamentos para su análisis y corrección.
- En caso de que se tomen decisiones por parte del líder de proyecto, en base a los resultados de las auditorías, deben ser informadas al resto de los miembros del proyecto.
- Si se detectan problemas críticos en la realización de las auditorías estas se planificarán con mayor frecuencia.

### **8.3.2 Valoración de los resultados de la aplicación de las actividades de control**

Los problemas detectados durante la ejecución de las actividades de control a los casos de estudio, y para lo cual se detallan acciones correctivas, servirán de punto de partida para la aplicación de estas actividades, una vez que comience a desarrollarse el proyecto; pues definen una línea de acción que permitirá fortalecer los aspectos vulnerables encontrados.

Con la aplicación de las actividades de control de la calidad, definidas en este trabajo, se logró su objetivo fundamental: facilitar el proceso de detección de defectos e identificar desviaciones respecto al cumplimiento de los propósitos establecidos, siendo este proceso aplicado una aproximación de los posibles resultados en el proyecto.



**Figura 17: Aplicación de las Actividades de Control**

Como se muestra en la figura 12, la aplicación de las actividades de control desencadena un conjunto de acciones que posibilitan mejoras potenciales en el proceso de desarrollo de software.

### **8.3.3 Actividades no aplicadas**

El procedimiento para la aplicación de las RTF contiene la premisa de que las mismas sean realizadas por expertos técnicos o especialistas, en dependencia del artefacto a revisar. Debido a que los expertos técnicos que pueden realizar las RTF no se encontraban en la Universidad durante el período planificado para las revisiones de los casos de estudio, estas actividades no se han podido ejecutar con todo el peso que conllevan. Sin embargo todas las cuestiones referentes a la preparación y realización de las RTF han sido definidas, documentalmente precisadas y validadas por expertos.

Las revisiones de Proyecto se aplicarán una vez que el cronograma de trabajo definido para el desarrollo del proyecto comience a funcionar. Esto se medirá directamente en función de las tareas que se desarrollen en el proyecto. Una vez que el equipo de desarrollo comience a trabajar según la planificación

de las actividades de cada rol o subsistema, se hará un seguimiento del avance del proyecto, en función de las fechas de cumplimiento establecidas con antelación, así como el chequeo de la realización de las reuniones planificadas.

Entre las auditorías del Sistema de Calidad que no fueron objeto de aplicación se encuentran: Auditoría del Sistema Documental de Calidad, Auditoría de la Política de Calidad y Auditoría sobre el Sistema Organizacional. Estas auditorías mencionadas corresponden a verificaciones sobre el Manual de Calidad, en el cual deben estar documentalmente precisadas todas las cuestiones referentes a la gestión de la Calidad, una vez que comience a desarrollarse el proyecto. Este Manual se encuentra en etapa de elaboración, por lo que no han podido aplicarse estas actividades con todo el peso que conllevan, aunque si está precisado su procedimiento y características, para que puedan ser aplicadas posteriormente.

#### **8.4 Validación de la estrategia diseñada según el criterio de expertos**

La propuesta presentada en el capítulo 2 se validó a través del criterio de expertos, para comprobar la efectividad de la concepción teórica y aplicación práctica de la investigación. Este proceso se desarrolla mediante una metodología cuyos pasos se explican más adelante. A continuación se detallan las acciones que se llevaron a cabo para completar la evaluación requerida, selección de la metodología y los expertos, elaboración del cuestionario, y un análisis estadístico y cualitativo de la información obtenida.

##### **8.4.1 Introducción al criterio de expertos**

Se entiende por experto, tanto al individuo en sí como a un grupo de personas u organizaciones capaces de ofrecer valoraciones conclusivas de un problema, y hacer recomendaciones respecto a sus momentos fundamentales con un máximo de competencia [POLLÁN, 2003], [URIZARRI, 2004].

La evaluación se realiza a través de un sistema de procedimientos organizados, lógicos y estadístico – matemáticos, dirigidos a obtener la información procedente de los especialistas para ser analizadas posteriormente, con el objetivo de tomar decisiones confiables.

Los pasos a seguir, para la aplicación de un método que permita la evaluación del modelo teórico propuesto, son [URIZARRI, 2004]:

1. Elaboración del objetivo

2. Selección de los expertos
3. Elección y ejecución de la metodología
4. Procesamiento de la Información

### **8.4.2 Objetivo de la utilización del criterio experto**

Mediante la aplicación de una metodología que permita un criterio de evaluación a través de expertos, se pretende:

- Obtener una valoración de la propuesta definida en la presente investigación.
- Validar la estrategia para ser aplicada posteriormente a un proyecto en desarrollo.
- Examinar desde varias perspectivas los posibles resultados de aplicación de la propuesta.

La evaluación de un experto depende considerablemente de su calificación científica técnica, su experiencia profesional, preparación, conocimiento y especialización en el tema objeto de investigación; de acuerdo con esto, las opiniones de los expertos se analizan como magnitudes aleatorias y se valoran mediante métodos estadísticos.

### **8.4.3 Proceso de selección de expertos**

Este proceso es de vital importancia para el desarrollo del método seleccionado. En las personas escogidas debe apreciarse profesionalismo, capacidad de análisis y que posean amplitud de enfoques para examinar la propuesta presentada [ASTIGARRAGA, 2002], y que les permita dar una valoración imparcial. Es importante también su disposición a participar en esta actividad y su nivel de competencia [POLLÁN, 2003]. Los expertos se escogieron teniendo en cuenta lo anteriormente planteado y su experiencia profesional en el campo de aplicación de la Calidad. Algunos de estos expertos no están vinculados directamente con el proceso productivo de la UCI, pero su aceptación de la concepción teórica de la propuesta presentada, es tan importante como la del resto de los expertos que sí están vinculados directamente a la UCI. De esta forma se garantiza que se valide la estrategia desde una perspectiva más amplia, y por lo tanto, más confiable.

El nivel de competencia de cada experto es el nivel de calificación en una determinada esfera del conocimiento, por lo que no se puede estimar a simple vista. En la determinación del grado de competencia se utiliza la autovaloración por el propio experto. Esto consiste en proponer a los candidatos a expertos que elaboren la autoevaluación de sus conocimientos relacionados con el tema que será objeto

de enjuiciamiento [URIZARRI, 2004]. Los pasos de realización de este proceso se describen a continuación.

#### **8.4.3.1 Cantidad de expertos a seleccionar**

Aunque no hay forma de determinar el número óptimo de expertos para participar en una evaluación, en la bibliografía consultada [COCHRAN, 1970] se señala que es necesario un mínimo de siete expertos, pues el error disminuye notablemente por cada experto añadido hasta llegar a los siete expertos. Por otra parte no es aconsejable recurrir a más de 30 expertos, pues la mejora en la previsión es muy pequeña y normalmente el incremento en coste y trabajo de investigación no compensa la mejora.

#### **8.4.4 Elección de la metodología**

Se seleccionó la metodología de Preferencia, por su exactitud, objetividad y rapidez. En ésta, los expertos ubican los aspectos evaluados en una encuesta, según el nivel de calidad que refleje o manifieste el resultado de la investigación objeto de análisis.

#### **8.4.5 Elaboración de la encuesta**

La encuesta ha sido elaborada teniendo en cuenta los elementos a examinar, y un conjunto de indicadores que permitan un posterior análisis de los resultados. Para evaluar el nivel de competencia de cada experto se creó el cuestionario 1, Anexo 24, y una vez que se seleccionaron los expertos competentes, de acuerdo al análisis del nivel de competencia, se utilizó el cuestionario 2, Anexo 25, para establecer la validación de los principales aspectos de la propuesta.

#### **8.4.5.1 Determinación del coeficiente de competencia**

La competencia de los expertos se determina por el coeficiente K, el cual se calcula de acuerdo con la opinión del candidato sobre su nivel de conocimiento acerca del problema que se está resolviendo, y respecto a las fuentes que le permiten argumentar sus criterios. El coeficiente K se calcula con la siguiente expresión:

$$K = 1/2 (Kc + Ka)$$

Donde:

Kc = Coeficiente de conocimiento que tiene el experto sobre el tema en cuestión

Ka = Coeficiente de argumentación o fundamentación de los criterios del experto

**Calculando Kc:**

El coeficiente de conocimiento está en dependencia de la autovaloración del experto respecto a su nivel de conocimientos, en base a una escala (Anexo 24). En esta escala ascendente un 0 equivale a total desconocimiento y el 1 equivale a un pleno conocimiento de la problemática evaluada; entre estos valores límites hay 9 valores intermedios, y el experto deberá marcar el que considere pertinente. El número resultante se multiplica por 0,1. De esta forma se obtiene Kc, donde  $0 \leq Kc \leq 1$ . A partir de ello se obtuvo el siguiente resultado:

**Tabla 11: Coeficiente de Conocimiento**

Experto	Kc
1	0,7
2	0,9
3	0,5
4	0,6
5	0,8
6	0,8
7	0,9
8	0,7
9	0,5
10	0,9
11	0,9
12	0,8

**Calculando Ka:**

Este coeficiente de argumentación se obtiene como resultado de la suma de los puntos alcanzados, a partir de la siguiente tabla patrón:

**Tabla 12: Coeficiente de Argumentación**

Fuentes de Argumentación	Grado de influencia de cada una de las fuentes		
	ALTO	MEDIO	BAJO
Análisis teóricos realizados	0.3	0.2	0.1
Experiencia obtenida	0.5	0.4	0.2
Trabajos o investigaciones de autores nacionales	0.05	0.05	0.05
Trabajos o investigaciones de autores internacionales	0.05	0.05	0.05
Conocimiento del estado actual del problema	0.05	0.05	0.05
Intuición	0.05	0.05	0.05
<b>Total</b>	<b>1</b>	<b>0.8</b>	<b>0.5</b>

### Nota

Al experto se le presenta esta tabla sin cifras para que marque con una (x) el grado de influencia de las fuentes, de acuerdo a los niveles ALTO, MEDIO y BAJO. Posteriormente utilizando los valores que aparecen en la tabla patrón se determina el valor de  $K_a$  para cada aspecto.

Si  $K_a = 1$ , esto implica una influencia alta del total de fuentes

Si  $K_a = 0.8$ , influencia media del total de fuentes

Si  $K_a = 0.5$  influencia baja del total de fuentes

Del resultado de la aplicación de la tabla anterior (Anexo 24) los expertos, se obtuvo la siguiente información:

**Tabla 13: Resultados del Coeficiente de Argumentación ( $K_a$ )**

Expertos	A	B	C	D	E	F	$K_a$
1	0,1	0,4	0,05	0,05	0,05	0,05	0,7
2	0,2	0,5	0,05	0,05	0,05	0,05	0,9
3	0,2	0,4	0,05	0,05	0,05	0,05	0,8
4	0,2	0,4	0,05	0,05	0,05	0,05	0,8
5	0,3	0,4	0,05	0,05	0,05	0,05	0,9
7	0,3	0,5	0,05	0,05	0,05	0,05	1
8	0,2	0,5	0,05	0,05	0,05	0,05	0,9
9	0,1	0,5	0,05	0,05	0,05	0,05	0,8

10	0,1	0,5	0,05	0,05	0,05	0,05	0,8
11	0,2	0,4	0,05	0,05	0,05	0,05	0,8
12	0,3	0,5	0,05	0,05	0,05	0,05	1

### Calculando K:

Con los valores obtenidos de  $Kc_i$  y  $Ka_i$ , se puede calcular el coeficiente de competencia, K.

$$K_i = 1/2 (Kc_i + Ka_i)$$

Una vez calculado  $K_i$ , si:

$0.8 \leq K_i \leq 1 \Rightarrow$  K es alto, el Experto (i) tiene competencia alta.

$0.5 \leq K_i < 0.8 \Rightarrow$  K medio, el Experto (i) tiene competencia media.

$0 \leq K_i < 0.5 \Rightarrow$  K es bajo, el Experto (i) tiene competencia baja.

Se obtuvieron los siguientes resultados, para el cálculo del coeficiente de competencia (K):

Experto	Fórmula	Resultado ( $K_i$ )	Interpretación
1	$\frac{1}{2}(0,7 + 0,7)$	0,7	Medio
2	$\frac{1}{2}(0,9 + 0,9)$	0,9	Alto
3	$\frac{1}{2}(0,5 + 0,8)$	0,65	Medio
4	$\frac{1}{2}(0,6 + 0,8)$	0,7	Medio
5	$\frac{1}{2}(0,8 + 0,9)$	0,85	Alto
6	$\frac{1}{2}(0,8 + 0,7)$	0,75	Medio
7	$\frac{1}{2}(0,9 + 1,0)$	0,95	Alto
8	$\frac{1}{2}(0,7 + 0,9)$	0,8	Alto
9	$\frac{1}{2}(0,5 + 0,8)$	0,65	Medio
10	$\frac{1}{2}(0,9 + 0,8)$	0,85	Alto
11	$\frac{1}{2}(0,9 + 1,0)$	0,95	Alto
12	$\frac{1}{2}(0,8 + 0,8)$	0,8	Alto

### 8.4.6 Expertos Seleccionados

Finalmente se contó con la participación de 12 expertos. Una vez que se seleccionaron los expertos a participar, se les hizo la petición formalmente por correo, explicándoles el objetivo y la necesidad de su participación en el proceso.

### 8.4.7 Aplicación y análisis de la segunda encuesta

Luego de contar con la respuesta de los expertos en la segunda encuesta (Anexo 25), se procesaron estos criterios. En la siguiente tabla se muestran los resultados de la determinación del coeficiente de conocimiento.

**Tabla 14: Coeficiente de Conocimientos**

Experto	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
KC	0,7	0,9	0,5	0,6	0,8	0,8	0,9	0,7	0,5	0,9	0,9	0,8

Seguidamente se aplicó la segunda encuesta (Anexo 25), que contiene los aspectos que los expertos valorarán en base a la siguiente calificación:

**Tabla 15: Posibles Evaluaciones**

Evaluación	Equivalente
5	Excelente
4	Muy Bien
3	Bien
2	Regular
1	Mal

Los aspectos evaluados fueron los siguientes:

Aspecto I: Objetivo de la estrategia

Aspecto II: Posición teórica que sustenta la estrategia

Aspecto III: Mecanismos de registro de las actividades de control

Aspecto IV: Claridad y completitud en los procedimientos definidos

Aspecto V: Aporte práctico de la propuesta

**Tabla 16: Evaluación de los aspectos**

Experto	I	II	III	IV	V
1	4	3	4	4	3
2	5	5	5	5	5
3	5	5	2	1	3
4	4	3	3	2	2
5	1	1	2	2	1
6	5	5	3	3	4
7	5	5	5	4	5
8	4	4	4	3	3
9	5	4	5	5	5
10	5	4	5	3	4
11	5	4	4	3	5
12	4	5	3	4	3

A partir de los datos enunciados anteriormente, según el criterio de los expertos, se utiliza la Prueba de W de Kendall (O coeficiente de concordancia de Kendall) para determinar el nivel de concordancia entre los criterios enunciados [RIVERO, 2005]. Para ello se define la siguiente hipótesis:

Hipótesis de Nulidad,  $H_0$  = Concordancia Nula, es decir, no existe concordancia entre los expertos.

Hipótesis Alternativa,  $H_1$ , es decir, sí existe concordancia entre los criterios emitidos por los expertos.

La Prueba de W de Kendall observa la variabilidad de los  $R_j$ . Donde,  $R_j$  es la suma total de los valores asignados por aspectos. De esta forma, cuando la concordancia entre los expertos es perfecta, la variabilidad entre los  $R_j$  es máxima. Y cuando la variabilidad es mínima la concordancia es nula.

A partir de esto se plantea:

$$S = 12 \sum_{i=1}^N R_i - \frac{K(N+1)}{2}$$

Donde S es la desviación del valor medio de los criterios emitidos, calculado a partir de la fórmula anterior.

A continuación se desarrolla el coeficiente de concordancia W de Kendall, mediante la siguiente fórmula:

$$W = \frac{12 \sum_{i=1}^n R_i^2}{K^2 N(N^2 - 1)} - \frac{3(N+1)}{N-1}$$

Para el cálculo de estos valores se utilizó la herramienta SPSS, una herramienta de análisis estadístico. En la misma se introducen los datos de los valores dados en cada aspecto. En el menú se selecciona: **Analizar->Pruebas no paramétricas->K muestras relacionadas**, y a partir de ahí se seleccionan los aspectos a incluir en el cálculo. Este procedimiento nos mostró en el Visor de Resultados las siguientes tablas:

Ranks	
	Mean Rank
P1	3.88
P2	3.13
P3	3.17
P4	2.25
P5	2.58

**Figura 18: Valor de la Media para cada aspecto**

Test Statistics	
N	12
Kendall's W <sup>a</sup>	.213
Chi-Square	10.230
df	4
Asymp. Sig.	.037

**Figura 19: Resultados estadísticos**

En la figura 13 se representa el valor de la media para cada aspecto evaluado. En la figura 14, se señala el resultado de la Significación Asintótica, que es de 0,037. Comparando este valor con 0,05 (Nivel de significación más usado) se deduce que  $0,037 < 0,05$ , por lo tanto se puede rechazar la Hipótesis de Concordancia Nula ( $H_0$ ) y aceptar la Hipótesis alternativa ( $H_1$ ), es decir, que sí existe concordancia entre los criterios emitidos por los expertos.

#### **8.4.8 Valoración de los criterios enunciados por los expertos**

Una vez aplicados los cuestionarios (Anexo 24 y Anexo 25) a los expertos se analizaron los criterios que dieron respuesta a las interrogantes planteadas. Esto se detalla a continuación.

En el segundo cuestionario que se les aplicó a los expertos (Anexo 25), los mismos debían incluir una valoración sobre la necesidad de incorporar un proceso de control de la calidad, en el desarrollo de un proyecto de software. A continuación se mencionan algunos de los principales criterios enunciados por los expertos sobre este tema:

- Sin un mecanismo para controlar, documentar y evaluar la calidad en cada proceso del desarrollo del software no es posible conocer y determinar si el producto final tiene o no calidad, además de que es de gran utilidad para determinar las deficiencias del trabajo realizado e implementar la mejora continua, y aporta experiencia y conciencia a los especialistas para futuros trabajos.
- El proceso de control y evaluación de la calidad a lo largo de todo el ciclo de vida del proyecto, facilita la detección temprana de defectos. Este aspecto tiene relación directamente proporcional con el costo de desarrollo del producto de software, pues el retrabajo necesario para corregir errores en etapas avanzadas de desarrollo produce altos costos (Recursos materiales, humanos y tiempo). Esto permite elevar la productividad, y obtener una mayor satisfacción de los clientes o usuarios.

Otra de las opiniones dadas por los expertos se refiere a las actividades que se pueden establecer para el proceso de control de la calidad. Respecto a esto se obtuvieron las siguientes ideas:

- Las principales actividades de control de la calidad que se deben establecer en un proyecto de desarrollo de software son las pruebas, las revisiones y las auditorías, aunque existen otras, como las inspecciones, que se pueden utilizar según las necesidades específicas de cada proyecto.

Estas deben ser implementadas en cada momento del proceso de desarrollo, pues las deficiencias de cada etapa influyen en las posteriores.

- Un exceso en las actividades de control de la calidad puede provocar retrasos innecesarios al proyecto, por lo que debe trazarse un plan general o una estrategia para su realización.

En base a las opiniones de los expertos se extrajeron las siguientes recomendaciones para mejorar el proceso de gestión de la calidad:

- Definir las competencias que se desea tengan los miembros del proyecto, según los roles que desempeñan, incluido el equipo de calidad. Además establecer métodos que permitan evaluar la capacitación de cada persona, y planificar acciones para lograr que los integrantes del proyecto cumplan estas competencias.
- Es necesario informar a todos los integrantes del proyecto sobre la importancia de la gestión de la calidad durante todo el ciclo de vida del proyecto, contribuyendo a crear un ambiente de trabajo cooperativo y receptivo ante los señalamientos y correcciones que deban realizarse.
- Introducir la mejora continua en todos los procesos, pues no sólo es suficiente planificar, medir y evaluar la calidad, sino que es necesario analizar las causas de las deficiencias y tomar las acciones necesarias.
- Incluir el uso de técnicas o controles estadísticos para ser utilizados en las revisiones y auditorías.

## **8.5 Conclusiones**

Con la puesta en práctica de algunas actividades de control, a los casos de estudio correspondientes, se obtuvieron resultados que contribuyen a mejorar el proceso de aplicación, una vez que comience a desarrollarse el proyecto. Esto demostró parcialmente que con la detección temprana de defectos y la identificación de los problemas se puede establecer un plan de acción con vistas a la mejora de la calidad del proceso de desarrollo de software. La validación de la propuesta mediante el criterio experto contribuyó a obtener desde una perspectiva más confiable una evaluación de los aspectos comprendidos en la misma, y así estimar el grado de eficacia que tendrá una vez que sea aplicada en el proyecto.

## *Conclusiones*

Para mejorar el proceso de desarrollo de software, y la calidad del producto resultante, se debe establecer un mecanismo que permita controlar la calidad, preferiblemente durante todo el ciclo de vida del software, comprobando el proceso y los artefactos generados en cada etapa.

Después de una exhaustiva investigación, que dio lugar a la definición, puesta en práctica y validación por parte de un grupo de expertos, de la Estrategia de Control de la Calidad mediante Revisiones y Auditorías para el proyecto CICPC, se arribó a las siguientes conclusiones:

- Se definieron los tipos de revisiones y auditorías que se establecerán durante el desarrollo del proyecto CICPC, con su correspondiente procedimiento de realización.
- Se lograron detallar los mecanismos de registro asociados a cada actividad que forma parte de la propuesta, conformando una estrategia de control de la calidad que será establecida en el proyecto.
- Se comprobó, mediante la aplicación parcial de la propuesta creada a los casos de estudio, que las actividades que componen la estrategia posibilitan el proceso de detección de defectos y facilitan las posteriores acciones de corrección al artefacto o proceso revisado.
- El uso de plantillas y listas de chequeo, con el propósito de documentar y guiar cada actividad de control realizada, fue de gran ayuda como constancia de su realización y ubicación de los datos obtenidos.
- Se demostró que si además de las pruebas, se incluyeran otras actividades de control de la calidad para ser implementadas en los proyectos productivos de la UCI se obtendrían resultados más satisfactorios, pues esto permitiría ampliar el proceso de detección de defectos, e incluirlo desde etapas tempranas del desarrollo.

## ***Recomendaciones***

Para mejorar los resultados de la aplicación de la presente propuesta se recomienda:

- Aplicar todas las actividades que se definen en la estrategia, haciendo énfasis en las RTF y las que no han sido realizadas en los casos de estudio.
- Retroalimentar continuamente el proceso establecido con los resultados obtenidos, y si es necesario hacer modificaciones en la estrategia propuesta para mejorar su implantación.
- Incluir las inspecciones como otro tipo de revisiones a realizar en la propuesta definida, y profundizar en el uso de las métricas asociadas.
- Investigar, e intercambiar resultados con otros proyectos productivos de la universidad, para que las actividades definidas en la estrategia puedan ser utilizadas fuera del marco del CICPC.

## *Referencias Bibliográficas*

- [ÁGUILA, 2007] - ÁGUILA, L. C. Principales actividades de Control de la Calidad efectuadas en la empresa SOFTEL. Entrevista realizada a la Especialista de Calidad de la Dirección de Desarrollo de la Empresa SOFTEL, Lucy Cruz Águila.
- [ALONSO, 2003] - ALONSO, E. B. "Control de Calidad: Revisiones Técnicas Formales" [Documento pdf]. España: Universidad de Vigo, [Consultado el: febrero 2007].
- [A. P. GROUP, 2004] - Auditing Practice Group ISO 9001. "Guidance on: The role and value of the audit checklist." [Consultado el: diciembre de 2006].
- [ASTIGARRAGA, 2002] - ASTIGARRAGA, E. "El método Delphi" [Documento pdf]. Universidad de Deusto. Facultad de CC.EE. y Empresariales., [Consultado el: mayo 2007]
- [ANTONIO, 2001] - ANTONIO, A. D. "Gestión, Control y Garantía de la Calidad de Software" [Consultado el: marzo de 2007]. Disponible en:  
<http://www.inf.uach.cl/rvega/asignaturas/info265/apuntes.htm>.
- [BESSIN, 2004] - BESSIN, G. "The business value of software quality". Publicado: 2004, última actualización: abril de 2007. Disponible en:  
<http://www.ibm.com/developerworks/rational/library/4995.html>.
- [BUADES, 2002] - BUADES, G. "Calidad en Ingeniería del Software" [Presentación Power Point]. [Consultado el: febrero de 2007]. Disponible en: <http://dmi.uib.es/~bbuades/calidad/index.htm>.
- [CHÁVEZ, 2005] - CHÁVEZ, R. S. "Verificación y Validación del Software. Revisiones de SW" [Documento pdf]. México: Tecnológico de Monterrey, [Consultado el: abril 2007].
- [DAPENA, 2006] - DAPENA, M. D. D. "Un modelo para la gestión de Revisiones en proyectos de software utilizando Razonamiento Basado en Casos." Tesis presentada en opción al grado científico de Doctor en Ciencias Técnicas, Facultad de Ingeniería Industrial. Centro de Estudios de Ingeniería de Sistemas. Instituto Superior Politécnico José Antonio Echeverría, 2006.
- [FERNÁNDEZ, 1995] - FERNÁNDEZ CARRASCO, O. M. G. L., DELBA; BELTRÁN BENAVIDES, ALFA. "Un enfoque actual sobre la calidad del software." [Página Web]. ACIMED, publicado el: 19 de abril de 2007 de 1995, última actualización: 19 de abril de 2007. vol. No. 3, p. 40-42 p. Disponible en: [http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S1024-94351995000300005&lng=es&nrm=iso](http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1024-94351995000300005&lng=es&nrm=iso). ISBN 1024-9435.

- [GARCÍA M., 2003] - GARCÍA, M. "Auditorías de Calidad" [Página Web]. [Consultado el: 7 de abril de 2007]. Disponible en: <http://www.mgar.net/soc/isosis.htm>.
- [GARCÍA, 2003] GARCÍA, M. "Introducción a los conceptos de calidad" [Página Web]. [Consultado el: abril de 2007]. Artículo basado en las normas ISO. Disponible en: <http://www.mgar.net/soc/isointro.htm>.
- [GONZÁLEZ, 2006] - GONZÁLEZ, T. C. "Síntesis del libro Calidad sin lágrimas de Philip B. Crosby." publicado: 2006, última actualización: marzo de 2007. Disponible en: <http://www.monografias.com/trabajos35/calidad-sin-lagrimas/calidad-sin-lagrimas.shtml>.
- [IEEE 1028-1997] Institute of Electrical and Electronics Engineers: "Standard for Software Reviews" IEEE Std. 1028-1997.
- [ISO 19011:2002] – Organización Internacional de Normalización. ISO 19011:2002. Directrices para la auditoria de los sistemas de gestión de la calidad y/o ambiental. Traducción certificada, 2002.
- [ISO 9004:2000] - Organización Internacional de Normalización. ISO 9004:2000 Quality management systems performance improvements. 2000.
- [JÁUREGUI, 2003] - JÁUREGUI, A. J. "Administración de Calidad: Bases Teóricas y Metodológicas del Modelo de Calidad Total enunciadas por W. Edward Deming, Joseph M. Juran, Kaoru Ishikawa, Armand V. Feigenbaum, H. James Harrington, Philip Crosby". publicado: 2003, última actualización: febrero de 2007. Disponible en: <http://www.monografias.com/trabajos11/teorcali/teorcali.shtml>.
- [KOONTZ, 1991] - KOONTZ, H. "Estrategia, planificación y control" 1991.
- [LEÓN, 2000] - LEÓN, M. M. F. J. A. "Acepciones Sustantiva y Adjetiva del concepto de Estrategia" [Página Web]. Disponible en: [http://www.unrc.edu.ar/publicar/cde/05/Montanero\\_Fernandez\\_y\\_Leon.htm](http://www.unrc.edu.ar/publicar/cde/05/Montanero_Fernandez_y_Leon.htm).
- [LÓPEZ, 2007] - LÓPEZ, C. "Aseguramiento de la Calidad." publicado: enero de 2007, última actualización: enero de 2007. Disponible en: <http://www.gestiopolis.com/recursos/experto/catsexp/pagans/ger/No9/Que%20es%20calidad.htm>.
- [LOVELLE, 1999] - LOVELLE, J. M. C. "Calidad de Software" [Página Web]. España: Universidad de Oviedo, [Consultado el: 14 de marzo de 2007]. Disponible en: <http://www.uniovi.es/vicinves/unidades/gruposInv/DptoInformatica/HCIRG>.

- [LUZURIAGA, 2003] - LUZURIAGA, J. M. "Inspecciones de Software" [Página Web]. [Consultado el: abril de 2007]. Disponible en: <http://www.monografias.com/trabajos6/isof/isof.shtml>.
- [MARICK, 2000] - MARICK, B. "Faults of Omission." [Página Web]. publicado el: Enero de 2000, última actualización: Enero. [Consultado el: febrero 2007]. Publicado por primera vez en Software Testing and Quality Engineering Magazine, Enero de 2000. Disponible en: <http://www.testing.com/writings/omissions.html>.
- [MORENO, 2003] - MORENO, M. N. "Gestión de la Calidad" [Presentación Power Point]. España: Universidad de Salamanca, [Consultado el: abril 2007].
- [PADILLA, 2000] - PADILLA, G. "Autores de la Gestión de la Calidad." publicado el: abril 2007 de 2000, última actualización: abril 2007. Disponible en: <http://www.monografias.com/trabajos10/gesca/gesca.shtml>.
- [PÉREZ, 2000] - PÉREZ, M. V. S. A. V. C. C. "Control de la Calidad". 2000, Disponible en: <http://www.monografias.com/trabajos5/conca/conca2.shtml>.
- [POLLÁN, 2003] - POLLÁN, A. F. D. "Particularidades de la función docente-metodológica del profesor de Inglés en las secundarias básicas urbanas del municipio Bartolomé Masó Márquez." Tesis presentada en opción al título de Máster en Educación, Instituto Pedagógico Latinoamericano y Caribeño (IPLAC), 2003.
- [PRESSMAN, 1998] - PRESSMAN, R. S. "Ingeniería del software, un enfoque práctico." Mcgraw Hill, 1998.
- [RIVERO, 2005] - RIVERO, J. L. L. "La utilización del Método de Evaluación de Expertos en la valoración de los resultados en las investigaciones educativas" [Documento word]. Universidad Pedagógica "Blas Roca Calderío".
- [RONDA, 2004] - RONDA, G. A. "El concepto Estrategia" [Página Web]. Disponible en: <http://www.gestiopolis.com/canales/gerencial/articulos/34/estrategia.htm>.
- [RUMBAUGH, 1999] - RUMBAUGH, I. J. G. B. J. "El Proceso Unificado de Desarrollo de Software." Addison-Wesley, 1999. ISBN 84-7829-036-2.
- [TRONCOSO, 2001] - TRONCOSO, R. V. "Apuntes de Auditoría." [Documento pdf]. Chile: [Consultado el: abril de 2007]. Disponible en: <http://www.monografias.com/trabajos14/apun-auditoria/apun-auditoria.shtml>.

- [VICTORIA, 2006] - VICTORIA, J. M. D. "Análisis de las normas 9100 y 9126 bajo el marco de la 9000" [Documento pdf]. [Consultado el: enero de 2007]. Disponible en: <http://alarcos.inf-cr.uclm.es>.
- [WIEGERS, 2007] - WIEGERS, K. E. Process Assets for Software Peer Reviews and Inspections. 2007, Disponible en: [http://www.processimpact.com/pr\\_goodies.shtml](http://www.processimpact.com/pr_goodies.shtml).

## ***Bibliografía***

- ALONSO, E. B. "Control de Calidad: Revisiones Técnicas Formales." [Documento pdf]. España: Universidad de Vigo, [Consultado el: febrero 2007]
- ASTIGARRAGA, E. "El método Delphi" [Documento pdf ]. Universidad de Deusto. Facultad de CC.EE. y Empresariales., [Consultado el: mayo 2007]
- BARCA, J. M. I. B. P. C. "Metodología práctica para el diseño e implantación de Sistemas de la Calidad según las normas ISO-9000 en pequeñas y medianas empresas" [Documento pdf]. España: Escuela Politécnica Superior. Universidad Carlos III de Madrid, [Consultado el: febrero de 2007].
- BEDINI, A. Extracto del libro en formato digital "Calidad tradicional y de Software" [Documento pdf]. Universidad Técnica Federico Santa María, Chile.
- BRAVO, J. "Auditorías de Gestión de Calidad y/o Ambiental" [Documento pdf]. Biblioteca Virtual del Proyecto LSO/ISO-9001:2000, [Consultado el: febrero 2007].
- COCHRAN, N. C. D. B. B. S. "The Delphi Method, III: Use of self rating to improve group estimates". Technological Forecasting and Social Change, 1970. vol. vol. 1.
- DAPENA, M. D. D. "Un modelo para la gestión de Revisiones en proyectos de software utilizando Razonamiento Basado en Casos." Tesis presentada en opción al grado científico de Doctor en Ciencias Técnicas, Facultad de Ingeniería Industrial. Centro de Estudios de Ingeniería de Sistemas. Instituto Superior Politécnico José Antonio Echeverría, 2006.
- DIEZ, E. "Calidad del Software. CMM: Capability Maturity Model" [Documento pdf ]. ITBA,
- FEBLES, A. "Conferencia: UCI, Calidad de Software" [Documento pdf]. La Habana, Cuba:
- GARCÍA, M. N. M. "Gestión de la Calidad" [Documento pdf]. España: Universidad de Salamanca, Última actualización: febrero 2007. [Consultado el: febrero 2007]
- GRUPO, P. D. A. I. "Guía sobre: Auditoría a competencia y la eficacia de las acciones a tomar." [Documento pdf]. ISO & IAF, [Consultado el: 2007]
- Organización Internacional de Normalización. ISO 9001:2000 "Sistemas de gestión de la calidad – Requisitos". 2000.
- LOVELLE, J. M. C. "Conferencia sobre Calidad del Software" [Documento pdf]. Argentina: Universidad Nacional de la Pampa,

- MARTINITO, P. C. P. “El diseño de la investigación científica. Importancia y requisitos del diseño”. [Documento pdf]. La Habana: Universidad de las Ciencias Informáticas, [Consultado el: febrero 2006].
- NAVARRO, A. “Garantía de Calidad de Software” [Documento pdf ]. [Consultado el: enero de 2007].
- NOGUEIRA, E. P. L. P. S. U. L. B. J. C. “Una herramienta de apoyo a la gestión del proceso de desarrollo de software.” [Documento pdf]. Universidad ORT, Uruguay.
- POLLÁN, A. F. D. “Particularidades de la función docente-metodológica del profesor de Inglés en las secundarias básicas urbanas del municipio Bartolomé Masó Márquez.” Tesis presentada en opción al título de Máster en Educación, Instituto Pedagógico Latinoamericano y Caribeño (IPLAC), 2003.
- PRESSMAN, R. S. Ingeniería del software, un enfoque práctico. Mcgraw Hill, 1998.
- RIVERO, J. L. L. “La utilización del Método de Evaluación de Expertos en la valoración de los resultados en las investigaciones educativas.” [Documento word]. Universidad Pedagógica "Blas Roca Calderío".
- RODRÍGUEZ, A. M. “Estrategias de calidad para PYMES de desarrollo de software.” Ciudad de la Habana, Cuba:
- RUMBAUGH, I. J. G. B. J. “El Proceso Unificado de Desarrollo de Software.” Addison-Wesley, 1999. ISBN 84-7829-036-2.
- S., J. M. “La Calidad en la empresa” [Presentación Power Point]. [Consultado el: febrero de 2007]. Disponible en: <http://www.serconet.com/usr/juanm/sld001.htm>.
- TREJOS, M. I. “Requisitos ISO 9000:2000” [Presentación Power Point]. [Consultado el: enero 2007]
- URIZARRI, L. A. R. “Algunas consideraciones acerca del Método de Evaluación por Criterio de Expertos” [Presentación Power Point]. [Consultado el: mayo 2007]
- VARAS, M. “Gestión de Proyectos de Desarrollo de Software” [Documento pdf]. Chile: Facultad de Ingeniería. Universidad de Concepción, [Consultado el: abril 2007]
- VÁZQUEZ, A. M. “Ocho Principios de Gestión de la Calidad – Normas ISO 9000:2000” [Página Web]. Buenos Aires, Argentina Disponible en: [http://www.elprisma.com/apuntes/administracion\\_de\\_empresas/8principiosgestioncalidadiso9000/](http://www.elprisma.com/apuntes/administracion_de_empresas/8principiosgestioncalidadiso9000/).

- ZAYAS, C. Á. D. "Metodología de la Investigación Científica" [Documento pdf]. Santiago de Cuba, Cuba: Centro de Estudios de Educación Superior "Manuel F. Gran".

## *Glosario de Términos*

- **Acción correctiva:** Acción para eliminar la causa de una no conformidad detectada u otra situación no deseada (ISO 9000: 2000, cláusula 3.6.5)
- **Acción preventiva:** Acción para eliminar la causa de una no conformidad potencial u otra situación no deseada (ISO 9000:2000, cláusula 3.6.4)
- **Conclusiones de la auditoria:** Resultado de una auditoria que proporciona el equipo auditor tras considerar los objetivos de la auditoria y todos los hallazgos de la auditoria.
- **Conformidad:** Cumplimiento de un requisito.
- **Corrección:** Acción para eliminar una no conformidad detectada (ISO 9000:2000, cláusula 3.6.6)
- **Defecto:** Consecuencia de un error. Incumplimiento de un requisito asociado a un uso previsto o especificado.
- **Error:** acción humana durante el proceso de desarrollo que produce un defecto.
- **Especificaciones:** Documentos que establecen requisitos.
- **Guías:** Documentos que establecen recomendaciones o sugerencias.
- **Liberación:** Autorización para proseguir con la siguiente etapa de un proceso u objeto.
- **No conformidad:** Incumplimiento de un requisito (ISO 9000:2000, cláusula 3.6.2)
- **Plan de calidad:** Documentación asociada a la aplicación del Sistema de Gestión de la Calidad.

- **Procedimiento:** Especificaciones o documentación acerca de cómo desempeñar determinadas actividades o procesos.
- **Proceso:** Conjunto de actividades mutuamente relacionadas o que interactúan, las cuales transforman elementos de entrada en resultados, consumiendo recursos [ISO 9000:2000].
- **Registro:** Documentación que proporciona evidencia objetiva de las actividades realizadas o de los resultados logrados.
- **Sistema de Calidad o de Gestión de Calidad:** Conjunto de la estructura, responsabilidades, actividades, recursos y procedimientos de la organización de una empresa o proyecto, que se establece para llevar a cabo la gestión de su calidad.
- **Validación:** Confirmación mediante el suministro de evidencia objetiva de que se han cumplido los requisitos para una utilización o aplicación específica prevista.
- **Verificación:** Confirmación mediante la aportación de evidencia objetiva de que se han cumplido los requisitos especificados.