UNIVERSIDAD CATÓLICA ANDRÉS BELLO
VICERRECTORADO ACADÉMICO
DIRECCION GENERAL DE LOS ESTUDIOS DE POSTGRADO
AREA DE CIENCIAS ADMINISTRATIVAS Y DE GESTION
POSTGRADO EN GERENCIA DE PROYECTOS

TRABAJO ESPECIAL DE GRADO

DEFINICIÓN DEL CICLO DE VIDA PARA LA ETAPA DE PRUEBAS DEL DESARROLLO DE SISTEMAS EN BECO

presentado por

Rojas Angulo, Ileana Anyinet

para optar al título de

Especialista en Gerencia de Proyectos

Asesor

Remedios, María Esther

Caracas, Abril de 2010

UNIVERSIDAD CATÓLICA ANDRÉS BELLO
VICERRECTORADO ACADÉMICO
DIRECCION GENERAL DE LOS ESTUDIOS DE POSTGRADO
AREA DE CIENCIAS ADMINISTRATIVAS Y DE GESTION
POSTGRADO EN GERENCIA DE PROYECTOS

TRABAJO ESPECIAL DE GRADO

DEFINICIÓN DEL CICLO DE VIDA PARA LA ETAPA DE PRUEBAS DEL DESARROLLO DE SISTEMAS EN BECO

presentado por

Rojas Angulo, Ileana Anyinet

para optar al título de

Especialista en Gerencia de Proyectos

Asesor

Remedios, María Esther

Caracas, Abril de 2010

Caracas, Abril de 2010

Dirección General de los Estudios de Postgrado

Universidad Católica Andrés Bello (UCAB)

Presente.-

Aceptación del Asesor

Por la presente hago constar que he leído el Trabajo Especial de Grado, presentado por la ciudadana Ileana A. Rojas A., para optar al grado de Especialista en Gerencia de Proyectos, cuyo título es "*Definición del Ciclo de Vida Para La Etapa De Pruebas Del Desarrollo De Sistemas En BECO";* y manifiesto que cumple con los requisitos exigidos por la Dirección de los estudios de Postgrado de la Universidad Católica Andrés Bello; y que, por lo tanto, lo considero apto para ser evaluado por el jurado que se decida designar a tal fin.

En la ciudad de Caracas, a los 22 días del mes de Abril de 2010.

Atentamente,

_____

Prof. María Esther Remedios.

C. I. Nº 5.530.488

Caracas, Noviembre de 2009

Sres.

Universidad Católica Andrés Bello (UCAB)

Postgrado de Gerencia de Proyectos

Aprobación de la Empresa

Nos dirigimos a ustedes para informarles que hemos autorizado a la Ingeniero Ileana Anyinet Rojas Angulo, cedula de identidad 15.161.155, quien labora en esta organización, el uso de la información proveniente de esta institución, para documentar y soportar los elementos de los distintos análisis estrictamente académicos que conllevaron a la realización del Trabajo Especial de Grado "*Definición del Ciclo de Vida Para La Etapa De Pruebas Del Desarrollo De Sistemas En BECO",* como requisito para optar al título de **Especialista en Gerencia de Proyectos**, exigidos por la Dirección de los estudios de postgrado de la Universidad Católica Andrés Bello.

Sin más a que hacer referencia, atentamente,

_____

Gabriel Martinelli.

CI. 14.679.248

Jefe de Computación

DEDICATORIA

Este trabajo está dedicado a Dios por guiar cada paso de mi camino.

A mis padres y hermana que son el eje central de mi vida. Gracias por su apoyo incondicional.

A ustedes, los amo.

AGRADECIMIENTOS

Principalmente agradezco a mis padres y hermana por brindarme su apoyo tanto intelectual como emocional para lograr culminar mis estudios.

A los profesores de la UCAB que en cada materia me brindaron la educación de postgrado que esperaba.

Al profesor Rafael Gil que con su paciencia y esmero supo guiarme en el aspecto metodológico que necesitaba para esta investigación.

A mi asesora María Esther Remedios con quien siempre conté durante cada etapa del desarrollo de esta investigación y que fue mi apoyo y guía.

A BECO por brindarme la oportunidad de realizar el TEG con ellos.

Al personal del departamento de sistemas de BECO por darme su apoyo y por facilitarme los recursos para la realización del proyecto.

A mis compañeros de estudios con quiénes compartí buenos momentos en el camino del postgrado.

A mis compañeros de trabajo: Jesús Graterol, Gabriel Martinelli, Verónica Miyazono y Orietty Machado que siempre estuvieron dispuestos a acompañarme, ayudarme y escucharme. Me escoltaron en todo el camino de manera incondicional.

Por todo muchísimas gracias…

ÍNDICE GENERAL

Contenido **Página**

ACEPTACIÓN DEL ASESOR ..... **iii**

APROBACIÓN DE LA EMPRESA ..... **iv**

DEDICATORIA ..... **v**

AGRADECIMIENTOS ..... **vi**

ÍNDICE DE FIGURAS ..... **x**

ÍNDICE DE TABLAS ..... **xi**

LISTA DE SIGLAS Y ACRÓNIMOS ..... **xii**

RESUMEN ..... **xiii**

INTRODUCCIÓN **1**

CAPÍTULO 1. EL PROBLEMA **5**

1.1. PLANTEAMIENTO Y DELIMITACIÓN DEL PROBLEMA 5

1.2. JUSTIFICACIÓN DE LA INVESTIGACIÓN 8

1.3. OBJETIVOS DEL TRABAJO 11

1.3.1. Objetivo General 11

1.3.2. Objetivos Específicos 11

CAPÍTULO 2. MARCO CONCEPTUAL **13**

2.1. ANTECEDENTES DE LA INVESTIGACIÓN 13

2.2. CONCEPTOS: GERENCIA DE PROYECTOS 20

2.2.1. Proyecto 20

2.2.2. Gerencia de Proyectos 20

2.2.3. PMBOK Guide 21

2.2.4. Ciclo de Vida de Proyectos 25

2.3. CONCEPTOS: DESARROLLO DE SISTEMAS 33

2.3.1. Sistemas 33

2.3.2. Ingeniería de Sistemas 34

2.3.3. Software 35

2.3.4. Ingeniería del Software 35

2.3.5. Proceso del Desarrollo de Software 36
2.3.6. Proceso de Pruebas del Desarrollo de Software 38
CAPÍTULO 3. MARCO METODOLÓGICO 41
3.1. TIPO Y DISEÑO DE INVESTIGACIÓN 41
3.1.1. Tipo de Diseño 42
3.2. FASES DE LA INVESTIGACIÓN 43
3.3. UNIDAD DE ANÁLISIS 45
3.4. POBLACIÓN Y MUESTRA 46
3.5. ESTRATEGIA PARA LA RECOLECCIÓN DE LOS DATOS 47
3.6. CRONOGRAMA DE TRABAJO 51
3.7. FACTIBILIDAD DEL ESTUDIO 54
3.8. CONSIDERACIONES ÉTICAS 54
CAPÍTULO 4. MARCO ORGANIZACIONAL 56
4.1. BREVE RESEÑA HISTÓRICA DE LA EMPRESA 56
4.2. VISIÓN 58
4.3. MISIÓN 58
4.4. ESTRUCTURA ORGANIZACIONAL DE LA EMPRESA 58
4.5. LA GERENCIA DE SISTEMAS 59
CAPÍTULO 5. PRESENTACIÓN Y ANÁLISIS DE RESULTADOS 61
5.1 FASE 1: DIAGNÓSTICO 61
5.1.1 Informe de Incidencia de Errores en Pruebas Comerciales 62
5.1.2 Evaluación de la Fase de Pruebas con el Modelo TPI 70
5.1.3 Matriz FODA de la Fase de Pruebas 79
5.2 FASE 2: VERIFICACIÓN DEL PROCESO ACTUAL 84
5.2.1 Validación de Normas y Procedimientos del Proceso Actual 85
5.2.2 Esquematización del Proceso Actual 91
5.3 FASE 3: DEFINICIÓN DEL CICLO DE VIDA 97
5.3.1 Recopilación de Necesidades: Enrevista de Grupo (Focus Group) 98
5.3.2 Definición de Fases y Actividades del Ciclo de Vida 102
5.3.3 Definición de la Relación entre las Fases del Ciclo de Vida 113
5.3.4 Definición de Responsables y Entregables de las Fases 116
5.3.5 Definición de Flujogramas de Procesos 124
CAPÍTULO 6. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES 127
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS 132

ANEXOS 136

ANEXO A. Gráficos de Incidencias de Errores por Sistemas Colocados en Producción en BECO 137
ANEXO B. Horas Invertidas por el Personal de Computación en la Resolución de Fallas 138
ANEXO C. Modelo TPI (Test Process Improvement) 139
ANEXO D. Lista de Verificación del Modelo TPI (Test Process Improvement) 140
ANEXO E. Lista de Verificación del Proceso Actual 141
ANEXO F. Diagramas de Flujo del Proceso Actual 142
ANEXO G. Minutas de Reunión del Focus Group 143
ANEXO H. Informe de Resultados del Focus Group 144
ANEXO I. Formatos de Entregables de la Propuesta del Ciclo de Vida 145
ANEXO J. Diagramas de Flujo de la Propuesta de Ciclo de Vida 146

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura **Página**

FIGURA 2-1. PROCESOS DEL CMMI. 17
FIGURA 2-2. PROCESOS Y NIVELES DEL TMMI. 18
FIGURA 2-3. ÁREAS DEL CONOCIMIENTO DEL PMBOK. 25
FIGURA 2-4. CICLO DE VIDA DEL PROYECTO. 28
FIGURA 2-5. FASES TÍPICAS EN UN CICLO DE VIDA DEL PROYECTO. 30
FIGURA 2-6. EL MODELO CASCADA. 31
FIGURA 2-7. MODELO DE CONSTRUCCIÓN POR PROTOTIPOS. 32
FIGURA 2-8. MODELO INCREMENTAL. 32
FIGURA 2-9. MODELO ESPIRAL. 33
FIGURA 3-1. FASES DE LA INVESTIGACIÓN. 45
FIGURA 3-2. CRONOGRAMA DE LA INVESTIGACIÓN. 52
FIGURA 3-3. CONTINUACIÓN DE CRONOGRAMA DE LA INVESTIGACIÓN. 53
FIGURA 4-1. ESTRUCTURA ORGANIZATIVA DE BECO. 59
FIGURA 4-2. ESTRUCTURA ORGANIZATIVA DE SISTEMAS 60
FIGURA 5-1. INCIDENCIAS DE ERRORES, SISTEMA DE INVENTARIO. 65
FIGURA 5-2. INCIDENCIAS DE ERRORES, SISTEMA DE CR. 66
FIGURA 5-3 DEDICACIÓN DE PERSONAL DE SISTEMAS A SOPORTE. 68
FIGURA 5-4. MODELO TPI. 71
FIGURA 5-5. CUMPLIMIENTO DE NORMAS BECO. PRUEBAS TÉCNICAS. 89
FIGURA 5-6. CUMPLIMIENTO DE NORMAS BECO. PRUEBAS COMERCIALES. 89
FIGURA 5-7. CUMPLIMIENTO DE NORMAS BECO. SUBPROCESOS PRUEBAS COMERCIALES. 90
FIGURA 5-8. ETAPAS DE LA FASE DE PRUEBAS DEL PROCESO ACTUAL. 92
FIGURA 5-9. DIAGRAMA DE FLUJO PROCESO ACTUAL: PRUEBAS TÉCNICAS #1. 94
FIGURA 5-10. DIAGRAMA DE FLUJO PROCESO ACTUAL: PRUEBAS TÉCNICAS #2. 95
FIGURA 5-11. FASES CICLO DE VIDA GENERAL Y COBERTURA EN OTROS TIPOS DE PRUEBAS. 107
FIGURA 5-12. MODELO DE CICLO DE VIDA GENERAL PARA LA FASE DE PRUEBAS. 114
FIGURA 5-13. MODELO DE CICLO DE VIDA ESPECÍFICO PARA LA FASE DE PRUEBAS. 115
FIGURA 5-14. RELACIÓN ENTRE EL MODELO DE CICLO DE VIDA GENERAL Y EL ESPECÍFICO. 116
FIGURA 5-15. CICLO DE VIDA ESPECÍFICO DE LA FASE DE PRUEBAS TÉCNICAS. 118
FIGURA 5-16. CICLO DE VIDA ESPECÍFICO DE LA FASE DE PRUEBAS DE VALIDACIÓN. 119
FIGURA 5-17. CICLO DE VIDA ESPECÍFICO DE LA FASE DE PRUEBAS COMERCIALES. 120
FIGURA 5-18. DIAGRAMA DE FLUJO: FASE DE PRUEBAS TÉCNICAS (NUEVO). 125
FIGURA 5-19. CONTINUACIÓN DIAGRAMA DE FLUJO: FASE DE PRUEBAS TÉCNICAS (NUEVO). 126

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla **Página**

TABLA 3-1. TÉCNICAS E INSTRUMENTOS, FASE 1 DE LA INVESTIGACIÓN. 48
TABLA 3-2. TÉCNICAS E INSTRUMENTOS, FASE 2 DE LA INVESTIGACIÓN. 49
TABLA 3-3. TÉCNICAS E INSTRUMENTOS, FASE 3 DE LA INVESTIGACIÓN. 50
TABLA 5-1 SISTEMAS MONTADOS EN PRODUCCIÓN 2007-2008 Y 2008-2009..... 65
TABLA 5-2. NIVELES DE ÁREAS CLAVES DEL MODELO TPI..... 73
TABLA 5-3. LISTA DE CHEQUEO TPI. ÁREA CLAVE: 2- MODELO DE CICLO DE VIDA. 75
TABLA 5-4 MATRIZ DE MADUREZ DE LAS PRUEBAS, MODELO TPI. 76
TABLA 5-5 MATRIZ DE MADUREZ DE LAS PRUEBAS BECO, MODELO TPI. 78
TABLA 5-6. FODA PROCESO DE PRUEBAS DE BECO. 81
TABLA 5-7. MATRIZ DE COTEJO FODA..... 83
TABLA 5-8. LISTA DE CHEQUEO PROCESO ACTUAL. PRUEBAS TÉCNICAS..... 88
TABLA 5-9. RESULTADOS LISTA DE CHEQUEO, VALIDACIÓN DEL PROCESO ACTUAL. 88

LISTA DE SIGLAS Y ACRÓNIMOS

BDTM	Business-driven Test Management.
CMMI	Capability Maturity Model® Integration.
COVENIN	Comisión Venezolana de Normas Industriales.
FODA	Fortalezas, Oportunidades, Debilidades y Amenazas.
ISO	International Organization for Standarization.
PM4DEV	Project Management for Development.
PMBOK	Guía de los Fundamentos de la Dirección de Proyectos, PMI.
PMI	Project Management Institute.
SEI	Software Engineering Institute.
TEG	Trabajo Especial de Grado.
TMAP	Test Management Approach.
TMMI	Test Maturity Model Integration.
TPI	Test Process Improvement.

UNIVERSIDAD CATÓLICA ANDRÉS BELLO
VICERRECTORADO ACADÉMICO
DIRECCIÓN GENERAL DE LOS ESTUDIOS DE POSTGRADO
AREA DE CIENCIAS ADMINISTRATIVAS Y DE GESTIÓN
POSTGRADO EN GERENCIA DE PROYECTOS

Definición del Ciclo de Vida Para La Etapa De Pruebas Del Desarrollo De Sistemas En BECO

Autor: Ileana A. Rojas A.
Asesor: Prof. María Esther Remedios
Año: 2010

RESUMEN

Las empresas para lograr ser competitivas en el mercado buscan que sus procesos se desarrollen continuamente de una manera más eficiente para lograr los resultados esperados. CENTROBECO C.A.(BECO) es una empresa de mercadeo *(Retail)* que no escapa de esa realidad. Uno de sus departamentos es el de Sistemas cuyo objetivo es apoyar a la empresa en el desarrollo y gestión de software y el manejo de las comunicaciones. Dicho departamento posee un proceso de desarrollo de sistemas que contempla las fases características del mismo: análisis, diseño, implementación, pruebas e implantación. La mayor debilidad del proceso se encuentra en la forma que se maneja la fase de pruebas. La incidencia de errores de los sistemas que salen a producción es del 10%. Esas fallas detienen la operatividad de la empresa retrasando los procesos claves de la misma. El objetivo de la presente investigación fue definir el ciclo de vida que debe tener la fase de pruebas del desarrollo de los sistemas en BECO, basándose en las mejores prácticas establecidas por el PMI (*Project Management Institute)* y por el SEI (*Software Engineering Institute*). Con este ciclo se busca proponer una metodología de ejecución que garantizará la correcta y más eficiente gestión de la fase. Con respecto a la metodología de investigación, el trabajo se categoriza como una investigación proyectiva y descriptiva. El tipo de diseño es no experimental y transversal descriptiva. El estudio se realizó en tres fases: Una primera fase de diagnóstico, una segunda de verificación del proceso actual y la tercera fue la definición del ciclo de vida. Los resultados obtenidos permitieron establecer un modelo de ejecución de la fase de pruebas del desarrollo de los sistemas basado en las mejores prácticas mundiales establecidas desde la gerencia de proyectos y de la ingeniería del software, adaptado a las necesidades de la empresa y que define la forma de gestionar, controlar y evaluar dicha fase.

Palabras Claves: *CentroBeco C.A., Gerencia de Proyectos, Ciclo de Vida, Sistemas de Información, Software, Fase de Pruebas del Desarrollo de Sistemas.*

INTRODUCCIÓN

En el mundo del mercadeo (*Retail*) los proyectos de sistemas son de vital importancia para el desarrollo y ejecución de los procesos de comercialización de la empresa. Ellos permiten darle continuidad al negocio a través del tiempo haciendo a la organización cada vez más competitiva en la ejecución de sus procesos.

De allí que el desarrollo de sistemas debe llevarse de forma tal que se garantice una óptima ejecución para lograr la completitud del trabajo en los tiempos, costos y estándares de calidad que la empresa dispone para cada proyecto.

Este proceso de desarrollo de sistemas se lleva a cabo en varias fases: Análisis, Diseño, Implementación, Pruebas e Implantación. Ellas se adaptan y manejan dependiendo de las necesidades de cada empresa y del ciclo de vida del proceso de desarrollo seleccionado. Sin embargo, el fin de cada ciclo particular es el mismo.

Entre estas fases se encuentra la Fase de Prueba. En ella se busca realizar una serie de ensayos que detecten los problemas de codificación y funcionamiento de los sistemas. Si se hace una deficiente validación del software antes de colocarlo a funcionar en producción se corre el riesgo de que la empresa pierda recursos tanto económicos como humanos para resolver todos los conflictos que conlleva un sistema con fallas, ya sean técnicas o funcionales. Los costos de ese mantenimiento pueden llevar a la cancelación del montaje del proyecto.

CENTROBECO C.A. (BECO) es una compañía privada que forma parte de la organización BECOBLOHM y cuyo campo de comercialización son las tiendas por departamento. Éstas se dedican a vender mercancía seca (accesorios del hogar, deporte, belleza, niños y vestido). Por estas características, CENTROBECO se

define como una empresa que forma parte del mundo del mercadeo. Esta organización, posee un departamento de sistemas que maneja todo lo referente al desarrollo de software y mantenimiento de las comunicaciones de la empresa. Debido a la importancia que tienen los sistemas de software en la organización, para muchos proyectos, el desarrollo se realiza internamente. Es así como el desempeño del departamento en el proceso debe ser óptimo, que se adapte a las necesidades del negocio y que garantice software de calidad con los recursos que la empresa dispone para estos objetivos.

Las mayores debilidades percibidas por el departamento en el proceso de desarrollo de software se encuentran en el manejo de la Fase de Pruebas. El objetivo del presente trabajo es definir un ciclo de vida para la ejecución de esta etapa que permita aumentar los niveles de eficiencia y eficacia de la misma. Esto, basándose en las mejores prácticas establecidas por el PMI en la gerencia de proyectos (PMI: *Project Management Institute*) y las establecidas para la Ingeniería del Software por el SEI (*Software Engineering Institute*).

Para presentar la investigación se dividió el trabajo en seis capítulos:

- Capítulo 1: ***El Problema de Investigación***, describe la problemática y presenta la justificación y objetivos del trabajo. En él se muestra el escenario de la fase de pruebas del desarrollo de sistemas en la empresa CENTROBECO C.A. que conduce a la necesidad del diseño de un ciclo de vida para manejar la misma.

- Capítulo 2: ***Marco Conceptual***, presenta el marco teórico necesario para entender los conceptos que involucra la investigación y ubicarla en las teorías y prácticas actualmente establecidas para el caso. Los conceptos son divididos en aquellos del área de Gerencia de Proyectos y los referentes a los sistemas y su desarrollo. Igualmente, se presentan los

antecedentes de la investigación en donde se referencian aquellos trabajos en el área de gerencia de proyectos que servirán de base para señalar algunas prácticas del área aplicadas a la definición o evaluación de ciclos de vida. A su vez, se muestra una referencia de una investigación en el área de desarrollo de software donde fueron aplicadas las mejores prácticas para el desarrollo de sistemas. Finalmente, en una segunda parte del marco conceptual, se presentan los antecedentes a nivel técnico que servirán de base para la ejecución del trabajo (CMMI, TMI, TPI y TMAP).

- Capítulo 3: ***Marco Metodológico***, presenta la estrategia que será utilizada para abordar el problema de investigación. Allí se definen los métodos y las técnicas que se utilizarán para el análisis y recolección de los datos necesarios para el estudio. En este capítulo la investigación se categoriza como descriptiva, no experimental y transeccional según la sistematización de Sampieri (2003). En base a esa tipificación se presentarán aquellas técnicas necesarias para obtener y analizar los datos del caso.

- Capítulo 4: ***Marco Organizacional***, describe a la empresa CentroBeco C.A. indicando algunas características de la misma como lo es su reseña histórica, visión, misión y estructura organizacional. Igualmente, se describe el departamento de sistemas, lugar donde se realizará la investigación.

- Capítulo 5: ***Presentación y Análisis de Resultados***, describe la estrategia de ejecución del desarrollo y presenta los resultados obtenidos de cada fase de la investigación culminando con la definición del modelo de ciclo de vida planteado como objetivo general del TEG.

- Capítulo 6: ***Conclusiones y Recomendaciones***, describe las conclusiones realizadas para cada etapa de la investigación y lista algunas recomendaciones del investigador para futuros trabajos en el área y para la implantación del proyecto en la empresa.

- Finalmente se presentan los anexos y la bibliografía consultada y referenciada.

CAPÍTULO 1. EL PROBLEMA

1.1. Planteamiento y Delimitación del Problema

Los proyectos son "un conjunto de actividades que hacen las organizaciones con un fin claramente delimitado para dirigirse hacia una situación deseada" (Palacios, 2007, p.16).

Los desarrollos de sistemas de software cumplen con estas características pues para ellos se definen una serie de actividades con el fin de lograr un producto acorde a las necesidades establecidas en un tiempo determinado. Es así como se les denominan: Proyectos de desarrollo de sistemas. Para todo proyecto se debe definir y controlar su ciclo de vida con el fin de lograr un producto aceptable y un final exitoso. Al indicar la definición del *ciclo de vida* del desarrollo de los sistemas se refiere a "…el conjunto de actividades que los analistas, diseñadores y usuarios realizan para desarrollar e implantar un sistema de información" (Senn, 1992 c.p. Fernández Alarcón, 2006, p.41).

Para el proceso de desarrollo de sistemas se definen ciertas fases o etapas las cuales buscan darle continuidad y madurez al proyecto en la medida que se avanza entre las mismas. Las fases pueden variar en nombre, números y actividades que la componen dependiendo del autor y la organización que las utilice. Para el presente estudio se utilizarán como fases clave las definidas por el ciclo de vida básico o tradicional para el desarrollo de software. Este define cinco fases fundamentales, como lo indica Pressman (2002): "… comienza en un nivel de sistemas y progresa con el *análisis, diseño, codificación, pruebas y mantenimiento*" (p.20). Estas etapas, manejadas de una u otra forma por la metodología de desarrollo utilizada, determinan el éxito o fracaso de la implantación de un sistema.

Una de las etapas señaladas es la etapa de Pruebas. La misma busca validar que el producto cumpla con las especificaciones requeridas y verificar que no posee errores de ejecución. En ella se busca realizar una serie de ensayos que detecten los problemas de codificación y funcionamiento del sistema (Pressman, 2002). Para garantizar la calidad del sistema se debe dedicar el tiempo necesario a esta etapa para poder disminuir la incidencia de errores cuando ya el sistema esté colocado en producción.

Ahora bien, BECO es una compañía privada que forma parte de la organización BECOBLOHM y cuyo campo de comercialización son las tiendas por departamento. Éstas se dedican a vender mercancía seca (accesorios del hogar, deporte, belleza, niños y vestido). Esta organización se define como una empresa que forma parte del mundo del mercadeo y cuyos inicios se remontan al año 1965. Una vez establecida en el mercado, se comienza la fase de profundización en los procesos administrativos de implementación de nuevos sistemas de información, que permiten mayor eficiencia operativa. Simultáneamente, se involucra en un constante proceso de crecimiento inaugurando tiendas en las principales ciudades de Venezuela.

Esta empresa, posee un departamento de sistemas que maneja todo lo referente al desarrollo de software y mantenimiento de las comunicaciones. El desarrollo de los sistemas, para la mayoría de los proyectos, se realiza internamente. Cada año se manejan diversos proyectos de desarrollo de software y se llevan a cabo todas las fases del desarrollo de los sistemas. Por el dinamismo de la empresa es requerido que los sistemas se culminen en el menor tiempo posible y con el menor número de errores con el fin de mantener la operatividad de la misma.

En la organización, para las fases de análisis, diseño, codificación y mantenimiento se manejan planificaciones y controles respectivos definidos desde la gerencia de proyectos. Sin embargo, no se posee una planificación formal para la etapa de

pruebas que permita la gestión de la fase. Esta falta de planificación se evidencia en los resultados de número de incidencias de errores que ocurren luego de la puesta en producción de los sistemas.

Estas fallas, a juicio de analistas, desarrolladores y responsables, debieron ser detectadas en la fase de pruebas de ese proyecto pues esa es la finalidad de la misma. Con el diagnóstico de errores a tiempo se lograría evitar las grandes consecuencias de la detección durante el montaje en producción.

Esta situación puede llevar a la empresa a incurrir en costos de desarrollo mucho mayores a los estimados pues el tiempo de resolución de errores consume los recursos. Además, la incidencia de errores durante la implantación puede desvirtuar el objetivo de los sistemas generando insatisfacciones evitables en los usuarios quienes desconfían de la correcta ejecución y del resultado que arrojan los mismos por el resto del tiempo de vida del sistema. Esto hace que en lugar de que sean una ayuda se conviertan en un problema más.

Es así como se hace necesario definir el ciclo de vida de la fase de pruebas, que se adapte a la empresa, con el fin de establecer los lineamientos y controles que garanticen la correcta ejecución de la misma y la confiabilidad de los resultados del producto.

Desde la gerencia de proyectos se plantea definir el ciclo de vida para la etapa de pruebas del desarrollo de sistemas de la empresa que permita la definición de los objetivos de esta fase, el control de la ejecución de las pruebas, responsables del proceso y demás entregables que establezcan el camino a seguir para lograr una mayor eficiencia en la ejecución. Todo esto enmarcado en las mejores prácticas tanto de la gerencia de proyectos, PMI (*Project Management Institute*) en su Guía PMBOK (2004, 2009), como de la Ingeniería del Software, SEI (*Software Engineering Institute*) en su modelo *Capability Maturity Model Integration For Development Version 1.2* (2006).

Una vez descrita la problemática se plantea la siguiente interrogante:

¿Es posible asegurar mayores niveles de eficiencia y efectividad en la ejecución de la fase de pruebas del desarrollo de los proyectos de sistemas desarrollados por la empresa BECO utilizando como referencia las mejores prácticas tanto del PMI como del SEI y replanteando, en función de estas, el ciclo de Vida de esa fase?

De esta interrogante se derivan otras específicas que permiten dividir el problema:

- Actualmente ¿Cuál es el grado de incidencia de errores en la puesta en producción de los sistemas en BECO y cuáles serían las principales debilidades del proceso actual?
- ¿Cuáles serían las etapas del ciclo de vida que definan la ejecución de la fase de pruebas?
- ¿Cuáles serían las actividades por cada etapa del ciclo de vida que se deben llevar a cabo para lograr los objetivos de la fase de pruebas?
- ¿Quiénes serían los responsables e involucrados por cada etapa del ciclo de vida de la fase?
- ¿Cuáles serían los entregables de cada etapa del ciclo de vida?
- ¿Cuáles serían los mecanismos de comunicación entre cada fase: Entradas, herramientas y técnicas, salidas?

1.2. Justificación de la Investigación

Actualmente existe una incidencia de errores del 10% en los sistemas que salen a producción en la empresa BECO. Mucho de esos errores detienen la operatividad de la empresa debido a retrasos en los procesos. Igualmente causan desconfianza

en los usuarios a la hora de utilizar los nuevos sistemas generando una resistencia al cambio al momento de la implantación de los mismos.

Los errores de sistemas que se detectan a tiempo resultan en un menor costo de corrección que su tardío descubrimiento. Es así como el comienzo de esta investigación busca demostrar que mucho de los errores encontrados en la puesta en producción de los sistemas pudieron haber sido detectados durante la fase de prueba del desarrollo evitando el impacto de su descubrimiento en la siguiente fase del desarrollo (Implantación). Con este diagnóstico se hace necesario proponer a la empresa un esquema de ejecución de la fase que le permita controlarla para mejorar el desempeño y obtener mejores resultados en su ejecución.

La fase de prueba debe ser administrada de manera que garantice que el esquema de pruebas planificado genere la mayor cantidades de errores que su condición lo amerite. Recordemos que un probador "puede probar la presencia de errores pero no la ausencia de ellos" (Hailpern y Santhanam, 2001, c.p. E. W. Dijkstra, 1972).

El presente trabajo busca atacar una de las mayores debilidades del desarrollo de sistemas en BECO: La ejecución de la fase de pruebas, manejando la fase como un proyecto que posee un ciclo de vida: Comienzo, ejecución y fin. La definición de una guía de ejecución de una fase del desarrollo de sistemas que se aproxime a lo que la empresa necesita y la fusión con la aplicación de las mejores prácticas establecidas tanto en la gerencia de proyectos (PMI: *Project Management Institute*), como en la Ingeniería del Software (SEI: *Software Engineering Institute*), busca apoyar un proceso de desarrollo técnico administrándolo y controlándolo desde la perspectiva de la gerencia de proyectos. Esto con el fin de garantizar que la ejecución de la fase se lleve a cabo considerando todas las variables necesarias para su correcta y completa realización.

El objetivo es plantearle a la empresa una definición del ciclo de vida de la fase que permita garantizar que se pruebe el sistema en su totalidad considerando todas las variables de sistemas y abarcando la totalidad de la funcionalidad establecida para el mismo. Este ciclo de vida permitirá tener una delimitación clara de la fase donde se especifique *qué* se debe probar, *quiénes* son los responsables de las pruebas, *cuáles* son los entregables que conforman esta fase y *cómo* se van a probar cada una de las especificaciones del sistema.

La delimitación del proyecto a la empresa BECO, lugar de trabajo del investigador, y la experiencia del investigador en el área de sistemas hace que este proyecto de investigación se muestre como un proyecto factible de realizar en el tiempo dispuesto para la realización del trabajo especial de grado (TEG).

Para cumplir con los tiempos establecidos para la realización del TEG se limitará la investigación a la definición del ciclo de vida de la fase de pruebas necesario para la empresa en estudio siendo los aspectos identificados por el investigador como claves para el control de la fase y el logro de los objetivos de la investigación. Sin embargo, La investigación deja abierta la inquietud de estudiar la aplicabilidad de las áreas del conocimiento que no sean abordadas en esta propuesta y que pudiesen apoyar a esta fase del desarrollo de manera que aporten información de valor para llevar el control de la misma. Igualmente deja abierta la opción de validar la incidencia de errores en los sistemas que se coloquen en producción luego de la ejecución del ciclo de vida propuesto.

La investigación realiza un aporte significativo a la empresa proporcionándole la definición del ciclo que se debe seguir para garantizar la ejecución completa de una fase de pruebas basándose en las mejores prácticas de desarrollos de proyectos indicados en el PMBOK Guide (2004, 2009) y las mejores prácticas del desarrollo de sistemas de software indicados en el *CMMI For Development* V1.2

(2006). Con ello se establecen los estándares de ejecución de la fase de pruebas que aumentan las posibilidades de éxito en la realización.

1.3. Objetivos del Trabajo

1.3.1. Objetivo General

Definir el ciclo de vida de la fase de pruebas de los proyectos de desarrollo de sistemas en CENTROBECO C.A. (BECO).

1.3.2. Objetivos Específicos

Los objetivos específicos estarán enmarcados y apoyados en las mejores prácticas establecidas por el PMI (*Project Management Institute*) en su Guía PMBOK (2004, 2009), y en las definidas para el desarrollo de la Ingeniería del Software establecidas por el Software Engineering Institute (SEI) en su modelo de *Capability Maturity Model Integration*, *Version 1.2* (2006).

Los objetivos específicos para esta investigación son:

1. Diagnosticar la situación actual con respecto a la fase de pruebas de los proyectos de desarrollo de sistemas de BECO analizando el estado del proceso actual e identificando las fortalezas, oportunidades, debilidades, y amenazas (FODA) del mismo.
2. Documentar el ciclo de vida de la fase de pruebas en la empresa actualmente.
3. Definir las etapas de la propuesta del ciclo de vida que delimiten la fase de pruebas en términos de: los procesos, las actividades, los entregables y los

involucrados *(stakeholders)* necesarios para lograr el objetivo de cada una de ellas.

4. Establecer los mecanismos de comunicación entre cada fase: entradas, salidas y las técnicas y herramientas que se recomiendan en cada fase.

CAPÍTULO 2. MARCO CONCEPTUAL

El propósito de este capítulo es resaltar los antecedentes, los argumentos teóricos y conceptuales, las definiciones y conceptos en los cuáles se sustentará el estudio a realizar. Es así como se definirán los conceptos más importantes relacionados con el mundo de la gerencia de proyectos que son necesarios para comprender mejor la delimitación de esta investigación en cuanto a las áreas de conocimiento del PMBOK Guide (2004) que se relacionan con ella. Igualmente se pretende definir aquellos conceptos técnicos relacionados con el desarrollo de sistemas para ubicar al lector en el problema específico que se pretende abordar. A partir de estas definiciones el lector tendrá una visión mucho más clara del proyecto y de los conceptos que en él se manejan.

Se tienen tres secciones en este capítulo, la primera de ellas muestra los antecedentes de esta investigación. La segunda sección aborda un conjunto de conceptos relacionados con la gerencia de proyectos que son de interés para este trabajo. La tercera sección contempla las definiciones sobre los procesos de desarrollo de sistemas inherentes al caso de estudio.

2.1. Antecedentes de la Investigación

Con el objetivo de ubicar el estudio en un conjunto de prácticas existentes tanto técnicas como gerenciales, se presentan los siguientes antecedentes de investigación. Los mismos están divididos en dos partes: Los antecedentes referentes a la aplicación de la Gerencia de Proyectos a investigaciones relacionadas con el tema del estudio y aquellos concernientes al ámbito de las mejores prácticas del desarrollo del software donde se establecen modos

aceptados internacionalmente de realizar las etapas del desarrollo de sistemas (una de ellas es el objetivo del presente estudio: Fase de Pruebas).

A continuación se señalaran las investigaciones relacionadas a la Gerencia de Proyectos y a la definición del ciclo de vida de un proceso que se basaron en las mejores prácticas establecidas por el PMI en el PMBOK Guide. Al respecto, se presentan dos investigaciones realizadas en la Universidad Católica Andrés Bello:

- En el año 2007, Elsa Teresa Del Socio Rojas realizó una investigación para optar al título de *Especialista en Gerencia de Proyectos* y cuyo título es: *Evaluación de la Fase Inicial del Ciclo de Vida de los Proyectos en una Empresa del Sector Eléctrico*. El objetivo era diagnosticar el estado actual de la fase inicial del ciclo de vida de los proyectos en la empresa y proponer planes de acción donde se establecieran estrategias de ejecución para mejorar el funcionamiento de las fases iníciales de los proyectos. En dicha investigación se realizó una matriz de fortalezas y debilidades que aunada a un flujograma de procesos permite identificar las fallas en el nacimiento de los proyectos y permiten establecer las brechas entre las mejores prácticas y el proceso que se llevaba a cabo en la empresa de estudio. Con esta información se realizó un plan estratégico donde se señalarían las acciones a seguir para mejorar el proceso.

  Esta investigación sirve de base para el abordaje de la evaluación del proceso actual del caso de estudio del presente TEG, pues establece los puntos clave referente a la evaluación de un ciclo de vida.

- En el año 2008, María Pisani realiza una investigación para optar al título de *Especialista en Gerencia de Proyectos*, titulada: *Ciclo de Vida y Fases de los Proyectos de Infraestructura de Fibra Óptica de una Empresa de Telecomunicaciones*. En ella se planteó como objetivo definir un ciclo de vida para el desarrollo de este tipo de proyectos basándose en la mejores prácticas

de gerencia de proyectos establecidas por el PMI. Para ello se utilizaron las técnicas de entrevistas, observaciones y revisión de documentos que permitieron obtener la información del estado actual del proceso. Luego se buscaron las mejores prácticas propuestas por el PMI y se elaboró una guía conceptual que establece los lineamientos para manejar los proyectos de fibra óptica en la empresa del caso de estudio.

Esta investigación sirve de referencia para conocer los aspectos fundamentales abordados por la autora para la definición del ciclo de vida: técnicas y herramientas utilizadas.

Del mismo modo, existen investigaciones específicas donde se aplica la Gerencia de Proyectos al área de sistemas. Referente a la utilización de mejores prácticas de la ingeniería del software y la aplicabilidad de metodologías de desarrollo de sistemas, se referencia a una investigación de trabajo especial de grado realizada por Marco A. Bastardo O. en el año 2006, para optar al título de *Especialista en Gerencia de Proyectos* en la Universidad Católica Andrés Bello. El trabajo se titula: *Selección de una Metodología para la Gerencia de Proyectos de Desarrollo de Software*. El objetivo de esta investigación era llevar a cabo los procesos de iniciación del proyecto de desarrollo de un software para el apoyo informático de los procesos de control de estudios en unidades educativas, tomando en cuenta la selección y aplicación de la metodología más adecuada para su desarrollo, y con apego a las mejores prácticas de la Gerencia de Proyectos y de la Ingeniería de Software

En ella se presenta una manera de seleccionar la metodología de gerencia de proyectos que mejor se adapta a las necesidades de los proyectos al desarrollo de sistemas. El trabajo se realizó a través de la investigación de las metodologías de gerencia aplicables a los desarrollos de sistema y la utilización en un caso de estudio. Estos objetivos pretendían proponer la forma de seleccionar una

metodología de gerencia de proyectos durante el proceso de formulación del proyecto utilizando como marco la ingeniería del software. Esta investigación sirve de apoyo para validar la utilización de mejores prácticas del desarrollo de software y su integración con la gerencia de proyectos establecida por el PMI.

Ahora bien, en el ámbito del desarrollo del software existen varias instituciones que han establecido modelos que definen las mejores prácticas para el desarrollo de productos y procesos. De ellos se pueden obtener las directrices para la mejor ejecución del proceso de pruebas del desarrollo de los sistemas. Entre los modelos que existen se encuentran:

- El SEI (Software Engineering Institute) ha recopilado las mejores prácticas referentes al desarrollo de productos desde su concepción hasta la entrega y mantenimiento. En su modelo de *Capability Maturity Model Integration For Development Version 1.2* (*CMMI For Development*, 2006), específicamente en el nivel tres del mismo, establecen los procesos de: Validación y Verificación que son los procesos asociados para la definición y desarrollo de la fase de pruebas del desarrollo de los sistemas. A continuación, en la *Figura 2-1*, se presentan las áreas de procesos del *CMMI For Development* Versión 1.2, la categoría y el nivel de madurez a la que está asociado cada uno de ellos.

Process Area	*Category*	*Maturity Level*
Causal Analysis and Resolution	Support	5
Configuration Management	Support	2
Decision Analysis and Resolution	Support	3
Integrated Project Management +IPPD	Project Management	3
Measurement and Analysis	Support	2
Organizational Innovation and Deployment	Process Management	5
Organizational Process Definition +IPPD	Process Management	3
Organizational Process Focus	Process Management	3
Organizational Process Performance	Process Management	4
Organizational Training	Process Management	3
Product Integration	Engineering	3
Project Monitoring and Control	Project Management	2
Project Planning	Project Management	2
Process and Product Quality Assurance	Support	2
Quantitative Project Management	Project Management	4
Requirements Development	Engineering	3
Requirements Management	Engineering	2
Risk Management	Project Management	3
Supplier Agreement Management	Project Management	2
Technical Solution	Engineering	3
Validation	Engineering	3
Verification	Engineering	3

Figura 2-1. Procesos del CMMI.
Fuente: CMMI Versión 1.2, 2006.

- Igualmente existe el TMMI *(Test Maturity Model Integration)* establecido por la *TMMI Foundation*. Es un modelo que nace para complementar lo establecido por el CMMI y cuyo objetivo es ser una guía y marco de referencia para la mejora de los procesos de pruebas. Al igual que el CMMI, utiliza niveles de madurez que miden la mejora del proceso de una manera

incremental. Los niveles definidos por este modelo se muestran en la *Figura 2-2*.

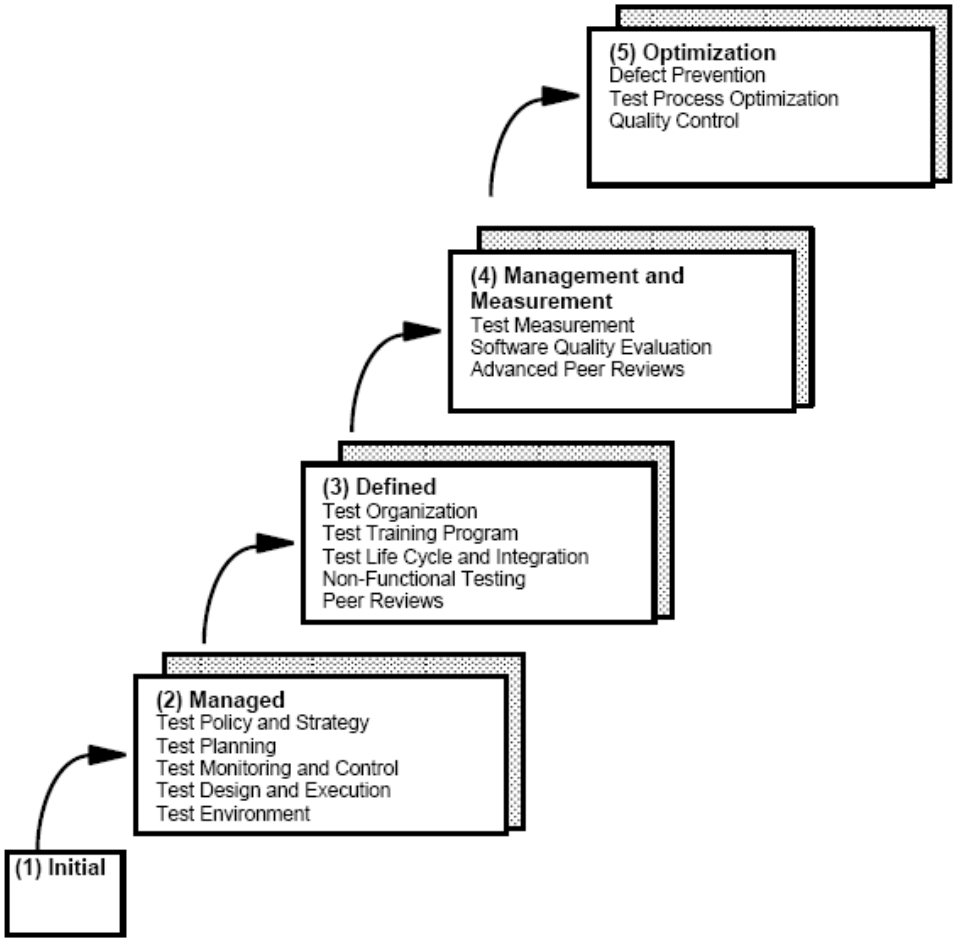

Figura 2-2. Procesos y Niveles del TMMI.
Fuente: TMMI Version 2.0, 2009

- TPI (*Test Process Improvement*) es un modelo desarrollado por la sociedad *Sogeti Holanda B.V. que* incluye guías prácticas para evaluar el nivel de madurez de pruebas de una organización así como los pasos para mejorar el proceso. La áreas claves identificadas en este modelo son las siguientes:

- Estrategia de pruebas
- Modelo del Ciclo de Vida
- Momento de Involucración
- Estimación y Planeamiento
- Técnicas de Diseño de Pruebas
- Técnicas de Pruebas Estáticas
- Métricas
- Herramientas de Prueba
- Entorno de Pruebas
- Entorno de Oficina
- Compromiso y Motivación
- Funciones de Pruebas y capacitación
- Alcance de la Metodología
- Comunicación
- Informes
- Manejo de Defectos
- Administración del Testware (elementos de prueba)
- Administración del Proceso de pruebas
- Revisión Estructurada
- Pruebas de Caja Blanca

- TMAP (*Test Management Approach*), es una metodología de pruebas desarrollada por la sociedad *Sogeti Holanda B.V.,* que se basa en 4 elementos esenciales:

    1. Business-driven Test Management (BDTM)
    2. Proceso de Test Estructurado
    3. Kit de Herramientas
    4. Adaptable

    Esta metodología define cómo organizar, planificar, ejecutar y controlar el proceso de pruebas. No establece niveles de madurez como los modelos presentados anteriormente sino que se muestra como una propuesta de gestión del proceso.

A continuación, luego de haber enmarcado el trabajo en aquellas investigaciones ya existentes, se presentaran los conceptos necesarios para describir y entender el caso de estudio.

2.2. Conceptos: Gerencia de Proyectos

2.2.1. Proyecto

Un proyecto es, según el PMI (Project Management Institute) en su Guía del PMBOK (2004) "un esfuerzo temporal que se lleva a cabo para crear un producto, servicio o resultado único" (p.5). Igualmente establece tres características fundamentales que los definen:

- Son temporales ya que cada proyecto tiene un comienzo definido y un final definido.
- Son productos, servicios o resultados únicos pues un proyecto crea productos entregables únicos.
- Son de elaboración gradual ya que la idea es desarrollar en pasos e ir aumentando mediante incrementos.

2.2.2. Gerencia de Proyectos

De acuerdo a lo establecido en la guía del Project Management Institute (PMI) la gerencia de proyectos "es la aplicación de conocimientos, habilidades, herramientas y técnicas a las actividades de un proyecto para satisfacer los requisitos del proyecto" (PMBOK, 2004, p.8). En ella se definen cinco grupos de procesos de la dirección de proyectos:

- Grupo de Procesos de Iniciación.
- Grupo de Procesos de Planificación.
- Grupo de Procesos de Ejecución.
- Grupo de Procesos de Seguimiento y Control.

- Grupo de Procesos de Cierre.

La gestión de un proyecto incluye "Planificación, organización, seguimiento, control e informe de todos los aspectos de un proyecto y la motivación de todos aquellos que están involucrados en él para alcanzar los objetivos del proyecto". (COVENIN-ISO 10006, 2003, p. 3).

En el *Project Management for Development* (PM4DEV), se define la gerencia de proyectos como "el proceso de combinar sistemas, técnicas y conocimientos para completar un proyecto dentro de las metas del cronograma, presupuesto, alcance y calidad establecidas" (PM4DEV, 2008, p.18).

2.2.3. PMBOK Guide

La Guía del PMBOK es un estándar de la gerencia de proyectos desarrollado por el Project Management Institute (PMI). Esta guía tiene como objetivo "identificar el subconjunto de fundamentos de la dirección de proyectos generalmente reconocidos como buenas prácticas" (PMBOK, 2004, p.3). Es así como la aplicabilidad de estos fundamentos generalmente se puede dar a la mayoría de los proyectos garantizando el aumento de la probabilidad de éxito de los mismos.

El PMBOK es un estándar reconocido internacionalmente que se compone de (PMBOK, 2004):

- Definición del ciclo de vida del proyecto
- Cinco Grupos de Procesos de Dirección de Proyectos. (PMBOK, 2004).
    - *Procesos de Iniciación*: Define y autoriza el proyecto o una fase del mismo.

- *Procesos de Planificación*: Define los objetivos, y planifica el curso de acción requerido para lograr los objetivos y el alcance del proyecto.
- *Procesos de Ejecución*: Integra a personas y otros recursos para llevar a cabo el plan de gestión del proyecto.
- *Procesos de Seguimiento y Control*: Mide y supervisa el avance con el objetivo de identificar las variaciones respecto al plan de gestión, de tal forma que se tomen medidas correctivas cuando sea necesario para cumplir con los objetivos del proyecto.
- *Procesos de Cierre*: Formaliza la aceptación del producto, servicio o resultado, y termina el proyecto o una fase del mismo.

- Nueve Áreas de Conocimiento.

  Las nueves áreas de conocimiento son:

  - *Gestión de Integración del Proyecto:* Esta área "incluye los procesos y actividades necesarios para identificar, definir, combinar, unificar y coordinar los distintos procesos y actividades de dirección de proyectos dentro de los Grupos de Procesos de Dirección de Proyectos" (PMBOK, 2004, p. 77).
  - *Gestión del Alcance del Proyecto:* Esta área "incluye los procesos necesarios para asegurarse que el proyecto incluya todo el trabajo requerido, y sólo el trabajo requerido, para completar el proyecto satisfactoriamente" (PMBOK, 2004, p. 103).
  - *Gestión del Tiempo del Proyecto:* Esta área "incluye los procesos necesarios para lograr la conclusión del proyecto a tiempo" (PMBOK, 2004, p. 123).

- *Gestión de los Costos del Proyecto:* Esta área "incluye los procesos involucrados en la planificación, estimación, preparación del presupuesto y control de costes de forma que el proyecto se pueda completar dentro del presupuesto aprobado" (PMBOK, 2004, p. 157).

- *Gestión de la Calidad del Proyecto*: Esta área "incluye todas las actividades de la organización ejecutante que determinan las políticas, los objetivos y las responsabilidades relativos a la calidad de modo que el proyecto satisfaga las necesidades por las cuales se emprendió" (PMBOK, 2004, p. 179).

- *Gestión de los Recursos Humanos del Proyecto:* Esta área "incluye los procesos que organizan y dirigen el equipo del proyecto. El equipo del proyecto está compuesto por las personas a quienes se les han asignado roles y responsabilidades para concluir el proyecto" (PMBOK, 2004, p. 199).

- *Gestión de las Comunicaciones del Proyecto:* Esta área "incluye los procesos necesarios para asegurar la generación, recogida, distribución, almacenamiento, recuperación y destino final de la información del proyecto en tiempo y forma" (PMBOK, 2004, p. 221).

- *Gestión de los Riesgos del Proyecto:* Esta área "incluye los procesos relacionados con la planificación de la gestión de los riesgos, la identificación y el análisis de riesgos, las respuestas a los riesgos, y el seguimiento y control de riesgos de un proyecto" (PMBOK, 2004, p. 237).

- *Gestión de las Adquisiciones del Proyecto:* Esta área "incluye los procesos para comprar o adquirir los productos, servicios o

resultados necesarios fuera del equipo del proyecto para realizar el trabajo" (PMBOK, 2004, p. 269).

En el PMBOK los procesos son descritos en términos de: Entradas, Herramientas y Técnicas y Salidas.

En la *Figura 2-3* se presentan las 9 áreas del conocimiento y los procesos que incluyen cada una de ellas:

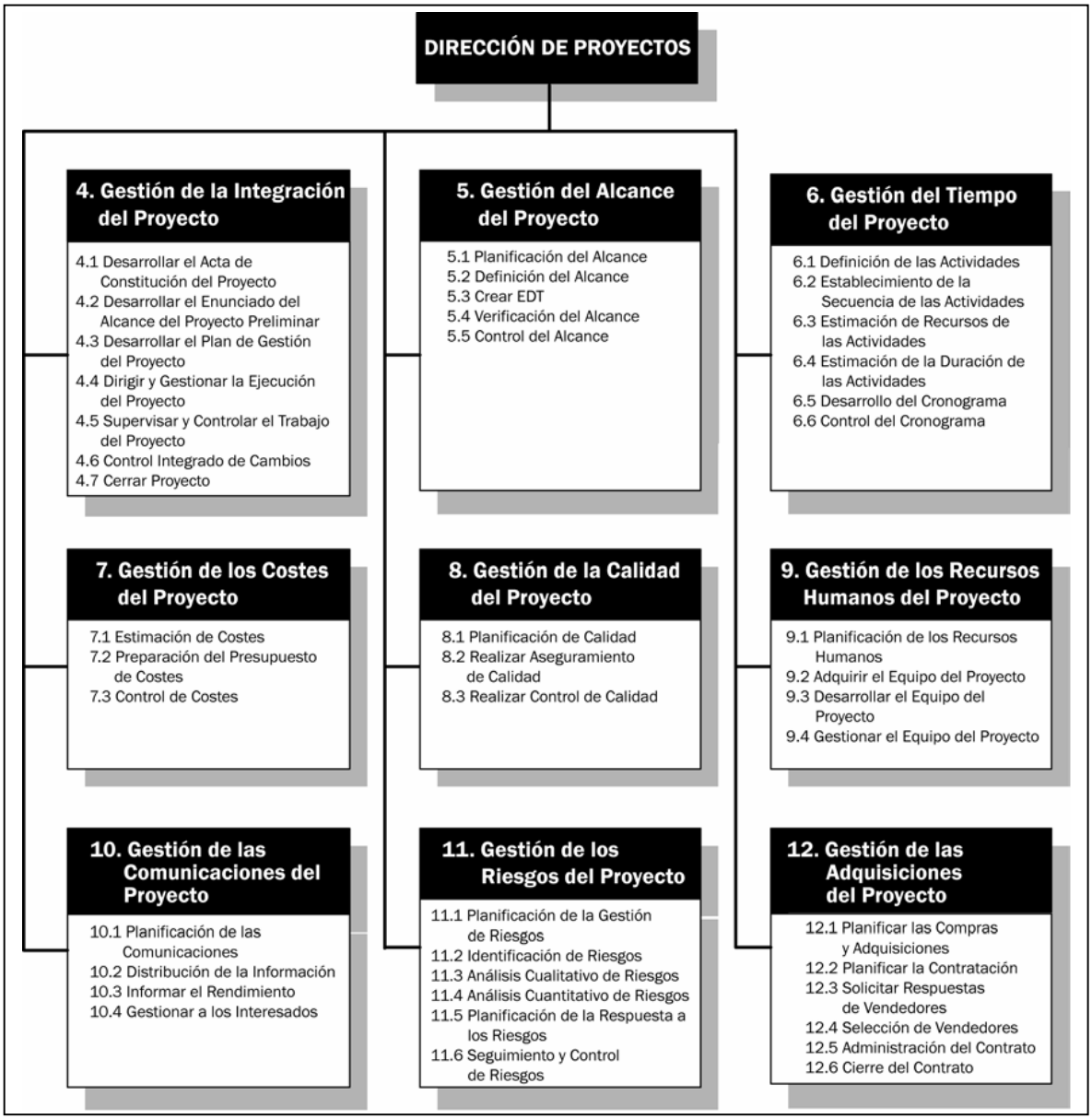

Figura 2-3. Áreas del Conocimiento del PMBOK.
Fuente: PMBOK Guide, 2004

2.2.4. Ciclo de Vida de Proyectos

Para poder llevar a cabo un proyecto es necesario establecer el camino a seguir para lograr los objetivos. A ese camino es a lo que se le denomina Ciclo de Vida

del proyecto. Según el PMI: "El ciclo de vida define las fases que conectan el inicio de un proyecto con su fin" (PMBOK, 2004, p.19).

Ese camino generalmente es definido por cada empresa y depende del tipo de proyecto a ejecutar. Dentro del ciclo de vida de un gran proyecto se pueden encontrar ciclos de vida inmersos en los sub-proyectos internos los cuales ayudan a dividir el trabajo y garantizar el inicio, ejecución y culminación de las partes del gran proyecto.

Lo ciclos de vida definen las siguientes interrogantes (PMBOK, 2004):

- ¿Qué trabajo técnico se debe realizar en cada fase?
- ¿Cuándo se generan los entregables de cada fase y cómo se revisa, verifica y valida cada producto entregable?
- ¿Quién está involucrado en cada fase?
- ¿Cómo controlar y aprobar cada fase?

En consecuencia, para definir un ciclo de vida se deben tener bien identificadas las fases y sus actividades, entregables y responsables.

Las características más comunes de los ciclos de vida son (PMBOK, 2004):

- Las fases son secuenciales y, normalmente, están definidas por alguna forma de transferencia de información técnica o de componentes técnicos.
- El nivel de costos y de personal es bajo al comienzo, alcanza su nivel máximo en las fases intermedias y desciende cuando el proyecto se aproxima a su conclusión.
- El nivel de incertidumbre es más alto al inicio del proyecto lo que trae como consecuencia que el riesgo de no cumplir con los objetivos sea más elevado

en esta etapa. La certeza de terminar con éxito aumenta a medida que avanza el proyecto.

- El poder que tienen los interesados en el proyecto en influir en las características finales del producto y el costo final del proyecto es más alto al comienzo y decrece gradualmente a medida que avanza el proyecto.

A continuación se describirán los elementos que componen ese ciclo de vida.

2.2.4.1. Elementos del Ciclo de Vida

Los elementos que componen un ciclo de vida de proyectos son (PMBOK, 2004):

- Fases: El ciclo de vida es definido por fases las cuales agrupan una serie de actividades y entregables que definen el objetivo y culminación de cada una de ellas. Las fases poseen *entradas*, ya sean documentos, productos, etc, que son manejados por *herramientas y técnicas* en las actividades que describen a la fase y que a su culminación producen *salidas* que pueden ser los entregables que sirven de entrada para otra fase.

  Estas fases se comunican ya sea transfiriéndose los entregables de la fase anterior o simplemente una fase genera la toma de decisión de comenzar la siguiente.

  Las fases se pueden llevar a cabo de forma secuencial o de forma simultánea. Todo va a depender de la forma como la empresa o el equipo de trabajo haya definido el ciclo de vida para el proyecto.

- Entregables: Son los productos que se generan como consecuencia de la ejecución de la fase. Los mismos se pueden medir y verificar y pueden ser: documentos, aprobaciones, avances del proyecto físico, etc. "Generalmente, los productos entregables de una fase se revisan para

verificar si están completos, si son exactos y se aprueban antes de iniciar el trabajo de la siguiente fase" (PMBOK, 2004, p.20).

- Responsables: Son los involucrados en la ejecución de la fase los cuales realizarán o supervisarán las actividades de la misma velando por el cumplimiento, correctitud y completitud de la misma.

2.2.4.2. Fases del Ciclo de Vida de Proyectos

A pesar de que cada proyecto puede tener ciclos de vida distintos existen características comunes que los identifican. Con respecto a esto, Palacios (2007) comenta que todo proyecto puede pasar por una serie de fases particulares: Inicio, luego las actividades que definen una fase intermedia y finalmente el cierre. En la *Figura 2-4* se muestran estas fases comunes del ciclo de vida del proyecto.

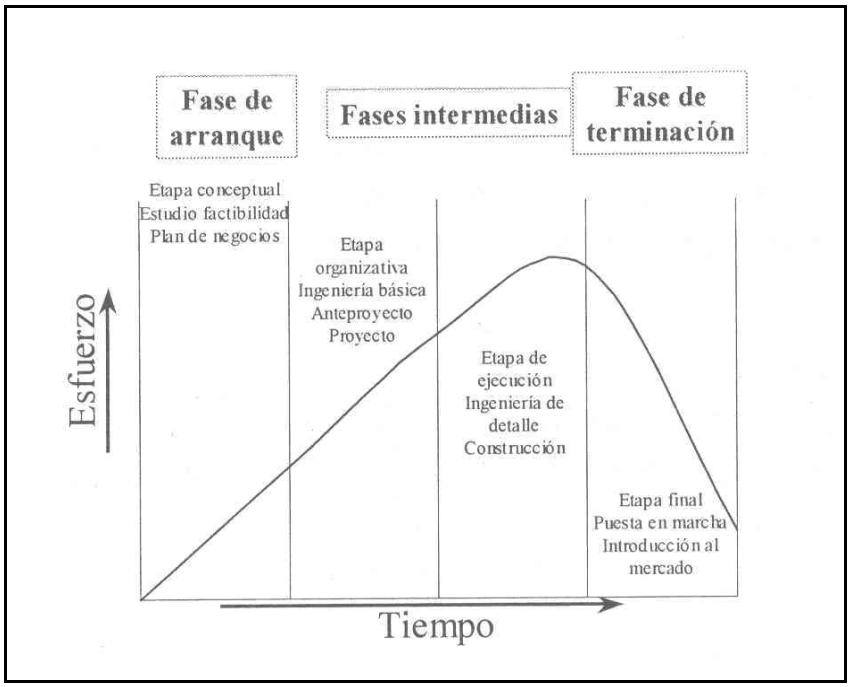

Figura 2-4. Ciclo de Vida del Proyecto.
Fuente: Palacios, 2007

Las fases genéricas mostradas son descritas por Palacios como sigue (Palacios, 2007):

- Fase Conceptual: Esta fase define el nacimiento de la idea, se formula el proyecto al analizar los puntos claves, se toma la decisión de iniciar las actividades del proyecto, se establecen las metas y se hacen los principales nombramientos y asignaciones de recursos.

- Fase Organizacional: Incluye las actividades correspondientes al período de planificar e idear la mejor forma de hacer realidad lo planteado en la fase conceptual. Se diseña la organización, se constituye el equipo de proyecto, se buscan los recursos y se hace el plan maestro y detallado de actividades.

- Fase Ejecutiva: En esta fase ejecutan los principales trabajos del proyecto (construcción), por ejemplo; el diseño de planos, el desarrollo de programas, la construcción de las instalaciones, las pruebas, las entregas, etc.

- Fase De Completación: En esta fase se terminan las actividades, se cierran los contratos, se transfieren los recursos y los compromisos a otras organizaciones. Es el período en el que se hace la puesta en marcha.

Igualmente, el PMI en su PMBOK Guide (2004) describe el ciclo de vida de los proyectos con tres fases claves: Inicial, Intermedia y Final. Las mismas se corresponden con las descritas por Palacios. A continuación, en la *Figura 2-5*, se presenta el diagrama que describe el ciclo de vida de los proyectos según el PMBOK Guide (2004) y las salidas que producen cada una de ellas con respecto a la dirección de proyectos.

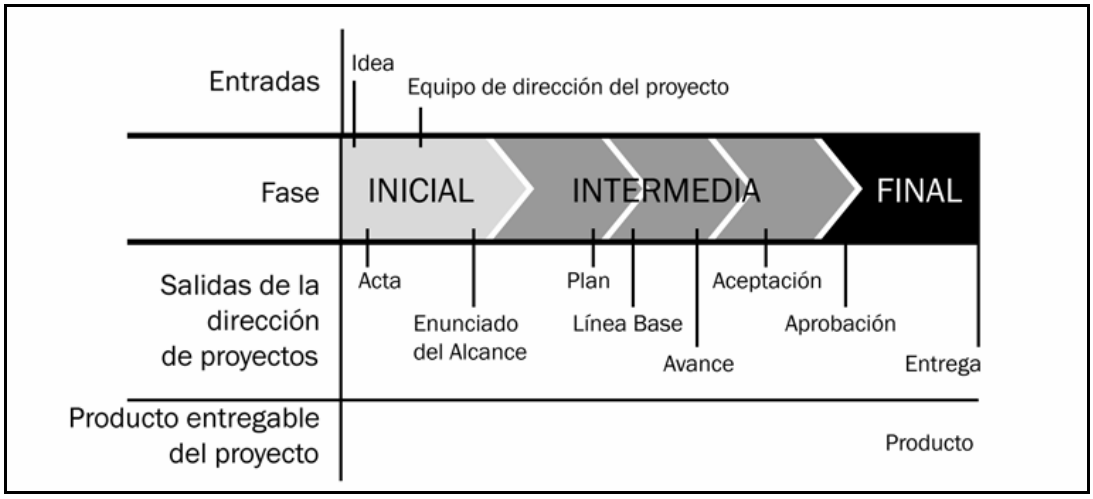

Figura 2-5. Fases Típicas en un Ciclo de Vida del Proyecto.
Fuente: PMBOK Guide, 2004

2.2.4.3. Algunos Modelos de Ciclo de Vida

Para ejemplificar la forma en que las fases descritas en la sección anterior se pueden interrelacionar se mostrarán algunos modelos comúnmente utilizados para definir el ciclo de vida de los proyectos. Estos modelos establecen una manera de relacionar cada fase del desarrollo de forma que se logre el objetivo del proyecto. Cada modelo se utiliza y se define dependiendo del tamaño y complejidad del proyecto a ejecutar y en algunos casos se pueden encontrar relaciones entre los modelos que definen nuevos modelos.

Los ejemplos que se mostrarán en cada uno de los modelos irán referidos a los proyectos de desarrollo de software los cuáles han sido definidos y ajustado a las necesidades de sistemas. Sin embargo, para objetivos de esta investigación sirven para ejemplificar la forma y uso de dichos modelos a proyectos. A continuación se presentan algunos modelos de ciclo de vida definidos por Pressman para el desarrollo de sistemas (Pressman, 2002):

- Modelo en Cascada o Lineal: Este modelo sugiere un enfoque sistemático y lineal para el desarrollo de los proyectos. Consiste en dividir el proyecto en las fases necesarias, definidas por la empresa o el equipo del proyecto, y ejecutarlas de manera secuencial donde la finalización de una alimenta la ejecución de la otra. Un ejemplo se presenta con el modelo de desarrollo de sistemas de información del tipo Cascada. En la *Figura 2-6* se muestra el ejemplo:

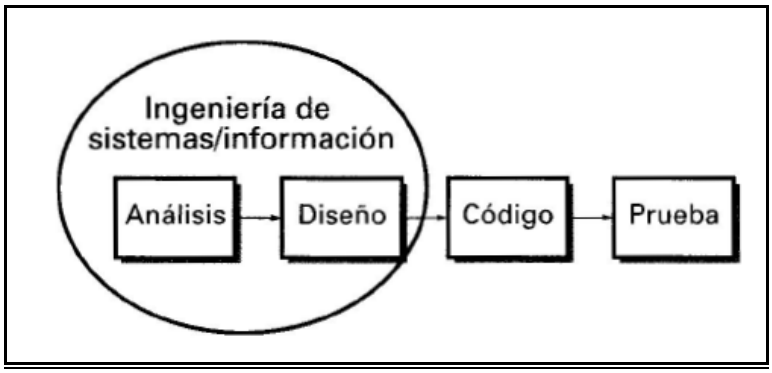

Figura 2-6. El Modelo Cascada.
Fuente: Pressman, 2002.

- Modelo de Elaboración por Prototipos: Este modelo se centra en el desarrollo de prototipos del producto para tener una mejor idea de su constitución y elaboración. Requiere de la participación constante del cliente e involucrados los cuales irán evaluando cada uno de los avances e irán aportando ideas y mejoras a los mismos. Un ejemplo de este modelo se presenta en la *Figura 2-7* creada para el desarrollo de software.

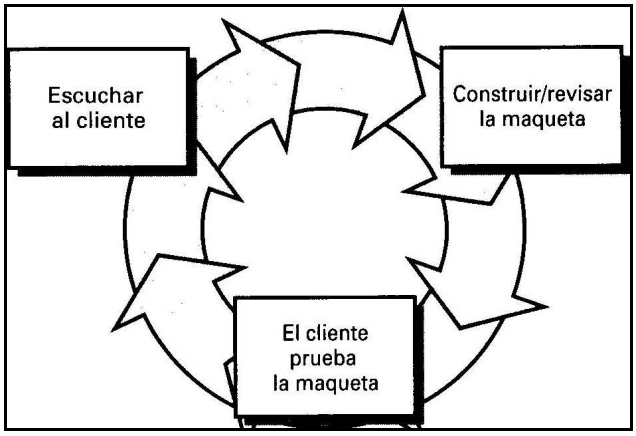

Figura 2-7. Modelo de Construcción por Prototipos.
Fuente: Pressman, 2002.

- Modelo Incremental: El modelo incremental fusiona el modelo en cascada o lineal con el modelo de prototipos. Este modelo aplica secuencias lineales en forma escalonada de manera que cada línea que se completa representa un prototipo. En la *Figura 2-8* se muestra la representación de este modelo aplicado a sistemas.

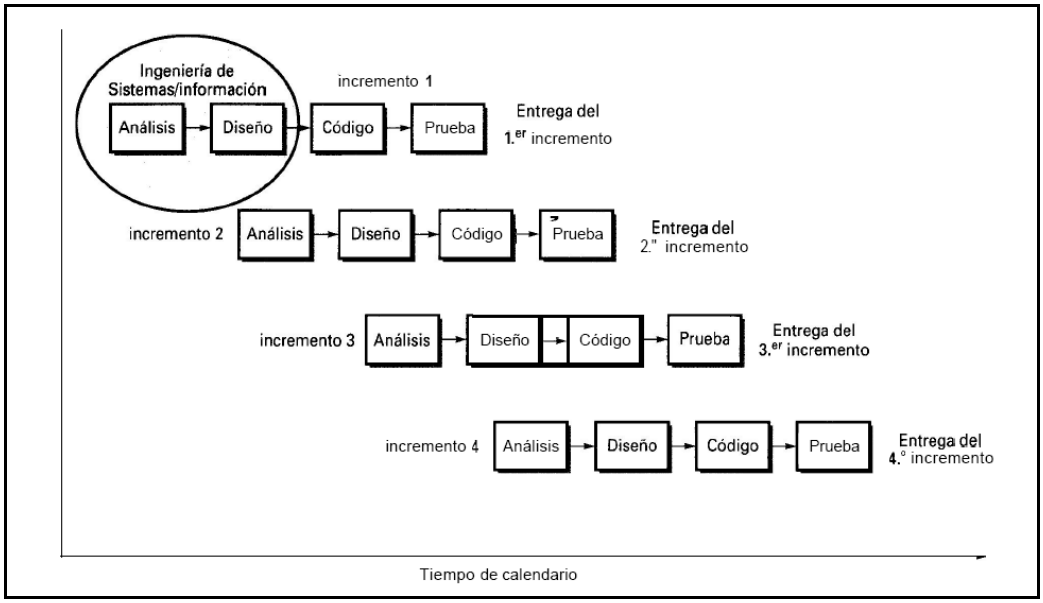

Figura 2-8. Modelo Incremental.
Fuente: Pressman, 2002

- Modelo de Espiral: Es un modelo evolutivo que une la parte iterativa de la construcción por prototipos con los aspectos controlados y sistemáticos del modelo lineal. Este modelo desarrolla el producto en una serie de versiones incrementales que se producen en cada iteración y a medida que se avanza en él se va obteniendo y validando la versión del producto definitivo. En la *Figura 2-9* se presenta el esquema de este modelo.

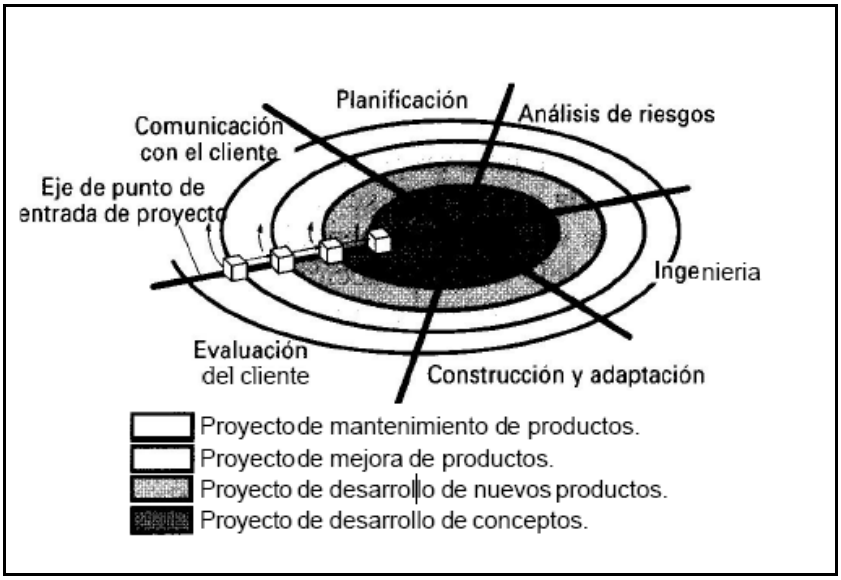

Figura 2-9. Modelo Espiral.
Fuente: Pressman, 2002

2.3. Conceptos: Desarrollo de Sistemas

2.3.1. Sistemas

Un sistema es "un conjunto de componentes que interaccionan entre sí para lograr un objetivo común" (Fernández, 2006, p.13). Igualmente Cortés define sistema como "una unidad compuesta por partes interrelacionadas, dinámicas y cambiantes, en busca del cumplimiento de una misión" (Cortés, s.f, p.13)

Ahora bien, un sistema de información es,

"un conjunto formal de procesos que, operando con un conjunto estructurado de datos estructurada de acuerdo con las necesidades de una empresa, recopila, elabora y distribuye (parte de) la información necesaria para la operación de dicha empresa y para las actividades de dirección de control correspondientes, apoyando al menos en parte, la toma de decisiones necesaria para desempeñar las funciones y procesos de negocio de la empresa de acuerdo con su estrategia " (Fernández, 2006 c.p. Andreu, Ricart y Valor 1996, p.14).

2.3.2. Ingeniería de Sistemas

La ingeniería de sistemas consiste en determinar el objetivo general del sistema a través de las siguientes actividades:

> "se debe identificar el papel que tiene el hardware, el software, las personas, la base de datos, los procedimientos y otros elementos del sistema, y se deben identificar, analizar, especificar, modelar, validar y gestionar los requisitos operacionales. Estas actividades son el fundamento de la ingeniería de sistemas" (Pressman, 2005, p.133)

La ingeniería de sistemas abarca una visión de todo el proceso al que se le aplicará la ingeniería para saber si la aplicabilidad de la tecnología es necesaria y en qué puntos. Además, se deben identificar todas las especificaciones que esa tecnología debe tomar en cuenta para que sea útil. Según Pressman (2005),

> "el proceso de ingeniería de sistemas por lo general comienza con una "visión global". Es decir, se examina el dominio entero del negocio o producto para asegurarse de que se puede establecer el contexto tecnológico o de negocios apropiado. Dentro de un dominio

> especial se analiza la necesidad de elementos del sistema (por ejemplo, información, software, hardware, personas). Al final se inicia el análisis, diseño y construcción del elemento del sistema deseado" (p.136)

2.3.3. Software

La definición de software que utiliza Pressman (2005) señala que el software de computadora:

> "Es el producto que los ingenieros de software construyen y después mantiene en el largo plazo. Incluye los programas que se ejecutan dentro de una computadora de cualquier tamaño y arquitectura, el contenido que presenta conforme los programas que ejecutan y los documentos, tanto físicos como virtuales, que engloban todas las formas de medios electrónicos" (p.1)

El software representa el producto tecnológico o conjunto de programas creado por los profesionales de sistemas cuya función es automatizar o dirigir un sistema de información.

2.3.4. Ingeniería del Software

"Es el conjunto de métodos, herramienta y procedimientos orientados a la construcción de un software eficiente, que satisfaga las necesidades requeridas" (Cortés, s.f., p.7).

Pressman hace referencia a la definición de Ingeniería del Software que hace Fritz Bauer donde se indica que la ingeniería del software es "el establecimiento y uso de principios sólidos de la ingeniería para obtener económicamente un software

confiable y que funcione de modo eficiente en máquinas reales" Pressman (2005, c.p. Bauer 1969, p.23).

La ingeniería del software comprende (Pressman, 2005):

- *Los Procesos*: Establecen la base para el control de la gestión del proyecto, definen el marco de trabajo sobre el cual se va a construir.
- *Los Métodos*: Se refiere a los aspectos técnicos que se utilizan para construir el proyecto.
- *Las Herramientas*: Proporcionan el soporte automático para llevar el proceso y los métodos.

2.3.5. Proceso del Desarrollo de Software

El proceso de desarrollo de software no es más que la definición de la forma cómo se manejará y controlará el desarrollo para lograr los objetivos. Según Pressman el proceso de desarrollo de software "son una serie de pasos predecibles: una especie de mapa de carreteras que ayuda a crear un resultado de alta calidad y a tiempo" (Pressman, 2005, p.22). Este proceso consta de varias etapas que son genéricas para todos los desarrollos. Dichas etapas se combinan de manera diferente en los distintos modelos de desarrollo los cuáles generan el esquema de trabajo para cada proyecto u organización. Las fases claves definidas por el ciclo de vida básico o tradicional para el desarrollo de software son (Pressman, 2002):

- Análisis: Esta etapa consiste en comprender el entorno del problema, se refiere al *Qué* inconveniente o situación se debe resolver o atacar a nivel de sistemas. Esta se corresponde con la fase de "Definición" que especifica Pressman:

"en esta fase se intenta identificar qué información ha de ser procesada, qué función y rendimiento se desea, qué comportamiento del sistema, qué interfaces van a ser establecidas, qué restricciones de diseño existen, y qué criterios de validación se necesitan para definir un sistema correcto" (p.15).

- Diseño: Esta etapa se refiere al *Cómo* se va a resolver el problema. Kendall y Kendall señalan: "En la fase de diseño del ciclo de vida del desarrollo de sistemas, el analista utiliza la información recopilada en las primeras fases para realizar el diseño lógico del sistema de información" (2005, p.12).

- Codificación: Esta fase consiste en la construcción del producto. Se refiere al proceso de codificación del software a desarrollar. El objetivo final de esta fase es "obtener un sistema funcional de software que atienda debidamente los requerimientos" (Larman, 1999, p.25). La información para esta fase se obtiene de la fase anterior, ya que es la que proporciona la guía para el proceso de codificación.

- Pruebas: Esta etapa consiste en la validación técnica y funcional del sistema. En ella se busca realizar una serie de ensayos que detecten los problemas de codificación y funcionamiento del sistema. "Las pruebas del software son un elemento crítico para la garantía de calidad del software y representa una revisión final de las especificaciones, del diseño y de la codificación" (Pressman, 2002, p.281).

- Mantenimiento: Esta etapa consiste en insertar el sistema en la empresa y hacer que interactúe adecuadamente con el resto de los sistemas que se relacionan con él y con las personas que lo utilizan. En pocas palabras es la instalación del sistema en su ambiente definitivo. "La instalación del sistema consiste en reemplazar físicamente el antiguo sistema de información por el desarrollado durante el proyecto" (Fernández, 2006, p.120). De mismo

modo, esta fase incluye la adaptación del sistema a los cambios externos y a los errores encontrados luego que se entrega el producto. En este fase se vuelve a aplicar cada una de las fases precedentes a un programa ya existente y no a uno nuevo (Pressman, 2002).

2.3.6. Proceso de Pruebas del Desarrollo de Software

El objetivo del proceso de pruebas es someter a los sistemas a ensayos minuciosos con el fin de encontrar los errores que no se habían detectado en la fase de diseño y de codificación. Para lograr unas pruebas exitosas se deben crear los casos de pruebas que tengan una alta probabilidad de encontrar alguna falla del sistema. Esos casos de pruebas y la ejecución de los mismos son los que van a guiar el proceso de pruebas.

Existen varios criterios para la ejecución de esta fase del desarrollo de los sistemas. Cada empresa puede tener sus propias tácticas para la realización de la misma. Sin embargo, existen procedimientos claves que debe abarcar esta fase para lograr el éxito de la misma. A continuación se presentan algunos de los procedimientos que se deben tener en cuenta según expertos del área de sistemas.

Kendall y Kendall (2005) plantea varias sub-fases:

- Pruebas de programas con datos de prueba: En esta sub-fase, los desarrolladores deben probar los programas de manera local para verificar la forma en que funcionará el sistema. En esta verificación de escritorio, el programador sigue cada paso en el programa impreso para verificar si la rutina funciona como se espera.

- Pruebas de vínculos con datos de prueba: Estas pruebas verifican si los programas que se relacionan entre sí trabajan juntos como se planeó.

- Prueba completa de sistemas con datos de prueba: En esta sub-fase los involucrados directos del sistema (programadores, usuarios finales y analistas) participan para validar la completitud y correctitud del sistema.

  > "La prueba de sistemas incluye reafirmar los estándares de calidad para el desempeño del sistema que se estableció cuando se hicieron las especificaciones iníciales del sistema. Todos los involucrados deben estar de acuerdo una vez más en cómo determinar si el sistema está haciendo lo que se supone que hace" (Kendall y Kendall, 2005, p.605)

- Prueba completa del sistema con datos reales: Esta sub-fase incluye las pruebas con datos reales obtenidos de los sistemas actuales. El objetivo es verificar que las salidas del nuevo sistema coinciden con las salidas correctas del sistema que se piensa sustituir.

Con respecto al diseño de casos de prueba, Pressman (2002) señala la división de las pruebas en dos tipos:

- Pruebas de Caja Negra: Estas pruebas no toman en cuenta la estructura interna del sistema. El objetivo es demostrar que las funciones del software operan correctamente, que la entrada se acepta de forma adecuada y que se produce un resultado correcto, así como que la integridad de la información externa se mantiene.

- Pruebas de Caja Blanca: El objetivo de estas pruebas es probar en detalle la estructura lógica interna del sistema. En ellas se busca comprobar los

caminos lógicos del software proponiendo casos de prueba que ejerciten conjuntos específicos de condiciones y/o bucles. Para este tipo de pruebas existen diversos métodos y técnicas que permiten garantizar que durante la fase se ejecutan todos los posibles caminos lógicos que fueron codificados en el programa.

Estos y otros criterios son adaptados por cada empresa a su desarrollo de software. Algunos se llevan a cabo durante todo el proceso de desarrollo y otros en la fase final de cada iteración del proceso.

CAPÍTULO 3. MARCO METODOLÓGICO

El objetivo del siguiente capítulo es presentar la estrategia que será utilizada para abordar el problema de investigación y lograr los objetivos del estudio. En este se definirán los métodos y las técnicas que se utilizaron para el análisis y recolección de los datos necesarios para el caso de estudio.

3.1. Tipo y Diseño de Investigación

La investigación del TEG que se plantea consiste en la definición del ciclo de vida del desarrollo de la fase de pruebas de los sistemas en BECO como solución al problema del desempeño de la etapa en dicha empresa. Esta investigación plantea una estrategia de ejecución para darle solución a un problema específico de una empresa. Este tipo de investigación se le denomina *investigación proyectiva*. Barrera (2000), sobre este tipo de investigación indica:

> "consiste en la elaboración de una propuesta o de un modelo como solución a un problema o necesidad de tipo práctico, ya sea de un grupo social o de una institución, en un área particular de conocimiento, a partir un diagnósticos precisos de las necesidades del momento, los procesos explicativos o generadores involucrados y las tendencias futuras" (p.325).

Así mismo, se describe el proceso de la fase de pruebas del desarrollo de sistemas en BECO para entender su ejecución, características y metodología utilizada para llevarla a cabo. A este proceso se le denomina *investigación descriptiva.* Según Sampieri (2003), el propósito de este nivel de investigación proyectiva es especificar las propiedades, las características y los perfiles importantes del fenómeno que se somete al análisis.

3.1.1. Tipo de Diseño

El diseño determina el plan o estrategia para obtener la información necesaria para la investigación (Sampieri, 2003).

Para el estudio se realiza el análisis de los resultados de la fase de pruebas de los proyectos que se han implantado en la empresa. No se manipularan variables para validar posibles variaciones en los resultados. Este tipo de manejo de los datos es lo que se denomina un diseño *No Experimental*. Las investigaciones no experimentales se identifican porque se realizan sin manipular deliberadamente las variables. Aquí no se construye ninguna situación sino que se observan situaciones ya existentes, no provocadas por el investigador (Sampieri, 2003).

Ahora bien, con respecto a la forma en que se recolectan los datos para esta investigación no experimental, se obtienen los resultados de las incidencias de los errores de los sistemas montados en producción en los últimos 2 años en la empresa a través de una herramienta de software que almacena estas ocurrencias. Estos datos pertenecen a momentos únicos en los que se realizó la etapa de implantación de los sistemas. Este tipo de diseño no experimental se le denomina *Transeccional o Transversal* ya que se recolectan los datos en un tiempo único (Sampieri, 2003).

Dentro de la investigación transversal, este estudio se categoriza como una investigación *Transeccional Descriptiva* ya que se describe la situación de los resultados de la fase de prueba del desarrollo de sistemas en BECO y no se realiza la descripción de alguna relación con otras variables (correlaciónales). Una investigación Transeccional Descriptiva tiene como objetivo ubicar, categorizar y proporcionar una visión de un contexto o una situación (describirla dentro del enfoque cualitativo) (Sampieri, 2003).

3.2. Fases de la Investigación

La investigación se realizó en tres fases:

Fase de Diagnóstico: El objetivo es detectar la necesidad de la investigación a través de técnicas de recolección de impresiones y análisis de datos.

Primera Parte:

- Se analizaron los datos registrados en el sistema del "Centro de Soporte" de la empresa para detectar el número de incidencias de errores de los sistemas que fueron puestos en producción en los últimos 2 años.

Segunda Parte:

- Se aplicó el modelo TPI (*Test Process Improvement*) (Versión 1.1) desarrollado por la sociedad *Sogeti Nederland B.V.* para validar el estado actual del proceso en la empresa.
- Se elaboró una matriz FODA para detectar la situación tanto interna como externa del proceso actual.

El objetivo específico que cubre esta fase es el *Objetivo #1 (Ver Sección 1.3.2).*

Fase de Verificación del Proceso Actual: El objetivo es levantar la información del proceso que se sigue actualmente para la realización de la fase de pruebas. En este punto se especifican: responsables y entregables que se manejan y se realizan las observaciones sobre las debilidades detectadas de la metodología actual. Para ello se recurrió a la validación, por parte de los responsables de las pruebas de la empresa, de las normas

existentes para el proceso actual y a la revisión documental de los procedimientos que se siguen actualmente.

El objetivo específico que cubre esta fase es el *Objetivo #2* (Ver Sección 1.3.2).

Fase de Definición de Ciclo de Vida: El objetivo es establecer y documentar el nuevo ciclo de vida de la fase de pruebas del desarrollo de los sistemas en BECO. Se definieron las etapas, actividades, responsables y entregables. Para ello se recurrió a las experiencias de los responsables de la empresa y a la revisión documental existente en el mercado sobre las mejores prácticas establecidas para el desarrollo de esta fase.

Los objetivos específicos que cubre esta fase son: *Objetivo Específico #3 y #4 (Ver Sección 1.3.2).*

En la *Figura 3-1* se muestra la representación de las fases descritas anteriormente, su relación y los entregables que producen cada una de ellas.

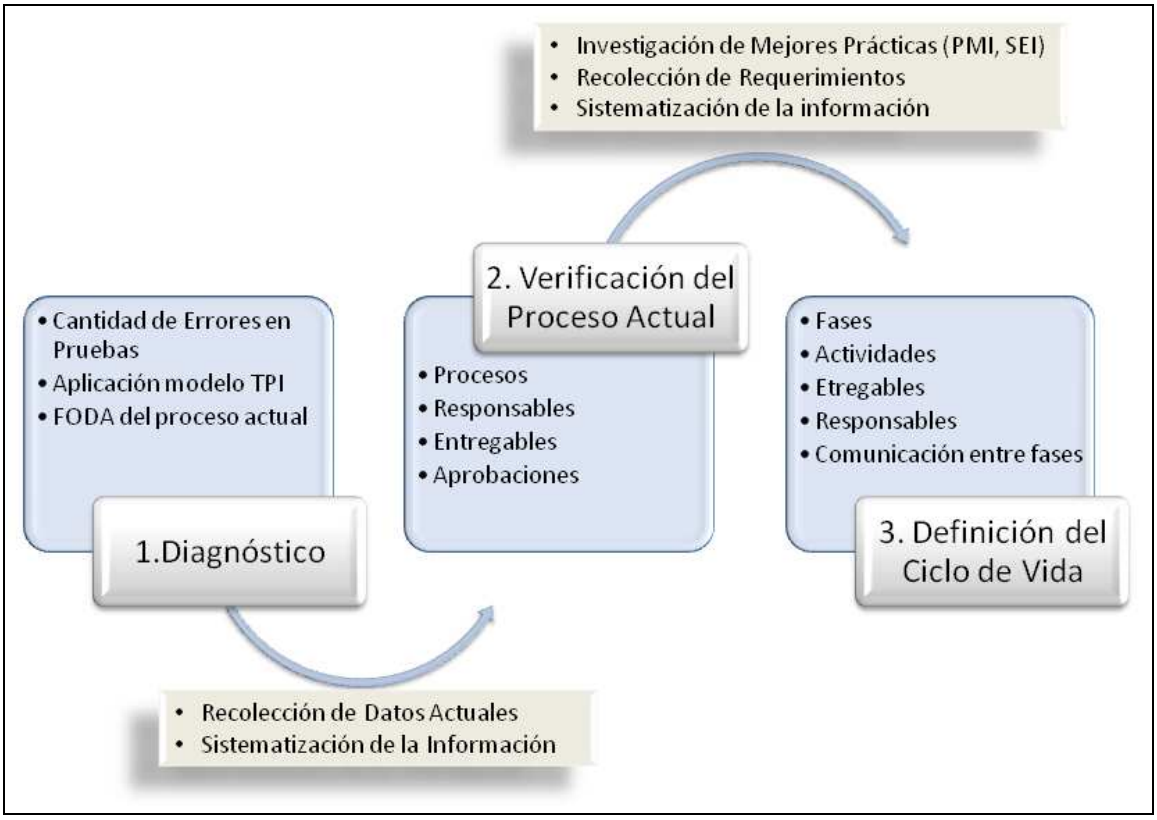

Figura 3-1. Fases de la Investigación.
Fuente: Elaboración Propia, 2009.

3.3. Unidad de Análisis

La unidad de análisis de una investigación es el grupo objeto del análisis sobre el cual se recolectaran los datos necesarios. Este grupo puede ser personas, eventos, sucesos, contextos, etc. (Sampieri, 2003).

Para el presente TEG existen dos unidades de análisis identificadas en las fases de la investigación:

- Para la primera parte de la fase de Diagnóstico la unidad de análisis fueron los sistemas de información implantados y desarrollados en la empresa.
- Para la segunda parte del Diagnóstico y para las fases de Verificación y Definición, la unidad de análisis fueron tanto las personas que trabajan en la

sección de la gerencia de sistemas que llevan la responsabilidad de la ejecución del proceso de prueba como los documentos empresariales que registran el proceso en la empresa. La sección responsable del proceso en la organización se denomina: Sección de Computación (Ver *Capítulo 4. Marco Organizacional).*

3.4. Población y Muestra

La población se refiere al conjunto de todos los casos que concuerdan con determinadas especificaciones (Sampieri, 2003). Para esta investigación la población se divide por fases:

- Para la primera parte de la fase de Diagnóstico la población es el conjunto de los sistemas que se han implantado en la empresa en los últimos 2 años.
- Para la segunda parte del Diagnóstico y para las fases de Verificación y Definición la población está definida por el conjunto de personas que trabajan en la sección de computación y que están íntimamente relacionadas con la realización de la fase de pruebas del desarrollo de los sistemas (Responsables). En total, el universo está representado por 4 personas que se clasifican como sigue:
    - Jefe de Computación (2)
    - Analista de Sistemas (2)

Por ser una población delimitada y finita se tomará a todos los individuos que integran la población para la realización de la investigación. Es así como no se utilizarán técnicas de muestreo pues el universo completo estará incluido en el estudio y los resultados se extienden a la totalidad del mismo.

3.5. Estrategia para la Recolección de los Datos

La recolección de los datos se llevó a cabo en dos fases (Sampieri, 2003):

- *Inmersión inicial en el campo*: Se refiere a la escogencia del ambiente donde se realizará la recolección de la información. Se debe asegurar que el ambiente sea propicio para la investigación y que resulte accesible para el investigador.

- *Recolección de los datos para el análisis:* Abarca desde la selección de las unidades de análisis de observación o registro hasta la selección de los instrumentos para la recolección de los datos.

Para el proceso de inmersión inicial en el campo de esta investigación, el ambiente escogido fueron las instalaciones de la empresa (BECO) en sus diversas salas de reuniones debido a la familiarización de los entrevistados y del investigador con las mismas. Esto redujo el tiempo de adaptación al ambiente para la recolección de los datos. Además, dichas salas se encuentran dotadas de equipos como: proyector, computadores, aires acondicionados, mesas de reunión, etc. Este contexto sirvió para lograr un ambiente propicio para la obtención de información tanto grupal como individual.

Ahora bien, la estrategia de recolección de datos para el análisis será presentada a continuación por cada fase de la investigación definidas en la sección 3.2 y se señalarán los objetivos específicos que serán cubiertos por cada una de ellas.

Fase 1: Diagnóstico

Objetivo Específico #1 *Diagnosticar la situación actual con respecto a la fase de pruebas de los proyectos de desarrollo de sistemas de BECO analizando el estado del proceso actual e identificando las fortalezas, oportunidades, debilidades, y amenazas (FODA) del mismo.*		
# Fase-Técnica	**Técnica**	**Instrumento**
1-1	Para este objetivo se utilizó la técnica de observación documental. Con esta técnica se hace uso de los sentidos para la búsqueda de los datos que se necesitan para resolver el problema de investigación (Sabino, 2002). Se revisaron los datos arrojados por el sistema de información de la empresa BECO que registra las incidencias de los errores de los sistemas implantados en los últimos 2 años. El sistema se denomina "Sistema de Centro de Soporte".	El instrumento utilizado fueron los medios electrónicos (computadores) que registren la información solicitada al sistema de centro de soporte de la empresa.
1-2	Otra técnica utilizada para lograr este objetivo fue la aplicación de una lista de chequeo validada en conjunto por los jefes de la sección de computación y los analistas de sistemas.	El instrumento utilizado fue una lista de chequeo, ya validada, cuyo objetivo es verificar el estado del proceso de pruebas. El modelo aplicado es el TPI (*Test Process Improvement*) desarrollado por la sociedad Sogeti Nederland B.V.
1-3	Se utilizó el análisis documental para describir las fortalezas, oportunidades, debilidades y amenazas del proceso actual. Con la investigación documental se evalúa a la empresa y a su entorno.	Los instrumentos fueron los medios escritos o electrónicos que permitan registrar la matriz FODA resultado del análisis.

Tabla 3-1. Técnicas e Instrumentos, Fase 1 de la Investigación.
Fuente: Elaboración Propia, 2009.

Fase 2: Verificación del Proceso Actual

Objetivo Específico # 2 *Documentar el ciclo de vida de la fase de pruebas en la empresa actualmente.*		
# Fase-Técnica	**Técnica**	**Instrumento**
2-1	Para este objetivo se utilizó la técnica de observación y análisis documental ya que se revisó toda la documentación referente a normas y procedimientos del proceso de la fase de pruebas del desarrollo de los sistemas en la empresa.	El instrumento que se utilizó para esta técnica fueron plantillas de identificación (Lista de Chequeo) de las variables del proceso actual donde son identificadas las actividades y responsables. Estas plantillas se registraron y analizaron en medios electrónicos.
2-2	Para el análisis de la documentación de los proyectos ya implantados se utilizó, nuevamente, la técnica de análisis documental mediante la cual se revisó la documentación generada para la fase de pruebas de los proyectos.	Se utilizó el registro escrito en bloc de notas o registros electrónicos, dependiendo del caso, para guardar la información relevante: Nombres de los documentos, esquema de contenido, objetivo, aprobaciones, etc.
2-3	Se utilizó la técnica del diagrama de flujo para representar el funcionamiento del proceso actual.	Se utilizaron los medios electrónicos que permitieron graficar y plasmar la información referente al diagrama de flujo generado.

Tabla 3-2. Técnicas e Instrumentos, Fase 2 de la Investigación.
Fuente: Elaboración Propia, 2009.

Fase 3: Definición de Ciclo de Vida

Objetivos Específicos #3 y #4 *3- Definir las etapas de la propuesta del ciclo de vida que delimiten la fase de pruebas en términos de: los procesos, las actividades, los entregables y los involucrados (stakeholders) necesarios para lograr el objetivo de cada una de ellas.* *4- Establecer los mecanismos de comunicación entre cada fase: entradas, salidas y las técnicas y herramientas que se recomiendan en cada fase.*		
# Fase-Técnica	**Técnica**	**Instrumento**
3-1	Para este objetivo se utilizó la técnica de observación y análisis documental para la revisión de la documentación externa referente a las mejores prácticas de ejecución de la fase de pruebas del desarrollo de los sistemas. El objetivo es basarse en los expertos del área a nivel mundial para obtener una base sobre la cual comenzar a ajustar a las necesidades específicas de la empresa.	El instrumento que fue utilizado para esta técnica fueron los medios electrónicos que permitieron registrar la información descargada de la web. Igualmente se utilizaron libretas de notas y cámaras fotográficas que permitieron transcribir o capturar la información obtenida de libros referentes al tema.
3-2	Se realizó una consulta al grupo de responsables de la fase de pruebas de los sistemas a través de la técnica del *Focus Group* (Entrevista de grupo). Se aplicó a: • Jefes de computación • Analistas de Sistemas	Se utilizó un computador y un proyector para mostrar la documentación que se posee y se registraron en una hoja electrónica las impresiones y conclusiones de la reunión de manera grupal.
3-3	Se utilizó la técnica del diagrama de flujo para representar la propuesta del proceso realizada por el investigador para el caso de investigación. Además, se representaron en diversos gráficos los nodos, las entradas y salidas de cada proceso y la comunicación entre ellos.	Se utilizaron los medios electrónicos que permitieron graficar y plasmar la información referente al diagrama de flujo generado y a los gráficos descriptivos del ciclo de vida.

Tabla 3-3. Técnicas e Instrumentos, Fase 3 de la Investigación.
Fuente: Elaboración Propia, 2009.

3.6. Cronograma de Trabajo

La siguiente investigación se realizó en un período de tres meses (110 días aproximadamente) a partir del mes de enero del 2010. A continuación se presenta el cronograma de trabajo *(Figura 3-2* y *Figura 3-3)* donde se muestran los tiempos y actividades necesarias para lograr la completitud del estudio en el tiempo establecido:

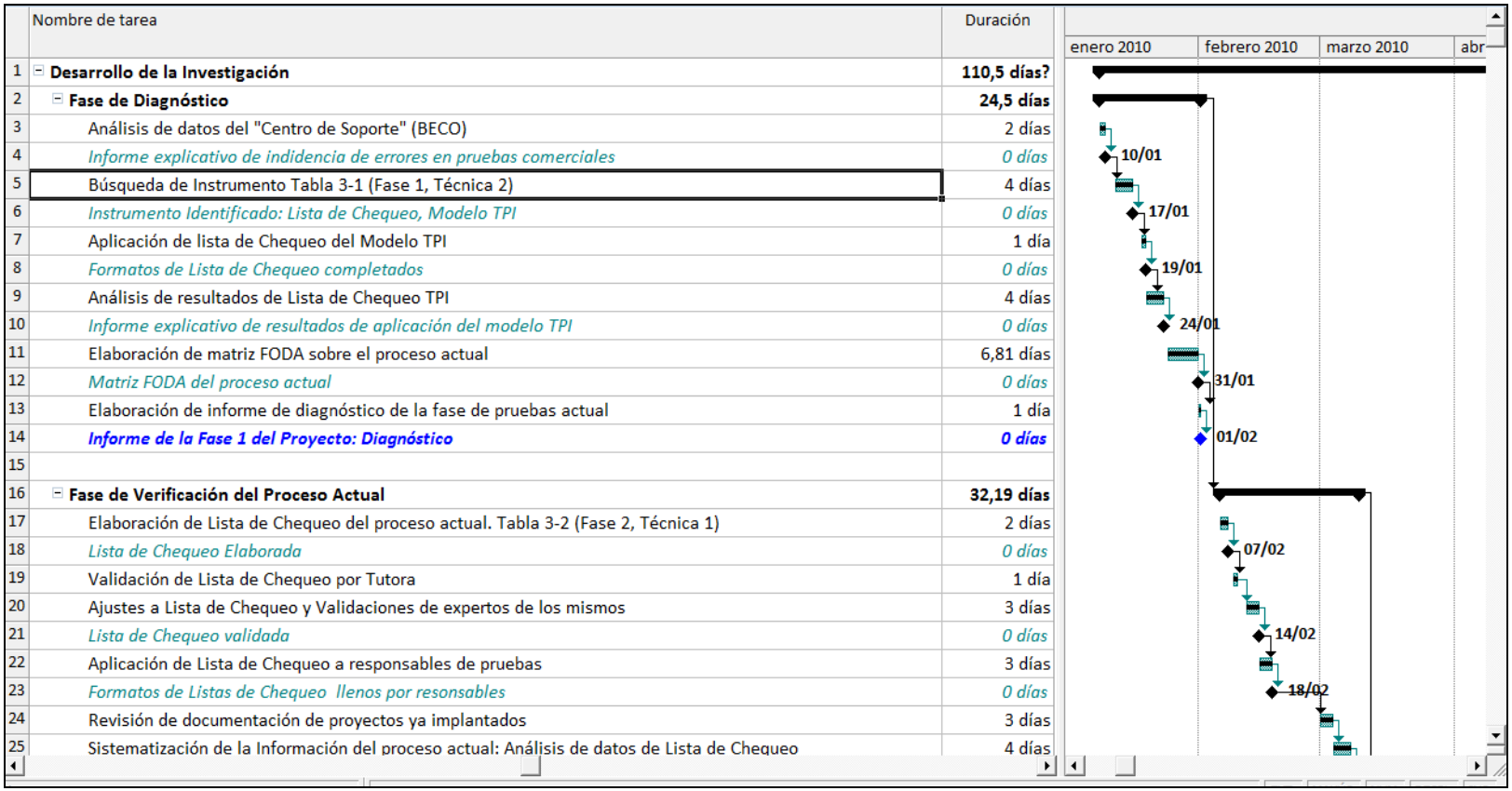

Figura 3-2. Cronograma de la Investigación.
Fuente: Elaboración Propia, 2009.

	Nombre de tarea	Duración
26	Elaboración de Diagrama de Flujo del Proceso Actual	2 días
27	***Informe de Fase 2: Verificación del Proceso Actual***	***0 días***
28		
29	**Fase de Definición del Ciclo de Vida**	**36,81 días?**
30	Planficación de técnica FocusGroup, Tabla 3-3(Fase 3, Técnica 2)]	2 días
31	*Esquema de reunión de Focus Group elaborado*	*0 días*
32	Aplicación de técnica de FocusGroup en la empresa	2 días
33	*Datos capturados en reunión de FocusGroup en medios impresos y electrónicos*	*0 días*
34	Análsis de la información resultado del FocusGroup	4 días
35	*Informe con requerimientos y espectativas de la empresa sobre su fase de prueba*	*0 días*
36	Investigación de mejores prácticas (SEI, PMI) y sus posibles adaptaciones para requerimientos de la empresa	7 días
37	Definición de Etapas de la fase propuesta en terminos de procesos, actividades, entregables e involucrados	9 días
38	Elaboración del Modelo del Ciclo de Vida	3 días
39	Elaboración de Diagramas de Flujo y Formatos de los entregables de cada fase	1 día?
40	***Informe de Fase 3: Definición del Ciclo de Vida***	***0 días***
41	***Fin del Desarrollo***	***0 días***
42		
43	Organización Definitiva de Capítulos Finales del Trabajo de Grado	10 días
44	***Trabajo Especial de Grado***	***0 días***

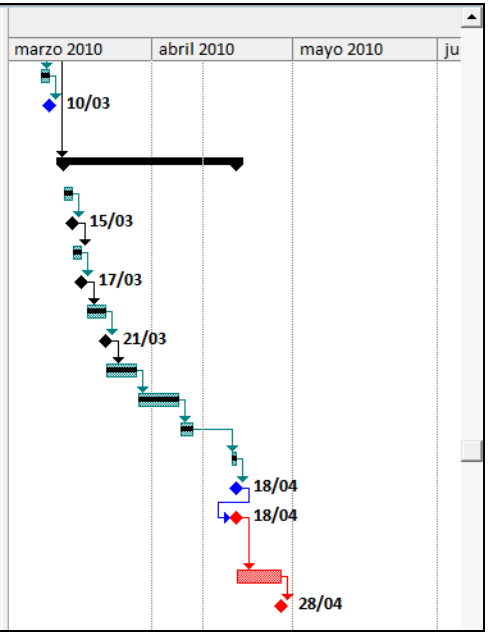

Figura 3-3. Continuación de Cronograma de la Investigación.
Fuente: Elaboración Propia, 2009.

3.7. Factibilidad del Estudio

La siguiente investigación se presenta como un estudio factible debido a la facilidad del investigador de tener acceso a la información requerida de la empresa, la experticia en el área técnica y los conocimientos adquiridos en los estudios de Postgrado de Gerencia de Proyectos. Estas variables aseguran que se tengan las herramientas necesarias para lograr los objetivos planteados.

3.8. Consideraciones Éticas

El presente estudio se realizará bajo las consideraciones éticas establecidas por el PMI (*Project Management Institute*)**:** *"Código de Ética y Conducta Profesional"* (http://www.pmi.org/PDF/ap_pmicodeofethics_SPA-Final.pdf). Este código se basa en normas de conducta que se corresponden con cuatro valores identificados como los más importantes para la comunidad de la dirección de proyectos. Estos valores son:

- Responsabilidad.
- Respeto.
- Equidad.
- Honestidad.

Igualmente la investigación estará enmarcada bajo el código profesional de conducta (*Code of Professional Conduct for SEI Services*) establecido por el SEI (Software Enginering Institute) (http://www.sei.cmu.edu/reports/04sr009.pdf). Este establece las siguientes prácticas de conducta para los profesionales del SEI autorizados, profesionales certificados y candidatos:

- Profesionalismo.

- Objetividad.
- Confidencialidad.
- Adherencia al método y materiales.
- Integridad de los datos.
- Respeto a la propiedad intelectual.

Adicionalmente, se resalta que la investigación tiene propósitos estrictamente académicos por lo que no será utilizada para fines que puedan perjudicar a la empresa del caso de estudio. Igualmente se garantiza que los datos utilizados para esta investigación son reales y su uso será en función de lograr los objetivos del trabajo.

CAPÍTULO 4. MARCO ORGANIZACIONAL

Este capítulo tiene como finalidad especificar las características de la empresa seleccionada para el caso de estudio de esta investigación. Para ello se describe un poco la historia de la organización, la visión y misión de la empresa y su estructura organizacional. La información del presente capítulo se obtuvo, en su totalidad, del Manual Organizativo de BECO 2009.

4.1. Breve Reseña Histórica de la Empresa

Los orígenes de la empresa BECOBLOHM C.A., se hallan en la firma OVERMAN.BLOHM & C.O., establecida en Venezuela, específicamente en la ciudad de Puerto Cabello, por el comerciante Georg Blohm para el año de 1.835.

Ya en la ciudad natal, Leubeck, Alemania, el Sr. Blohm había desarrollado un gran prestigio por su habilidad en el manejo de empresas mercantiles; por tal motivo, decide extenderse hacia todo el país donde se dedica a los negocios de importación, ampliando sus operaciones a las principales ciudades del país, tales como: Ciudad Bolívar (1.845), Caracas (1.857), Valencia (1.880) y Barquisimeto (1.896), lo cual le valió con el tiempo el haber alcanzado un sólido crédito y posición en el mercado, que tanto sus sucesores como también sus socios y colaboradores, han mantenido de generación en generación.

Actualmente, la organización BECOBLOHM, C.A., mediante sus compañías subsidiarias y afiliadas, opera diversas áreas, entre las cuales se destacan tiendas por departamento, muebles, automotriz, naviera, ferretera y otras.

Una de las empresas que forman parte de la organización BECOBLOHM, C.A. es CENTROBECO C.A., una empresa privada totalmente venezolana que comienza sus actividades como tiendas por departamentos en 1965, en el Estado Lara. Proveniente de un grupo de más de 100 inversionistas venezolanos de amplio prestigio comercial por más de 10 décadas, inicia su desarrollo después de 4 años de estudio y profunda planificación. Su fundación obedece a la visión de satisfacer las necesidades del consumidor directamente, ofreciendo excelentes productos y servicios en un ambiente agradable y dinámico.

Desde su fundación, la Compañía ha evolucionado, atravesando diversas fases relacionadas a su crecimiento y adaptación tanto al entorno venezolano como a las necesidades de sus clientes. Sus comienzos ven una gerencia estructural avocada al establecimiento una imagen sólida y posicionamiento dentro del mercado nacional. Se hacen enérgicos esfuerzos para conquistar proveedores y clientes bajo una política de cumplimiento de compromisos y excelencia en el servicio.

Una vez establecida en el mercado, comienza la fase de profundización en los procesos administrativos e implementación de nuevos sistemas de información, que permiten mayor eficiencia operativa. Simultáneamente, se involucra en un constante proceso de crecimiento inaugurando tiendas en las principales ciudades de Venezuela, disfrutando de una excelente aceptación por parte de consumidores, proveedores y del mercado laboral.

Recientemente, se ha iniciado un programa de evolución, que consta principalmente del desarrollo de categorías como puntos centrales de la estrategia comercial, buscando profundizar y ampliar el surtido en las áreas de Moda, Hogar, Deporte, Belleza y Niños. El nuevo concepto obedece al cambio constante en el comportamiento del consumidor venezolano. Sus perfiles socioeconómicos y psicográficos han evolucionado de forma marcada y presenta nuevos retos en cada una de las áreas funcionales del negocio.

La organización actualmente está conformada por 8 tiendas ubicadas estratégicamente en Caracas, Valencia, Barquisimeto y Maracaibo; un Centro de Distribución y la Oficina Central.

La empresa tiene como objetivo consolidarse como una cadena de tiendas por departamento, líder en su ramo, por la seguridad de los servicios que ofrece a sus clientes, además de comercializar productos terminados con calidad, competitividad y ofrecer el mejor servicio para satisfacer las necesidades de la comunidad venezolana.

4.2. Visión

"Ser la tienda preferida de los clientes, colaboradores, accionistas, proveedores y comunidades" (Manual Organizativo BECO, 2009).

4.3. Misión

"Comercializar productos de calidad a través de dinámicas tiendas por departamento especializadas en categorías y ofrecer servicios de valor agregado, para satisfacer las aspiraciones de los consumidores" (Manual Organizativo BECO, 2009).

4.4. Estructura Organizacional de la Empresa

La Compañía, internamente se encuentra dividida en gerencias, entre las que se encuentran: Ventas, Merchandising, Personal, Control, Logística y Sistemas. Cada uno de ellas juega un papel fundamental dentro del correcto funcionamiento de la empresa.

En cuanto a la estructura organizativa de la empresa (ver *Figura 4-1*), se muestra que ésta se divide esencialmente en dos niveles de gerencia, que son la alta gerencia (Nivel 1) y la gerencia intermedia (Nivel 2). En la figura se resalta la gerencia desde donde nace el proyecto de esta investigación (Sistemas).

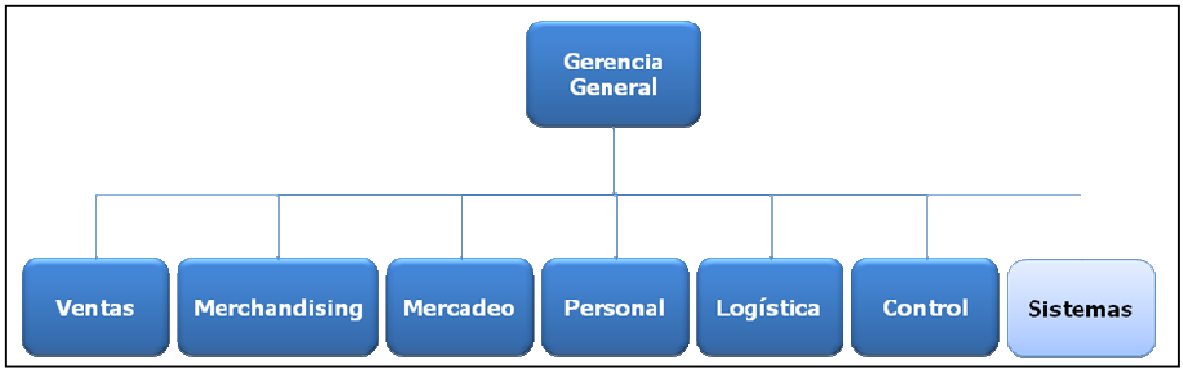

Figura 4-1. Estructura Organizativa de BECO.
Fuente: Elaboración Propia, c.p. Manual Organizativo BECO, 2009

4.5. La Gerencia de Sistemas

Dentro de la organización, se encuentra la gerencia de Sistemas. Esta gerencia se divide en tres áreas fundamentales: Comunicación y Soporte, Organización y Métodos (O y M) y Computación; siendo esta última el área de desarrollo del presente trabajo.

La Gerencia de Sistemas tiene como propósitos básicos: a) ayudar en el mejoramiento y avance tecnológico de la empresa; b) brindar apoyo al resto de las gerencias y tiendas en el desarrollo de sistemas; c) manejo de operaciones; d) administración de las redes; e) dotación de equipos y f) adiestramiento del personal para el uso de aplicaciones; en general, ofrece servicios completos de atención al usuario. (Manual Organizacional BECO 2009)

En la *Figura 4-2* se presenta el organigrama de la gerencia de sistemas, dividido en tres niveles a partir del nivel de gerencia intermedia (Nivel 2). En la figura se

resaltan los principales involucrados en el proceso de desarrollo del software de la empresa (Gerente de Sistemas, Jefe de Computación, Analista de Sistemas, Analista Programador y Programador).

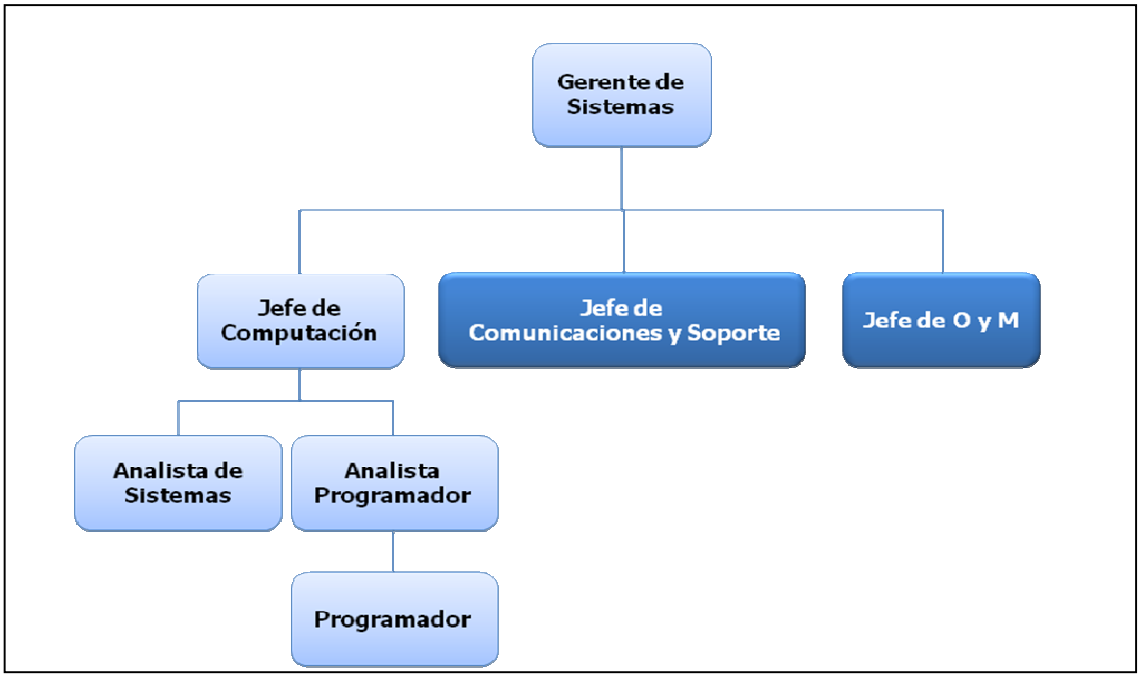

Figura 4-2. Estructura Organizativa de Sistemas
Fuente: Elaboración Propia, c.p. Manual Organizativo BECO, 2009

Luego de haber desarrollado este capítulo se tiene un conocimiento más amplio de las características de la organización donde se realizará la investigación del TEG.

CAPÍTULO 5. PRESENTACIÓN Y ANÁLISIS DE RESULTADOS

En este capítulo se presentaran los resultados de la aplicación de las técnicas e instrumentos definidos en el Capítulo 3 para la ejecución de cada una de las fases de la investigación establecidas para lograr los objetivos del presente TEG.

La Fase 1 consistió en el diagnóstico de la situación actual. Los resultados de las técnicas e instrumentos aplicados para esta fase se indican a continuación.

5.1 Fase 1: Diagnóstico

El objetivo de la fase de diagnóstico es detectar la necesidad de la investigación a través de técnicas de recolección de impresiones y análisis de datos. Para lograr este objetivo se utilizaron tres instrumentos claves:

1. Un informe con el análisis de los datos, obtenidos de la empresa, que permiten ilustrar la situación del proceso actual en cuanto al número de incidencia de errores (fallas) encontradas en el montaje de los sistemas en producción actualmente.

2. Un informe de resultados de la evaluación de la fase de pruebas de la empresa según el modelo TPI *(Test Process Improvement*).

3. Una matriz FODA, realizada por el investigador, que identifica: Fortalezas, Oportunidades, Debilidades y Amenazas del proceso.

5.1.1 Informe de Incidencia de Errores en Pruebas Comerciales

BECO es una empresa que apuesta al desarrollo interno de sus sistemas. Es así como anualmente se colocan en producción varios software desarrollados por la sección de computación los cuales son manejados bajo la misma metodología de desarrollo definida y adaptada por la empresa para manejar proyectos. En esa metodología se especifica la forma como se maneja y controla la fase de pruebas.

Origen y Objetivo de los Datos

Los datos utilizados para este informe fueron obtenidos del sistema de centro de soporte de la empresa. Cuando se menciona al "Centro de Soporte" se hace referencia a la unidad de atención al usuario de la empresa donde se reciben las llamadas referentes a fallas de los sistemas o a solicitudes especiales sobre los mismos. Los datos obtenidos son basados en el número de *fallas* reportadas mensualmente por los usuarios. Entiéndase por Falla cuando "el sistema no se comporta de manera adecuada. La *falla* es una propiedad (estadística) de un sistema en ejecución" (Weitzenfeld, 2004, p.577).

En BECO, una falla es conceptualizada de manera diferente a lo que es una solicitud adicional al sistema. Una solicitud adicional se produce cuando se requiere funcionalidad que no fue desarrollada para la versión del sistema en pruebas. Estos requerimientos son canalizados para futuras fases y desarrollos. Contrariamente, una falla requiere de su solución inmediata pues el sistema no puede seguir operando porque la funcionalidad no arroja los resultados esperados. Es así como las incidencias de solicitudes adicionales no son contabilizadas como parte de las fallas o deficiencias de la fase de prueba.

Es importante definir un ejercicio fiscal como el tiempo establecido para realizar las operaciones relacionadas con el fisco. Ese tiempo es generalmente de un año y no

coincide necesariamente con el año calendario. Para la empresa, un ejercicio fiscal es el comprendido entre los meses de Julio y Junio.

Ahora bien, se consultó al sistema de Centro de Soporte de la empresa los datos referidos al número de incidencia de fallas, diarias, reportadas al centro de atención al usuario para los sistemas que se colocaron en producción (o tuvieron alguna actualización) durante los últimos dos ejercicios fiscales de BECO. Los datos arrojados no se presentan en esta investigación por motivos de confidencialidad de la empresa.

El objetivo es sintetizar esa información para obtener de forma mensual el número de casos de fallas reportadas para cada uno de los nuevos sistemas o de los mantenimientos realizados. Esto con el fin de resaltar los meses seguidos a la puesta en producción de los módulos para observar el comportamiento de las incidencias y determinar la relación de las llamadas inmediatamente después del montaje del sistema. Es importante resaltar que en BECO, luego de colocar un módulo en producción, puede ser que el uso de los mismos se retrase uno o dos meses ya sea por el entrenamiento a los usuarios o por la fecha de uso del sistema. Algunos son utilizados para fechas precisas que no necesariamente corresponde con la del montaje.

Igualmente, y para apoyar la información anterior, se obtuvo del sistema de centro de soporte la horas dedicadas por el personal de computación a resolver los casos de fallas. Esto permitió establecer la relación de las horas hombres invertidas para la resolución de los problemas durante cada mes del ejercicio fiscal. En BECO, el límite de tiempo aceptado para la atención al soporte de los sistemas es del 15% del total del tiempo (Horas/Hombre) diario del personal. Ese tiempo total es establecido en base a 8 horas por día y depende del número de días laborables del mes.

Muestra a Utilizar y Sistematización de los Datos

A continuación se presenta la sistematización realizada de los datos obtenidos del sistema de centro de soporte para efectos de lograr el objetivo de esta fase de la investigación.

Con respecto a los datos a utilizar, los ejercicios fiscales estudiados para el diagnóstico fueron:

- Ejercicio 1: Desde Julio 2007 hasta Junio 2008.
- Ejercicio 2: Desde Julio 2008 hasta Julio 2009.

En base a esos ejercicios se obtuvieron los sistemas que fueron montados en producción en ese período, ver tabla *Tabla 5-1*. Allí se indica: el identificador establecido para efectos del análisis de los resultados de este trabajo, el módulo general al que pertenece el sistema en la empresa, su nombre y la fecha de colocación de los mismos.

Id. Sitema	Módulo	Sistema	Fecha Puesta en Producción
Ejercicio 2007-2008			
S1	AS400	Interfaz de Compra Venta	Febrero-08
S2	AS400	Mantenimiento de Órdenes de Compra	Junio-08
S3	AS400	Caja Chica	Marzo-Abril 2008
S4	AS400	Presupuestador	Abril-08
S5	Merchant	Merchant	Mayo-Junio 2008
S6	Inventario	Mantenimiento de Inventario	Julio-08
Ejercicio 2008-2009			
S7	CR	Inclusión del Módulo de Promociones	Abril-Mayo 2008

S8	AS400	Módulo de Colaboradores y Proveedores	Septiembre-08
S9	AS400	Indicadores de Gestión	Diciembre-08

Tabla 5-1 Sistemas montados en producción 2007-2008 y 2008-2009.
Fuente: Documentación de sistemas de BECO, 2009.

De los datos obtenidos del sistema de centro de soporte de la empresa se obtienen gráficas para cada módulo como las que se presentan a continuación (*Figura 5-1, Figura 5-2)* el resto de los gráficos se presentan en el *Anexo A*). En ellas se expresa el número de incidencias de errores para cada uno de los sistemas mencionados anteriormente. En los gráficos se resalta el mes de la colocación en producción de los módulos (barra en color rojo).

Figura 5-1. Incidencias de Errores, Sistema de Inventario.
Fuente: Elaboración Propia, 2010

Para el sistema S6 (*Figura 5-1*), el montaje de una actualización al módulo fue en Julio de 2008. El mismo tuvo un aumento considerable en el número de casos reportados en los 4 meses siguientes a su colocación. Luego se observa un decrecimiento desde Diciembre de 2008 hasta Junio de 2009.

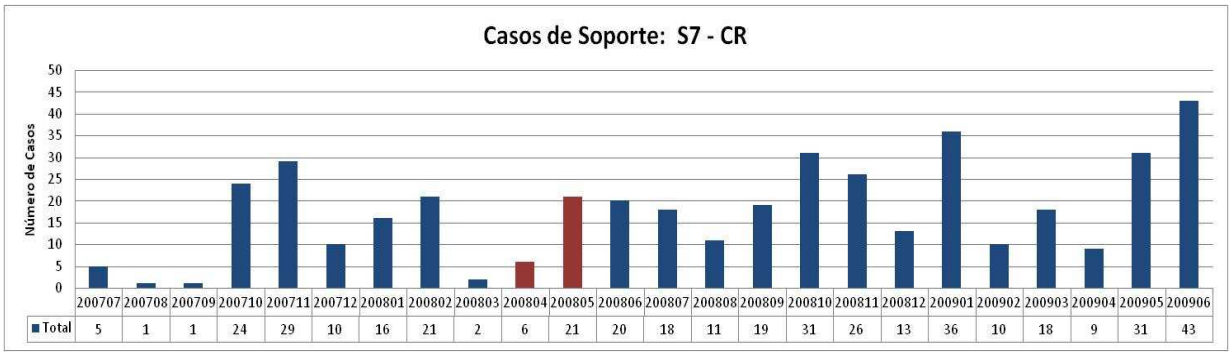

Figura 5-2. Incidencias de Errores, Sistema de CR.
Fuente: Elaboración Propia, 2010.

Para el sistema S7 (*Figura 5-2*), se coloca en producción un sub-módulo del sistema CR para Abril-Mayo de 2008. Durante los meses siguientes se observa el aumento de los casos reportados manteniéndose un promedio de 22 casos mensuales hasta el fin del segundo ejercicio (Junio de 2009). El sub-Modulo colocado tiene la característica de que su utilización es mayormente en fechas promocionales. Para BECO los meses que cumplen estas características son Enero, Mayo y Junio. De allí que se observe un crecimiento considerable en los meses de Mayo (31 casos) y Junio (43 casos) pues la utilización del módulo se aumenta en esas fechas.

Como se puede observar el incremento en el número de incidencias de errores en los meses siguientes a la colocación de un sistema en producción o de una actualización es sustancialmente mayor al del resto de los meses. Esto se debe al número de fallas presentadas que no pudieron ser corregidas en las pruebas del mismo.

Ahora bien, es importante relacionar los datos anteriores con las horas invertidas por el personal en la resolución de los casos de fallas. A continuación se muestra el gráfico que indica el porcentaje de tiempo invertido por el personal de la sección de la computación en cada uno de los meses de los ejercicios del estudio. La

información obtenida de la empresa y que da origen al gráfico de la *Figura 5-3* se presenta en el *Anexo B*.

Figura 5-3 Dedicación de Personal de Sistemas a Soporte.
Fuente: Elaboración Propia, 2010.

El porcentaje máximo de horas de soporte establecido por la Gerencia de Sistemas para la sección de computación es del 15%. Por lo tanto, todo mes que supere el 15% de horas dedicadas a soporte indica que se utilizaron más horas hombre de las establecidas para el cumplimiento de los objetivos de la gerencia.

En el gráfico mostrado en la *Figura 5-3*, se observan crestas en las horas de dedicación a soporte en los meses de Febrero 2008, Septiembre 2008, Febrero de 2009, Mayo de 2009 y Junio de 2009. En esos meses se sobrepasa el porcentaje aceptado de horas de dedicación mensual al soporte según el total de horas hombres trabajadas para ese mes.

Si se relaciona este gráfico (*Figura 5-3*) con las fechas de colocación en producción y de uso de los sistemas mostrados anteriormente (*Anexo A*) podemos observar que para los meses de cresta de dedicación a soporte, los sistemas recién colocados en producción y que presentaban fallas considerables a la fecha son los siguientes:

- Para febrero de 2008: **S1**
- Septiembre de 2008: **S8, S7**
- Febrero de 2009: **S9**
- Mayo de 2009: **S7**
- Junio de 2009: **S7**

Para el resto de los sistemas el aumento en horas de dedicación se observa para cada uno de los meses de su colocación en producción. Sin embargo no se sobrepasa el límite aceptado por la empresa.

Análisis de Resultados

Según los datos presentados se puede concluir que para BECO, el montaje de un nuevo sistema en producción o de algún mantenimiento representa un aumento en el número de fallas reportadas al centro de soporte. Esto es un alerta sobre la validación de errores de los sistemas antes de su colocación pues las fallas son encontradas por los usuarios durante el funcionamiento de los módulos.

Asimismo, para cada falla el personal debe invertir horas de su tiempo (dedicado a la realización de otras actividades o el desarrollo de otros sistemas) a la resolución de los casos que, dependiendo de su complejidad, pueden consumir más del porcentaje de horas aceptado por la empresa a la dedicación del soporte (15%). El tiempo invertido en la solución de casos afecta directamente la operatividad de la empresa pues el sistema se mantiene inoperativo mientras se encuentra y corrige la falla reportada.

Es así como es necesario disminuir el número de fallas que los sistemas presentan luego de su montaje en producción de manera de reducir las horas hombre invertidas en la resolución de los mismos y las horas de inoperatividad de las secciones de las gerencias de la empresa que se ven afectadas por la falla.

5.1.2 Evaluación de la Fase de Pruebas con el Modelo TPI

Uno de los instrumentos utilizados para validar la madurez del proceso de pruebas de BECO fue el modelo TPI (*Test Process Improvement*). Este es un modelo europeo desarrollado por la sociedad *Sogeti Nederland B.V.,* ya validado, y cuyo objetivo es orientar en la mejora de los procesos de prueba de las empresas. Esto lo realiza definiendo pasos de diagnóstico y mejoras controlables al proceso. El modelo se explica en detalle en el *Anexo C.*

De forma general el modelo es conceptualizado de la siguiente manera:

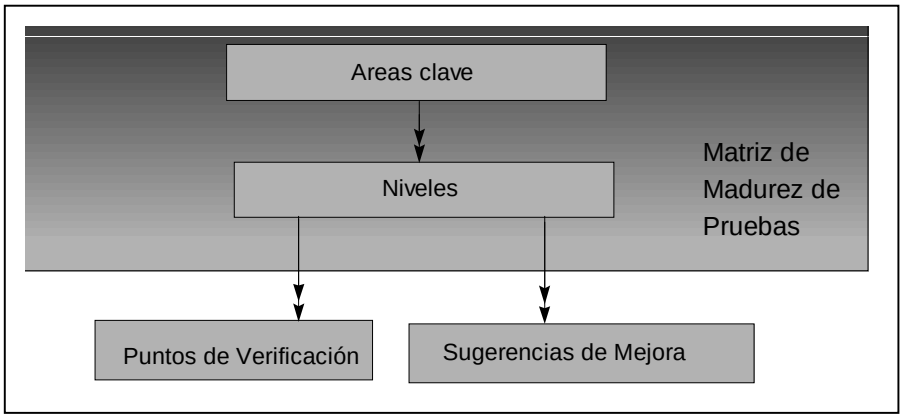

Figura 5-4. Modelo TPI.
Fuente: Koomen, 1999.

5.1.2.1 Áreas Clave

El modelo define 20 áreas claves que son evaluadas separadamente. Las mismas abarcan la forma de ejecución de todas las pruebas de sistemas que se deben realizar en un proceso de testeo completo: pruebas de caja negra, pruebas del sistema, pruebas de aceptación, verificación y pruebas de caja blanca.

Las áreas claves definidas son:

1. Estrategia de pruebas
2. Modelo del Ciclo de Vida
3. Momento de Involucración
4. Estimación y Planeamiento
5. Técnicas de Diseño de Pruebas
6. Técnicas de Pruebas Estáticas
9. Entorno de Pruebas
10. Entorno de Oficina
11. Compromiso y Motivación
12. Funciones de Pruebas y capacitación
13. Alcance de la Metodología
14. Comunicación
15. Informes
16. Manejo de Defectos
17. Administración del Testware (elementos de prueba)
18. Administración del Proceso de pruebas
19. Revisión Estructurada
20. Pruebas de Caja Blanca

7. Métricas
8. Herramientas de

5.1.2.2 Niveles

Los niveles son definidos para determinar la madurez del proceso. Cada proceso de pruebas tiene sus puntos fuertes y débiles. Para ello el modelo proporciona hasta tres niveles de evaluación. Estos son definidos para cada área con letras del alfabeto (de A a B a C) dónde el nivel A es menor que el nivel B, el nivel B es menor que el nivel C.

Cada nivel superior es mejor que su nivel previo en términos de tiempo, dinero, y/o calidad. Al utilizar niveles se puede evaluar la situación prevaleciente del proceso de pruebas. También incrementa la posibilidad de recomendar mejoras graduales.

Los niveles poseen puntos de verificación acumulativos. Esto quiere decir que cuando un área clave se ubica en un nivel superior se refiere a que se satisfacen todos los puntos de verificación de los niveles previos.

Si un área clave no satisface los requisitos para el nivel A, se considera que se encuentra en el nivel más bajo e indefinido.

Los diferentes niveles de las Áreas Clave se explican como sigue:

Niveles Área Clave	A	B	C	D
Estrategia de Pruebas	Estrategia de Pruebas para una sola prueba.	Estrategia de Pruebas combinada para pruebas de caja negra.	Estrategia de Pruebas combinada para pruebas de caja negra y pruebas de caja blanca o evaluación.	Estrategia de Pruebas combinada para toda las pruebas y actividades de evaluación.
Modelo del Ciclo de Vida	Planeamiento, Diseño, Ejecución	Planeamiento, Preparación, Diseño, Ejecución, Terminación.		
Momento de Involucración	Al terminar la especificación	Al inicio de la especificación.	Al iniciar la definición de requerimientos.	Al inicio del Proyecto.
Estimación y Planeamiento	Estimación y Planeamiento Elemental	Estimación y Planeamiento fundada estadísticamente		
Técnicas de Diseño de Pruebas	Técnicas Informales	Técnicas Formales		
Técnicas de Pruebas Estáticas	Pruebas en base a entradas	Listas de Verificación (Checklists)		
Métricas	Estadísticas del Proyecto (producto)	Estadísticas del Proyecto (Proceso)	Estadísticas del Sistema	Estadísticas de la Organización
Herramientas de Prueba	Herramientas de Planeamiento y Control	Herramientas de ejecución y análisis, y de pruebas	Automatización Integral de Pruebas	
Entorno de Pruebas	Entorno administrado y controlado	Pruebas en el entorno más conveniente.	Montaje de entorno a solicitud.	
Entorno de Oficina	Entorno de oficina adecuado y a tiempo.			
Compromiso y Motivación	Asignación de presupuesto y tiempo.	Las pruebas integradas en la organización del proyecto.	Ingeniería de Pruebas	
Funciones de Pruebas y capacitación	Gerente de Pruebas y Probadores.	Soporte (Metodológico, Técnico, Funcional), Control	Aseguramiento de la Calidad Interno	
Alcance de la Metodología	Específico al Proyecto	Para toda la organización, genérica	Organización, optimización (Investigación y Desarrollo)	
Comunicación	Comunicación Interna	Comunicación del Proyecto (defectos, cambios, control)	Comunicación en la organización	
Informes	Defectos	Progreso (status de pruebas y productos), actividades (costes + tiempo, metas), defectos con prioridades	Riesgo y Consejo, incluyendo estadísticas	SPI consejo
Manejo de Defectos	Administración Interna de Defectos	Administración Extendida de Defectos, Informes Flexibles	Administración de Defectos del Proyecto	
Administración del Testware (elementos de prueba)	Administración y control interno de los conceptos de pruebas	Administración y control externo de la base y de los objetos de pruebas.	Testware reutilizable	Capacidad de Rastreo: desde los requerimientos hasta los casos de prueba.
Administración del Proceso de pruebas	Planear, Hacer	Planear, Hacer, Checar , Reaccionar	Comprobar , Reaccionar en la Organización	
Revisión Estructurada	Técnicas de Revisión Estructurada	Estrategia de Revisión Estructurada		
Pruebas de Caja Blanca	Ciclo de Vida: Planear, Diseñar, Ejecutar	Técnicas de Diseño de Caja Blanca	Estrategia de Pruebas de Caja Blanca	

Tabla 5-2. Niveles de Áreas Claves del Modelo TPI.

Fuente: Koomen, 1999.

5.1.2.3 Puntos de Verificación

El modelo se basa en un instrumento de medición del tipo "Lista de Chequeo" establecido y validado por la sociedad *Sogeti Nederland B.V*. En él se presentan preguntas que deben ser respondidas de forma afirmativa para poder calificar al nivel al que pertenecen. A partir de las listas de verificación se puede evaluar un Área Clave e indicar el nivel alcanzado. En la *Tabla 3-1* se presenta un ejemplo de la lista de verificación establecida para evaluar un área clave (2- Modelo de Ciclo de Vida). El instrumento completo se presenta en el *Anexo D*.

Área clave 2 - Modelo de Ciclo de Vida				
Dentro del proceso de test se distinguen algunas fases: planificación, preparación, diseño, ejecución y finalización. En cada fase se efectúan algunas actividades. Para cada actividad se registran aspectos tales como: objetivo, entradas, proceso, conceptos, dependencias, técnicas y herramientas, instalaciones y documentación. La importancia de contar con un modelo de ciclo de vida reside en tener un mejor control del proceso de test, dado que las actividades pueden ser planificadas y controladas consistentemente.				
Nivel	**Puntos de Verificación**		**OK?**	**Comentarios**
A	*Planificación, Especificación y Ejecución*			
	1	En el testeo al menos se realizan las siguientes fases : planificación, especificación y ejecución. Son realizadas secuencialmente y probablemente por subsistema y/o módulo. Se permite un cierto solapamiento entre las fases.		
	2	Las actividades que se realizan en la fase de planificación son: Formular una misión de testeo, determinar los motivadores de los casos de prueba, determinar la estrategia de testeo, organizar el equipo de testeo, identificar los entregables, definir la infraestructura y herramientas, establecer una planificación de tiempo y recursos y producir el plan de pruebas.		
	3	Las actividades que se realizan en la fase de especificación son: Diseño de casos de prueba y scripts de prueba, especificar las necesidades e infraestructura del caso de prueba, poner en marcha la infraestructura.		
	4	Las actividades que se realizan en la fase de ejecución son: la infraestructura, las necesidades de datos, la implementación y la ejecución.		

Nivel	Puntos de Verificación		OK?	Comentarios
B	*Planificación, Preparación, Especificación, Ejecución y Finalización*			
	1	Para los casos de prueba de caja negra se distinguen las siguientes fases: Planificación, preparación, especificación, ejecución y finalización. Las fases son realizadas secuencialmente y probablemente por subsistema y/o módulo. Se permite un cierto solapamiento entre las fases.		
	2	En la fase de preparación se inspecciona la base de testeo y las motivaciones con el objetivo de comprobar si son suficientes para la técnica de testeo especificada.		
	3	En la fase de finalización se prepara la entrega del testware, se actualiza toda la documentación de modo que pueda ser reutilizado para otros procesos de testeo. Se evalúa los scripts de prueba, se evalúa el proceso de testeo y se informa del resultado del testeo.		

Tabla 5-3. Lista de Chequeo TPI. Área Clave: 2- Modelo de Ciclo de Vida.
Fuente: Koomen, 1999.

5.1.2.4. Matriz de Madurez de las Pruebas

Las áreas claves definidas por el modelo se integran en una matriz que posee una escala de verificación. Dicha escala se presenta en el eje horizontal donde relaciona las áreas situando la importancia de los niveles entre ellas. Esta escala va del 0 al 13 y divide el proceso en tres estados: Controlado, Eficiente y Óptimo. La escala de menor valor representa la mayor prioridad de atención, la misma disminuye en la medida que se aumenta el valor de la escala. La idea es dirigir la atención hacia cuáles son los pasos de mejora que hay que realizar en primera instancia. La matriz del modelo TPI es estructurada como sigue:

Escala		0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
Área Clave			Controlado					Eficiente					Óptimo		
1	Estrategia de Pruebas		A					B				C		D	
2	Modelo del Ciclo de Vida		A			B									
3	Momento de Involucración			A				B				C		D	
4	Estimación y Planeamiento				A							B			

Escala		0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
Área Clave			Controlado					Eficiente					Óptimo		
5	Técnicas de Diseño de Pruebas		A		B										
6	Técnicas de Pruebas Estáticas					A		B							
7	Métricas						A			B			C		D
8	Herramientas de Prueba					A			B			C			
9	Entorno de Pruebas				A				B						C
10	Entorno de Oficina				A										
11	Compromiso y Motivación		A				B						C		
12	Funciones de Pruebas y Capacitación				A			B			C				
13	Alcance de la Metodología					A						B			C
14	Comunicación			A		B							C		
15	Informes		A			B		C					D		
16	Manejo de Defectos		A				B		C						
17	Administración del Testware (elementos de prueba)			A			B				C				D
18	Administración del Proceso de pruebas		A		B								C		
19	Revisión Estructurada							A			B				
20	Pruebas de Caja Blanca					A		B		C					

Tabla 5-4 Matriz de Madurez de las Pruebas, Modelo TPI.
Fuente: Koomen, 1999.

Un ejemplo de la relación entre las áreas a tomar en cuenta en primer lugar y sus niveles es: una buena estrategia de pruebas (nivel A del Área Clave "1.- Estrategia de Pruebas") es más importante que una descripción de la metodología de pruebas utilizada (nivel A del Área Clave "13.- Alcance de la Metodología"). La escala asignada para los niveles de cada área es definida por el modelo según las mejores prácticas consideradas para su elaboración.

Además de estas prioridades, existe una dependencia entre los niveles de diferentes Áreas Clave. Antes de poder recibir estadísticas de los defectos encontrados (nivel A del Área Clave "7.- Métricas"), el proceso de pruebas tiene que calificar para el nivel B del Área Clave "16 .- Manejo de Defectos".

Es así como los niveles de menor escala son aquellos que se deben atacar en primera instancia. Esta matriz ayuda a priorizar las acciones de mejora del proceso actual.

5.1.2.5 Aplicación del Modelo TPI (*Test Process Improvement*)

Ahora bien, en BECO se aplicó la lista de chequeo señalada anteriormente en una reunión conjunta con los responsables de las pruebas por parte de la gerencia de Sistemas: Analistas de Sistemas y Jefes de Computación. El objetivo fue determinar la validez de cada afirmación para el proceso actual. La lista verificada se presenta en el *Anexo D*.

Luego de completar la lista de chequeo se realizó la matriz de madurez del proceso de pruebas en la empresa, quedando representada de la siguiente manera:

Nivel más bajo. Indefinido

Escala **Área Clave**	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
		Controlado					**Eficiente**					**Óptimo**		
Área Clave 1- Estrategia de testeo		**✓A**					B				C		D	
Área clave 2 - Modelo de ciclo de vida	✓	A			B									
Área clave 3 - Momento de implicación			A				B				C		D	
Área Clave 4 - Estimación y planificación				**✓A**							B			
Área Clave 5 - Técnicas de especificación de testeo		**✓A**		B										
Área Clave 6 - Técnicas de testeo estática					A		**✓B**							
Área Clave 7- Métricas						**✓A**			B			C		D
Área Clave 8- Testeo Automático	✓			A				B			C			
Área Clave 9 - Entornos de testeo				A				B						**✓C**
Área Clave 10 - Entorno de oficina				**✓A**										
Área Clave 11 - Compromiso y motivación	✓	A				B						C		

Escala **Área Clave**	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
		Controlado					**Eficiente**					**Óptimo**		
Área Clave 12 - Funciones del testeo y formación	✓			A			B				C			
Área Clave 13 - Alcance de la metodología	✓				A						B			C
Área Clave 14 - Comunicación	✓		A		**✓B**							C		
Área Clave 15 - Informes		**✓A**			B		C					D		
Área Clave 16 - Gestión de defectos		**✓A**				B		C						
Área Clave 17 - Gestión del Testware			A			B				C				**✓D**
Área Clave 18 - Gestión del proceso de testeo		A		**✓B**								C		
Área Clave 19 - Evaluación	✓						A			B				
Área Clave 20 - Testeo de bajo nivel					A		B		**✓C**					

Tabla 5-5 Matriz de Madurez de las Pruebas BECO, Modelo TPI.
Fuente: Koomen, 1999.

La matriz indica que las áreas claves que NO clasifican para el nivel de madurez más bajo del modelo (Controlado) son:

- 2) Modelo de Ciclo de Vida
- 3) Momento de Implicación
- 8) Testeo Automático
- 11) Compromiso y Motivación
- 12) Funciones del Testeo y Formación
- 13) Alcance de la Metodología
- 19) Evaluación

Estas áreas deben ser atacadas de manera de lograr un nivel de madurez aceptable para la empresa. Según la escala de prioridades (eje horizontal) las áreas 2) y 11) se deben atacar primero debido a que presentan una prioridad de

atención mayor que el resto de las áreas deficientes (su nivel A se ubica en la escala 1). Es así como se deben tomar acciones correctivas para primero llevar a un nivel controlado estas áreas y luego aplicar estrategias de mejora para el resto.

Como podemos observar, una de las áreas deficiente y a la que se le debe aplicar medidas correctivas de manera inmediata es: *2.- Modelo de Ciclo de Vida.* Este instrumento afianza la necesidad inmediata para la empresa de definir un modelo que permita controlar el proceso de manera consistente.

5.1.3 Matriz FODA de la Fase de Pruebas

El análisis FODA es una herramienta que permite graficar la situación actual de un proceso o una empresa permitiendo obtener un diagnóstico de la situación y poder tomar decisiones de acuerdo a lo presentado en la matriz resultado. Este análisis se basa en las Oportunidades y Amenazas (situación externa), Fortalezas y Debilidades (situación interna) de la empresa o del proceso a evaluar.

Para la fase de pruebas de BECO se realizó el análisis en base a la experiencia del investigador en el proceso interno y al análisis del entorno investigando las situaciones externas que pudiesen afectar el proceso del estudio.

La matriz FODA resultado del análisis queda representada de la siguiente manera:

Oportunidades	Amenazas
O1. Tendencia al desarrollo interno de los sistemas debido al crecimiento de los costos de contrataciones. Esto genera la necesidad de poseer un proceso de desarrollo completo y confiable incluyendo la fase de pruebas del mismo. **O2.** Tendencia global a la automatización y optimización de los sistemas en las empresas de Retail. Esto se debe a la gran competencia	**A1.** Incertidumbre socio-económica del país lo que podría incrementar las restricciones presupuestarias para el departamento de sistemas. **A2.** Incremento de adaptaciones y montajes de sistemas ERP (*Enterprise Resourse Planning*) para el control y manejo de las operaciones empresariales. Esto disminuiría el desarrollo interno y las pruebas quedarían en mano del

que se tiene en el mercado lo que desencadena en la necesidad de poseer sistemas en el menor tiempo posible y que permitan competir tecnológicamente en ese mercado. **O3.** La empresa pertenece a la organización BecoBlohm. Esto permite mantener relaciones cercanas con el resto de las empresas del grupo. Cada una de estas empresas posee una Gerencia de Sistemas lo que podría generar apoyo y consenso en cuanto al desarrollo de nuevas metodologías o adquisición de nuevas tecnologías. **O4.** Existencia de mejores prácticas mundiales sobre el desarrollo de los sistemas y el manejo de proyectos. Asimismo, la existencia de estudios que permiten conocer estas mejores prácticas establecidas.	proveedor del sistema integrado. **A3.** Alta competitividad laboral en el mercado de tecnologías de información lo que podría generar altos niveles de rotación del personal del departamento de sistemas. Esto originaría retrasos en la implantación de nuevas metodologías para el desarrollo de proyectos o fuga de conocimientos sobre el tema. **A4.** El incremento de las horas inoperativas de los sistemas cuando son colocados en producción debido a los errores presentados puede desencadenar en la contratación de una contratista externa que maneje la fase de pruebas del desarrollo de los sistemas.
Fortalezas	**Debilidades**
F1. Personal de la gerencia de sistemas altamente comprometido. **F2.** Participación activa de los responsables de las pruebas del resto de las gerencias. **F3.** Las fases de análisis y diseño para el desarrollo de sistemas se realizan de forma ordenadas, completas y documentadas. **F4.** Se cuenta con indicadores de las fallas encontradas en los sistemas que se encuentran en producción. **F5.** La empresa apoya sus procesos internos e incentiva la participación activa de sus empleados en los mismos. **F6.** Interés del investigador en el desarrollo de un ciclo de vida basado en las mejores prácticas para el manejo de las pruebas producto de su tesis de grado. **F7.** Iniciativa del personal de sistemas en prepararse académicamente, de manera	**D1.** Debido a la crisis económica la empresa reserva los recursos para las gerencias claves del negocio (Mercadeo y Merchandising) quedando, en muchos casos, la Gerencia de sistemas desprovista de los mismos para generar incentivar y aplicar nuevas tecnologías. **D2.** No se posee una planificación formal de la fase de pruebas. **D3.** Las normas y procedimientos que existen para el manejo de la fase de pruebas no son cumplidas en su totalidad generando así inconsistencia en la documentación y un seguimiento no estándar de la fase. **D4.** No existen estándares detallados de calidad de los sistemas que permitan determinar el estado ideal para su salida a producción. **D5.** El ciclo de vida de la fase de pruebas no se encuentra definido. **D6.** No se involucran a todos los usuarios claves

individual, en estudios sobre la mejor manera de llevar el desarrollo de proyectos de software. **F8.** La empresa actualmente está incursionando en la migración de sus sistemas a un ERP de código abierto que permite que el desarrollo se siga llevando internamente así como su soporte y pruebas.	durante el proceso de pruebas. Sólo se involucran a los responsables claves y en algunos casos a un usuario disponible para las fechas de realización de pruebas. **D7.** Inexistencia de documentación resultado de las pruebas que permita evaluar el proceso completo y aplicar mejoras para la ejecución de esta fase en los próximos sistemas (lecciones aprendidas)

Tabla 5-6. FODA Proceso de Pruebas de BECO.
Fuente: Elaboración Propia, 2010.

Contrastando los dos ejes FO (Fortalezas-Oportunidades) y DA (Debilidades-Amenazas) resultan estrategias que permiten llevar a cabo acciones para disminuir las debilidades/amenazas y aumentar las fortalezas/oportunidades. Estas estrategias se resumen de la siguiente manera:

1- Estrategia DA (Debilidades –vs- Amenazas) (Mini – Mini): Su objetivo es minimizar tanto las debilidades como las amenazas.

2- Estrategia DO (Debilidades –vs-Oportunidades) (Mini – Maxi): su objetivo es minimizar las debilidades y maximizar las oportunidades.

3- Estrategia FA (Fortalezas vs Amenazas) (Maxi – Mini): Su objetivo es maximizar las primeras mientras se minimizan las segundas.

4- Estrategia FO (Fortalezas vs Oportunidades) (Maxi – Maxi): Su objetivo es maximizar tanto las fortalezas como las oportunidades.

En base a estos ejes de estrategias se realizó una matriz de cotejo para la FODA realizada de la que se desprenden varias acciones para maximizar las oportunidades y fortalezas y minimizar las debilidades y amenazas. El resultado se presenta en la *Tabla 5-7*.

Categorías	Fortalezas	Debilidades
	Estrategias Fortaleza-Oportunidad (Maxi-Maxi)	**Estrategias Debilidad-Oportunidad (Mini-Maxi)**
Oportunidades	**F1-F2-F3-O1-O2** Establecer un plan de acción para la optimización del proceso de pruebas y el proceso de implantación de los sistemas para maximizar la productividad del personal en estas fases y garantizar la calidad y competitividad de los sistemas.	**D1-O1-O3** Incentivar la transmisión de conocimientos del personal que se está capacitando en la gerencia de sistemas y del personal de las otras empresas del grupo para conocer nuevas tecnologías y metodologías de desarrollo de las fases de pruebas disminuyendo los costos de la capacitación externa.
	F4-O1 Evaluar constantemente el desempeño de la fase de pruebas de los sistemas para optimizar su ejecución y garantizar la calidad de los módulos que son colocados en producción	**D2-D3-D4-D5-D6-D7-O4** Crear un proyecto de evaluación y optimización del proceso de desarrollo de la fase de pruebas de la empresa redefiniendo la misma con base en las mejores prácticas establecidas mundialmente
	F5-F8-O3 Realizar jornadas de comunicación entre las empresas de la organización donde se transfieran conocimientos y se comparen los procesos realizados por cada una de ellas en el desarrollo de las fases del desarrollo de los sistemas	
	F6-F7-O4 - Crear proyectos de optimización de las fases del desarrollo de los sistemas con el personal interno capacitado. - Incentivar el uso de las mejores prácticas mundiales para el desarrollo de las fases del desarrollo de los sistemas. - Crear talleres internos de capacitación de temas especializados en las mejores prácticas del desarrollo de los sistemas. Estos serían dictados por el personal capacitado académicamente hacia el personal que desconoce estas técnicas de ejecución, validadas mundialmente, de las fases del desarrollo de los sistemas.	

	Estrategias Fortaleza-Amenaza (Maxi-Mini)	Estrategias Debilidad-Amenaza (Mini-Mini)
Amenazas	**F1-F2-F6-F7-A1-A4** - Aumentar la participación del personal interno capacitado y comprometido en la realización de proyectos de optimización de las fases del desarrollo de sistemas e incentivar su mejora continua. Esto evita la utilización de contratista externas que realicen el trabajo de mejora. - Establecer la metodología del desarrollo de los sistemas de manera que sea definida, controlada y manejada por el personal interno y con formatos propios.	**D2-D3-D4-D5-D6-D7-A4** Optimizar la ejecución de la fase de pruebas del desarrollo de los sistemas para disminuir las fallas encontradas en los software que son colocados en producción. Para ello es necesario definir un ciclo de vida que garantice la correcta ejecución del proceso.
	F8-A2 - Incentivar y apoyar de manera activa el proyecto de migración organizacional al ERP de código abierto escogido. - Establecer equipos multidisciplinarios que evalúen el proceso de implantación en cada una de las empresas del grupo documentando las experiencias de cada una. Esto con el objetivo de recopilar las lecciones aprendidas y optimizar la masificación organizacional del ERP y el establecimiento de las metodologías de ejecución de las fases del desarrollo de los sistemas.	
	F1-F6-F7-F8-A3 - Aumentar la participación del personal interno en la generación de ideas sobre los nuevos sistemas y las metodologías utilizadas para su desarrollo. Con esto se aumenta la motivación del mismo y su conocimiento del negocio en general. - Mantener actualizadas las escalas de remuneraciones acorde con las establecidas en el mercado y con el nivel de estudio del personal.	

Tabla 5-7. Matriz de Cotejo FODA.

Fuente: Elaboración Propia, 2010.

De la matriz de cotejo FODA se puede concluir que los puntos clave a atacar son:

- Como primera instancia se propone desarrollar una estrategia de redefinición del proceso de desarrollo de pruebas para ajustarlo a los estándares mínimos requeridos para una fase de pruebas.

- Luego de definir el proceso se requiere normar el mismo para garantizar su ejecución uniforme en todos los sistemas.

- Igualmente se propone definir estándares de calidad para los sistemas desde el comienzo del desarrollo de los mismos (Fase de Análisis). De esta forma se podrá evaluar la calidad final del módulo en base a los resultados obtenidos en las pruebas.

Como se puede observar este análisis FODA afianza la necesidad de definir un ciclo de vida para la fase de pruebas de BECO debido a la falta de directrices al respecto.

Luego de tener un diagnostico completo de los problemas de la ejecución de la fase de pruebas en la empresa se presenta, en la siguiente sección, la verificación de la manera como se maneja la fase actualmente para detectar las debilidades especificas del proceso y contrastar su ejecución con las mejores prácticas establecidas para el ciclo de vida de la etapa de pruebas.

5.2 Fase 2: Verificación del Proceso Actual

El objetivo de esta fase es levantar la información del proceso que se sigue actualmente en la etapa de pruebas del desarrollo de los sistemas en BECO. Para ello se aplicaron técnicas de observación y análisis documental de las normas y procedimientos de la empresa, se realizó la validación del cumplimiento de las mismas a través de una lista de chequeo del proceso actual, se investigó la

documentación de pruebas de los sistemas que han sido colocados en producción y se elaboró el diagrama de flujo que esquematiza el proceso. A continuación se presentan los resultados obtenidos de la realización de esta fase de la investigación.

5.2.1 Validación de Normas y Procedimientos del Proceso Actual

Para validar el esquema de ejecución del proceso actual se analizaron las normas y procedimientos establecidos en la empresa con respecto al desarrollo de la fase de pruebas del desarrollo de los sistemas. Este análisis se tradujo a una lista de chequeo donde se plasmaron los procedimientos a seguir en la fase según la documentación de la empresa. Como actualmente no existe ningún sistema que se encuentre en la fase de pruebas y como la fase es manejada por varios responsables, lo que genera variantes en la ejecución dependiendo del software desarrollado, se procedió a chequear la lista en una reunión conjunta entre los responsables de las pruebas: Jefes de Computación y Analistas de Sistemas.

Es importante señalar la división de las pruebas que realiza la empresa para poder entender el proceso que se sigue actualmente. El proceso de pruebas se divide en dos grandes módulos: Pruebas Técnicas y Pruebas Comerciales (la explicación de cada uno se presenta en la sección: *5.2.2 Esquematización del Proceso Actual*). Dentro de cada proceso pueden existir subprocesos que permiten dividir la ejecución en varios escenarios. Para la realización de la fase de pruebas de BECO se posee el siguiente índice de procesos establecido en las normas y procedimientos:

1. Pruebas Técnicas
2. Pruebas Comerciales

a. Preparación de las pruebas

b. Instalación en ambiente de pruebas

c. Seguimiento de Pruebas

En base a este índice se realizaron las listas de chequeo del proceso actual. Según la experiencia de cada responsable y de manera consensuada se obtuvieron los resultados que se encuentra en el *Anexo E*.

A modo de ejemplo se presenta a continuación una copia de las lista de verificación realizada: *Lista de Chequeo Verificación del Proceso de Pruebas Técnicas*.

Paso	Responsable	Actividad	Chequeo		Observaciones
			SÍ	NO	
1	Analista de Sistemas	Se revisa el control de funciones y se valida que estén desarrolladas al 100%	X		
2		Se realiza la configuración del ambiente de pruebas antes de las mismas	X		
3		Se valida el sistema comparando la documentación de las funciones técnicas redactadas en el análisis con lo desarrollado	X		
4		Se elabora el manual de usuario al terminar de realizar las pruebas técnicas		X	
5		Se entrega al analista de OyM (Organización y Métodos) el manual para su revisión justo después de realizar las pruebas técnicas		X	
6		Se hace la notificación por correo electrónico al responsable Comercial, al jefe de OyM y al Jefe de soporte que el sistema se encuentra listo para ser probado en producción	X		Pocas veces se notifica al jefe de OyM aunque se debería hacer

Paso	Responsable	Actividad	Chequeo		Observaciones
			SÍ	NO	
7	Responsable Comercial	Notifica por correo electrónico al Responsable Técnico (Analista de Sistemas) el equipo de usuarios designado para realizar la prueba técnica	X		
8	Jefe de OyM	Notifica por correo al responsable Técnico (Analista de Sistemas) el analista de OyM designado a la revisión de las normas, procesos y documentación de usuario asociada al sistema		X	Este punto generalmente no se cumple por la falta de notificación del equipo de sistemas al área de OyM sobre el comienzo de las pruebas
9	Jefe de Soporte	Notifica por correo al responsable Técnico (Analista de Sistemas) el grupo de colaboradores designado para realizar las pruebas comerciales del sistema		X	El equipo de sorpote pocas veces participa en las pruebas técnicas aunque deberían hacerlo
10	Analista de Sistemas	Realiza las pruebas del sistema en conjunto con los usuarios designados y validando las funciones escritas	X		
11		En caso de existir una falla durante la prueba se corrige justo después de la realización y se convoca de nuevo a las pruebas del módulo corregido	X		
12		Realiza el memorándum de validación de pruebas técnicas exitosas y es firmado por los usuarios de pruebas técnicas y el analista de OyM en señal de aceptación	X		
13	Responsable Comercial	Revisa el correcto funcionamiento del sistema en base a las funciones definidas		X	Generalmente confían en los usuarios expertos designados que realizaron las pruebas y no vuelven a validar el sistema
14		En caso de estar conforme con los resultados de pruebas técnicas firma las funciones en señal de aceptación		X	La firma de las funciones se realiza como un formalismo al montar en producción las funciones para fines de documentación
15		Al culminar el proceso de pruebas técnicas el Responsable Comercial llena y firma el memorándum de aprobación de pruebas comerciales	X		

Paso	Responsable	Actividad	Chequeo		Observaciones
			SÍ	NO	
16	Analista de Sistemas	Luego de las pruebas técnicas, culmina y adapta los modelos de diseño realizados para el sistema de manera de actualizar la documentación técnica del sistema		X	
17		Luego de las pruebas técnicas, valida que la documentación se encuentra completa y archiva en el cartapacio correspondiente		X	Esta actividad se realiza pero no en este punto de las pruebas sino al final de la puesta en producción del sistema.

Verificado y Aprobado Por:	
Gabriel Martinelli (Jefe de Computación BECO)	
Mariluz Quintal (Jefe de Computación BECO)	
Mariela Rodríguez (Analista de Sistemas BECO)	
Ileana Rojas (Analista de Sistemas BECO)	

Tabla 5-8. Lista de Chequeo Proceso Actual. Pruebas Técnicas.
Fuente: Elaboración Propia, 2010.

De las listas validadas se obtienen los siguientes resultados:

Pruebas	Total Items	% SI	% NO
Pruebas Técnicas	17	52,94%	47,06%
Pruebas Comerciales	19	52,63%	47,37%
1.- Preparación de Pruebas	5	100,00%	0,00%
2.- Instalación en Ambiente de Prueba	6	50,00%	50,00%
3.- Seguimiento de Pruebas	8	25,00%	75,00%

Tabla 5-9. Resultados Lista de Chequeo, Validación del Proceso Actual.
Fuente: Elaboración Propia, 2010.

En las figuras: *Figura* 5-5*, Figura* 5-6 *y Figura* 5-7 se grafican los resultados:

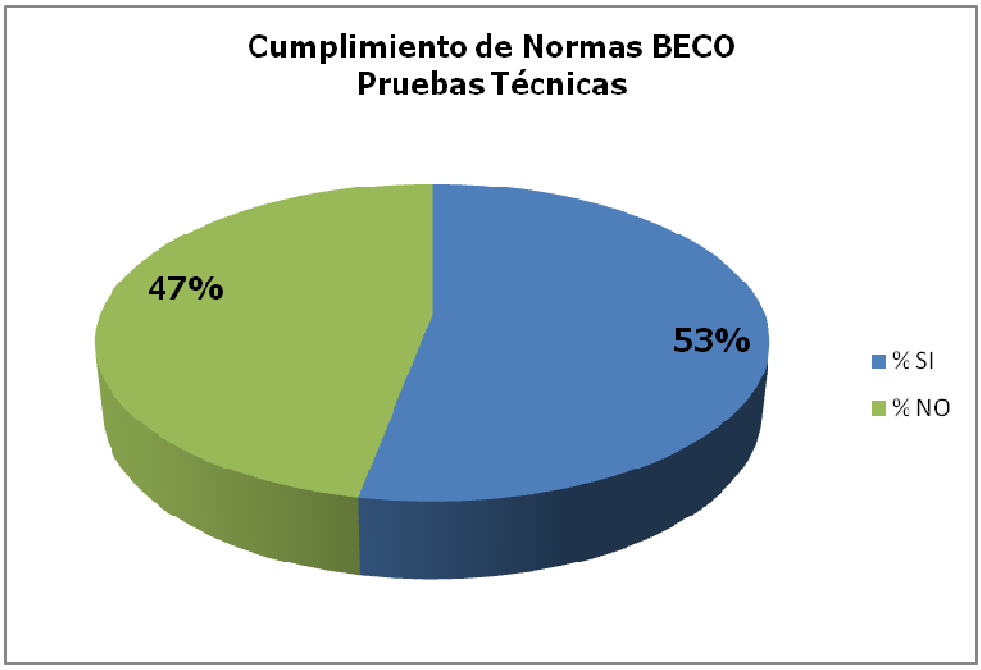

Figura 5-5. Cumplimiento de Normas BECO. Pruebas Técnicas.
Fuente: Elaboración Propia, 2010.

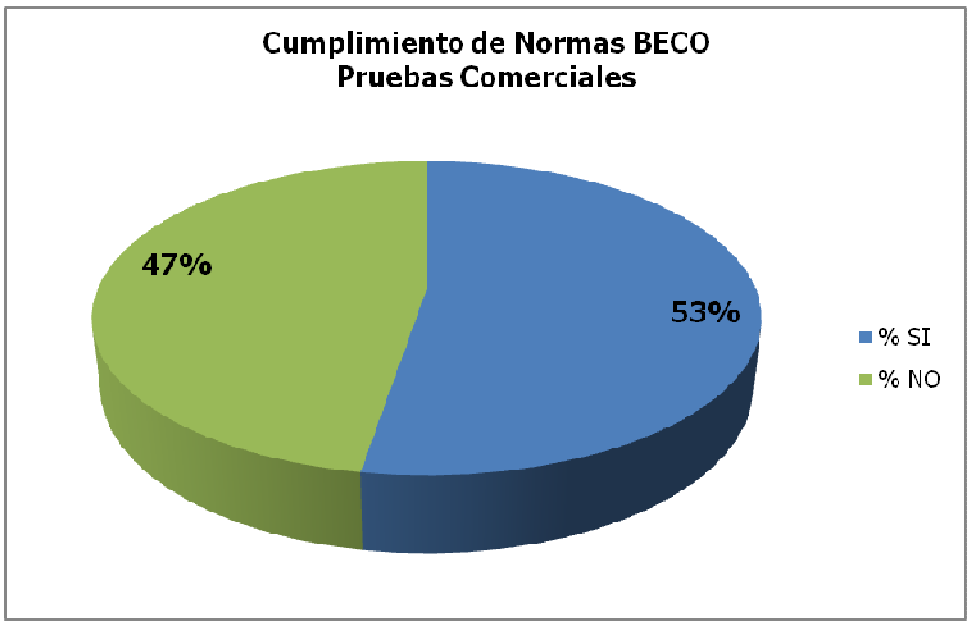

Figura 5-6. Cumplimiento de Normas BECO. Pruebas Comerciales.
Fuente: Elaboración Propia, 2010.

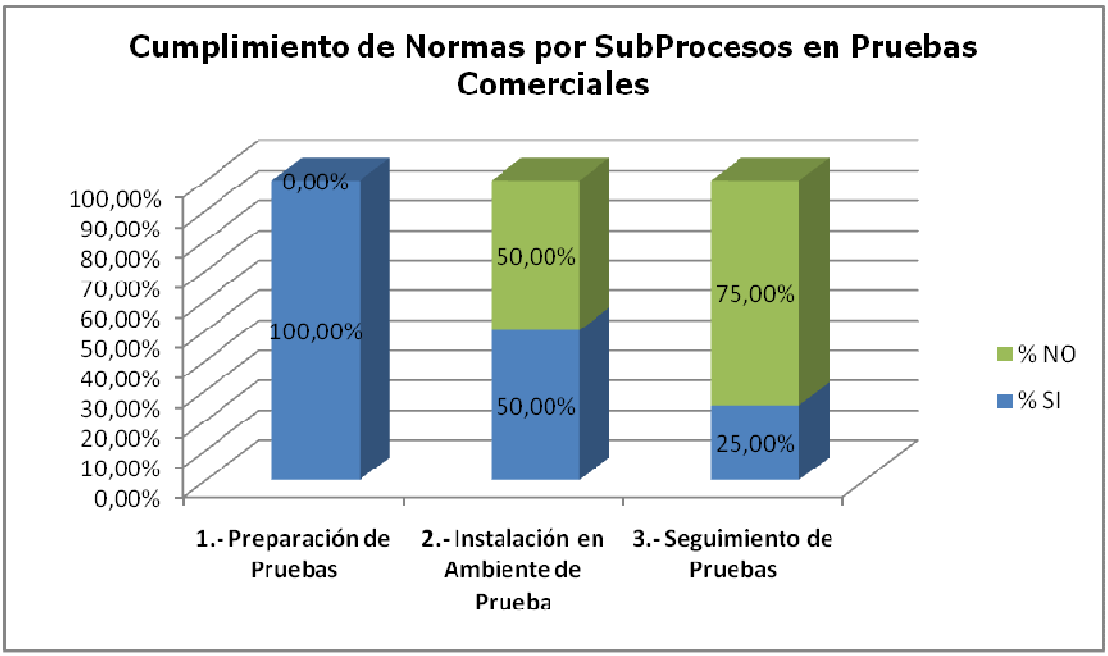

Figura 5-7. Cumplimiento de Normas BECO. Subprocesos Pruebas Comerciales.
Fuente: Elaboración Propia, 2010.

Según los resultados arrojados por el análisis de las normas y procedimientos del proceso actual se pueden realizar varias afirmaciones:

- La empresa cumple en un 50% aproximadamente las normas y procedimientos establecidos para el proceso.
- Una de las actividades en la que los responsables cumplen a cabalidad lo establecido en las normas es la preparación de las pruebas. Esta preparación consiste en garantizar que la fase se ejecute en términos de determinar los usuarios de pruebas y de garantizar las firmas correspondientes para la aprobación del arranque de la fase.
- Los responsables se cuidan de instalar un ambiente de pruebas a nivel de hardware lo más óptimo posible, cumpliendo en un 50% las normas, de manera que se garantice la ejecución física de la fase (actividades correspondientes a la instalación en ambiente de pruebas). Este resultado

se alinea con los obtenidos en la realización de la lista de chequeo del TPI de la fase de diagnóstico de esta investigación: *Tabla 5-5 Matriz de Madurez de las Pruebas BECO, Modelo TPI.*

- *Fuente: Koomen,* 1999.

- Se observan debilidades en el cumplimento de las normas correspondientes al seguimiento de las pruebas efectuándose sólo un 25% de las establecidas. Estas se corresponden con el desarrollo del proceso de las pruebas en el ambiente preparado y con los usuarios establecidos.

La importancia de cuantificar el porcentaje de cumplimiento de las normas y procedimientos de la fase radica en que se detectan las actividades que por una u otra razón no son realizadas según lo establecido. Esto permite que el investigador se enfoque en aquellas que no se cumplen para validar la mejor manera de hacerlas y que sean técnicamente realizables. Igualmente las actividades que se cumplen a cabalidad es importante validarlas con las mejores prácticas establecidas para la fase de pruebas de manera de optimizar los resultados de las mismas.

Luego de este análisis se presenta el diagrama de flujo del proceso actual resultado de la investigación de la forma que la empresa define su fase de pruebas.

5.2.2 Esquematización del Proceso Actual

La esquematización del proceso actual se llevó a cabo mediante el análisis documental de normas y procedimientos realizado anteriormente y el análisis de la documentación de los sistemas que se han colocado en producción en los últimos dos años en la empresa.

Para entender y contextualizar el diagrama de flujo realizado es necesario conocer que la fase de pruebas del desarrollo de sistemas en BECO se lleva a cabo en dos grandes etapas:

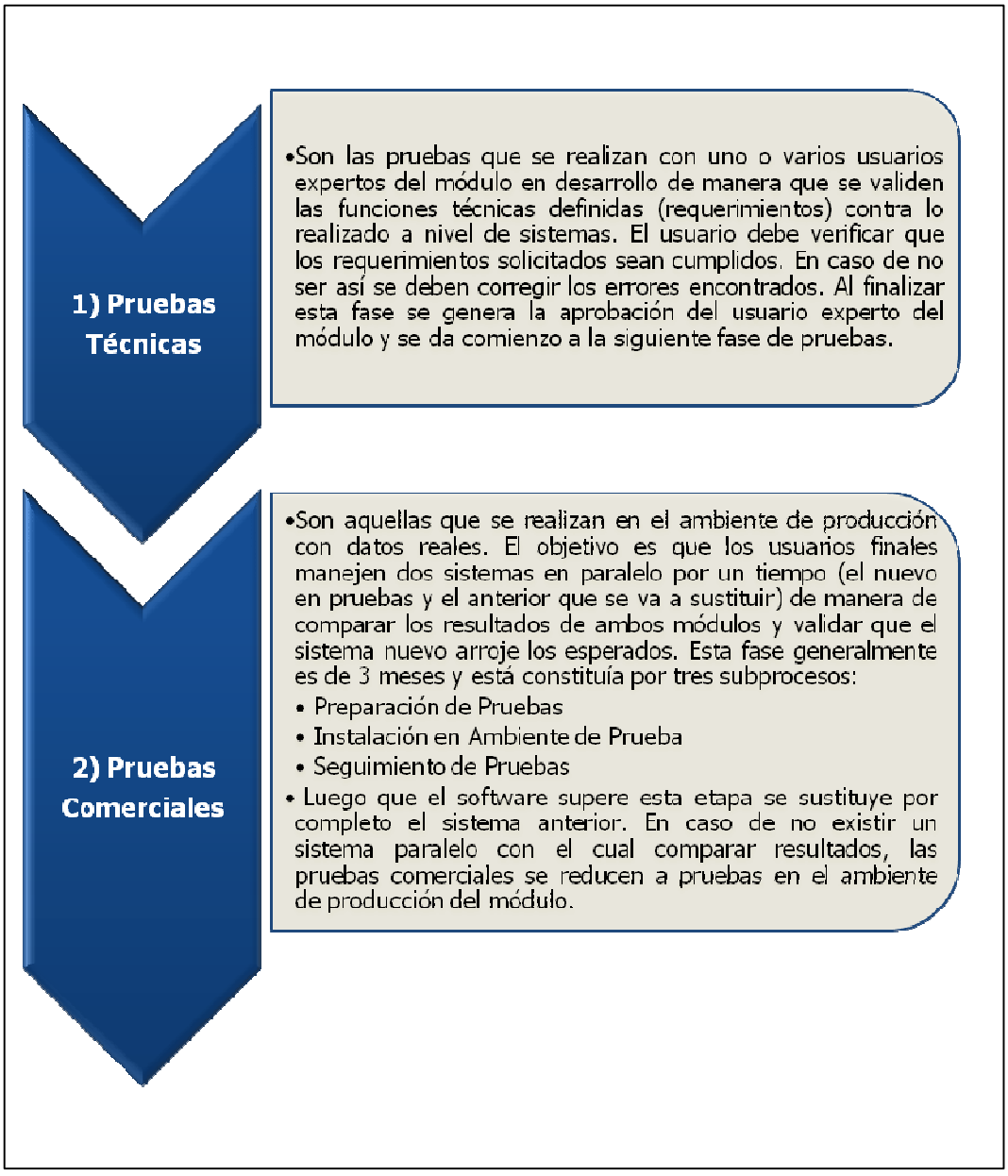

Figura 5-8. Etapas de la Fase de Pruebas del Proceso Actual.
Fuente: Elaboración Propia 2010.

A continuación se presenta uno de los diagramas de flujo realizado correspondiente a la etapa de la fase de Pruebas técnicas. El resto de los diagramas realizados pueden ser consultados en el *Anexo F*.

Pruebas Técnicas:

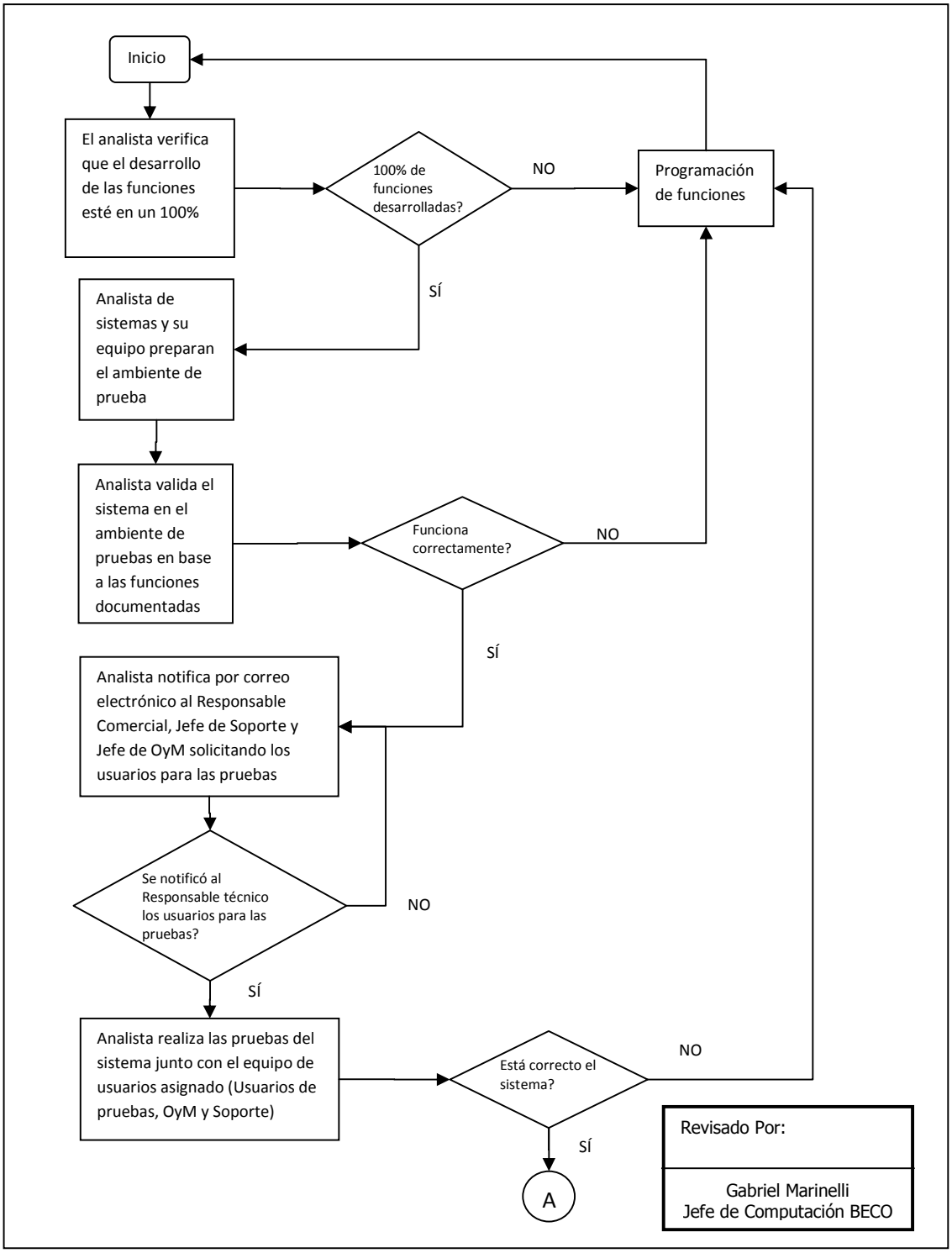

Figura 5-9. Diagrama de Flujo Proceso Actual: Pruebas Técnicas #1.
Fuente: Elaboración Propia, 2010.

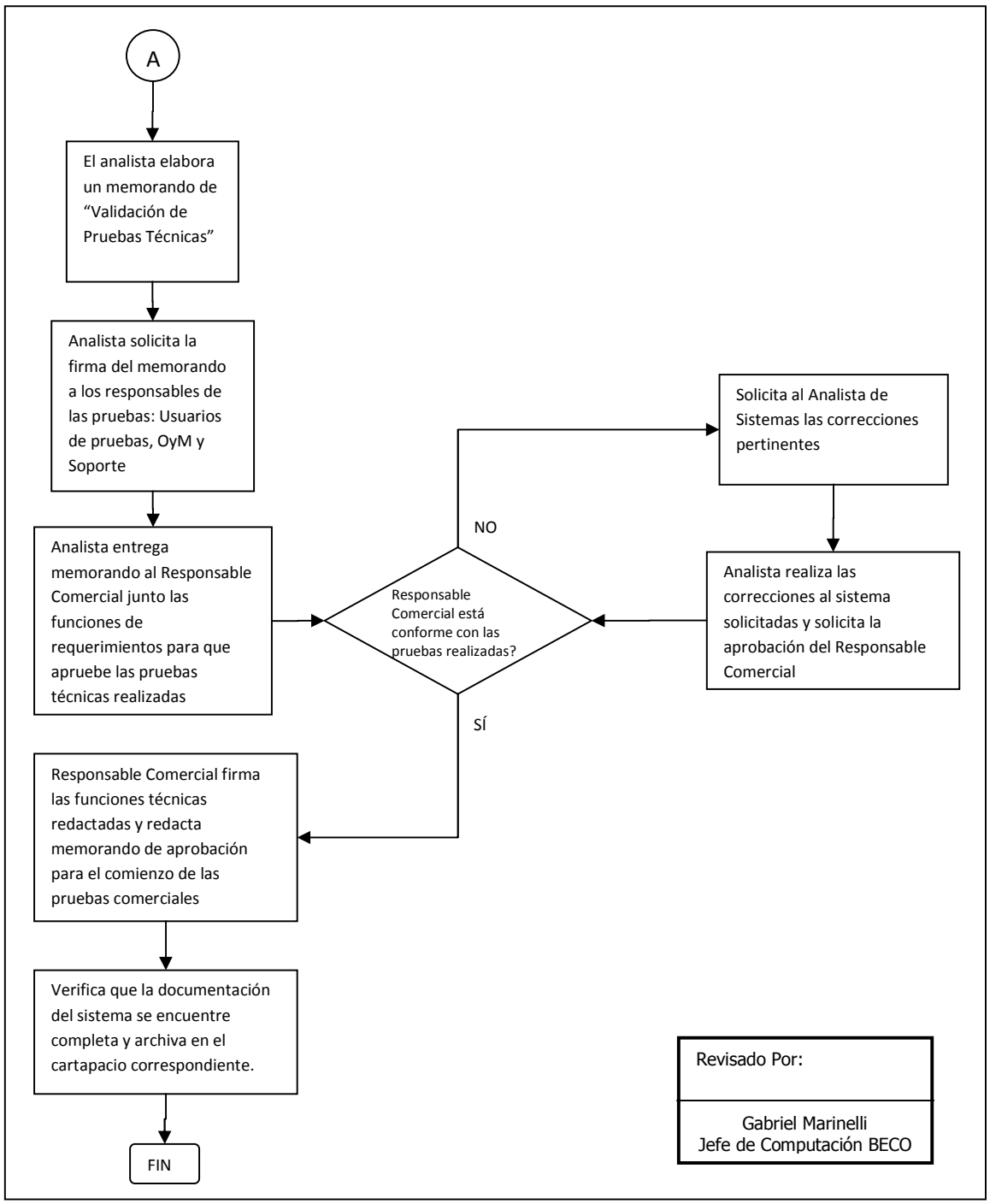

Figura 5-10. Diagrama de Flujo Proceso Actual: Pruebas Técnicas #2.
Fuente: Elaboración Propia, 2010.

Del análisis y esquematización del proceso actual se puede deducir:

- Para el proceso de pruebas no se manejan formatos pre-establecidos que permitan garantizar la revisión completa del sistema. Para la verificación con los usuarios se utiliza la lista de requerimientos resultado del análisis del sistema. Esa lista es poco detallada y sólo indica de forma general de lo que debe hacer el sistema. Sin embargo, allí no se consideran las posibles relaciones entre los requerimientos y las incidencias de errores que pudiesen ocurrir de las mismas.

- Igualmente se observa que los informes resultados quedan a juicio del analista responsable del sistema. Es así como el grado de detalle del resultado de las pruebas no es estandarizado y puede ser poco efectivo a la hora de la revisión por parte del Responsable Comercial.

- El proceso se encuentra definido a nivel general. De esta manera los responsables de las pruebas conocen los pasos a seguir para responder ante el Responsable Comercial. Sin embargo, a nivel detallado o técnico se desconoce la manera más efectiva de llevar el proceso de pruebas. Es así como cada responsable realiza un seguimiento individual y a su juicio correcto. Es por ello que en muchos casos se rompe el cumplimiento de las normas y procedimientos establecidos pues para todos los sistemas no se sigue un procedimiento técnico estándar.

- La empresa no posee una definición estándar del ciclo de vida de la fase de pruebas. Lo que poseen son normas y procedimientos que permiten conocer las respuestas y entregables ante el Responsable Comercial. Estos en su mayoría son memorándums de aprobaciones y solicitudes de firmas que permiten garantizar la ejecución de los siguientes pasos a seguir. Sin embargo, un ciclo de vida detallado y bien definido tanto a nivel técnico como comercial no se posee.

- Se poseen las entradas de documentación necesarias correspondiente a los requerimientos de los sistemas provenientes de las fases de análisis y diseño del desarrollo.

- Se tienen bien definidos los responsables de las aprobaciones que son requeridas para avanzar en el proceso. Para BECO los actores claves son: El Responsable Comercial y el Responsable Técnico. Ellos son los que mantienen la comunicación directa, ejecutan y aprueban la ejecución de los pasos de la fase.

Con esta esquematización se pueden detectar las debilidades internas de una forma más detallada comparando el proceso actual con las mejores prácticas establecidas. A continuación se presenta el proceso de definición del ciclo de vida de la ejecución de la fase de pruebas en BECO en base a las mejores prácticas definidas tanto por PMI como por el CMMI adaptadas a las necesidades de la empresa.

5.3 Fase 3: Definición del Ciclo de Vida

El objetivo de esta fase es definir, por medio de la sistematización de la información recolectada, el nuevo ciclo de vida de la fase de pruebas del desarrollo de los sistemas en BECO expresado en términos de: etapas, actividades, responsables y entregables. Para ello se aplicaron técnicas de observación y análisis documental de las mejores prácticas establecidas tanto por el PMI (*Project Management Institute)* y por el SEI (*Software Engineering Institute*). Igualmente se realizó la recopilación de información sobre la experiencia de los responsables de las pruebas en la empresa, a través de la técnica del *Focus Group*, obteniendo los requerimientos específicos deseados para el proceso. A continuación se

presentan los resultados obtenidos de la realización de esta fase de la investigación.

5.3.1 Recopilación de Necesidades: Enrevista de Grupo (*Focus Group*)

Con el fin de obtener la opinión de los responsables de las pruebas de la empresa con respecto al proceso actual y sus expectativas con el proceso nuevo, se utilizó la técnica de la entrevista de grupo (*Focus Group*) como una manera de incentivar la discusión entre los participantes y originar ideas que partan de la experiencia de cada uno. El objetivo de recopilar las necesidades de la empresa es integrarlas con las acciones propuestas por las mejores prácticas establecidas tanto por el PMI (*Project Management Institute)* y por el SEI (*Software Engineering Institute*) con el fin de adaptarlas al tipo de negocio. Muchas veces las mejores prácticas están orientadas a empresas especializadas en tecnología y BECO es una mediana empresa dedicada al Retail. Es por ello que sus objetivos no son necesariamente tecnológicos y según las debilidades detectadas en la FODA de la sección 5.1.3 del presente TEG, los recursos destinados a la Gerencia de Sistemas están siendo reducidos.

Esta técnica de recolección de datos consiste en "reuniones de grupo pequeños o medianos en los que los participantes conversan en torno a uno o varios temas" (Sampieri, 2003, p.466). Es por ello que su aplicación fue de gran utilidad para el presente TEG ya que permitió recoger las necesidades que como departamento de sistemas se poseían. Además, era de gran importancia encontrar aquellas fortalezas y debilidades del proceso actual visto desde el consenso de los responsables. Una ventaja de la aplicación de la técnica del *Focus Group* es que permite que el equipo se sienta participe del nuevo proceso lo que podría facilitar la adaptación y aceptación al nuevo proceso que se genere a raíz de esta investigación.

Como primera actividad para la aplicación de esa técnica se realizó una guía de preguntas que permitió controlar los temas abordados y enfocar la discusión en los objetivos planteados para la actividad. Es así como se generó la guía que se presenta a continuación. En ella se explica el propósito de la utilización de la técnica, datos de los participantes y la guía de preguntas que el moderador utilizó.

Esquema del Focus Group

Objetivo

El objetivo del siguiente focus group es recolectar las experiencias de los responsables de controlar la fase de pruebas del desarrollo de sistemas en BECO. El propósito es indagar sobre los siguientes puntos:

- La ejecución de la Fase: Ventajas y desventajas del proceso actual.
- Las expectativas, inquietudes y aportes de los responsables acerca de la definición del ciclo de vida del desarrollo de las pruebas. En este sentido se busca detectar aquellos entregables y actividades que por la experiencia de los responsables son importantes para la empresa.

Datos de los Participantes del Focus Group

Moderador: Ing. Ileana Rojas (Investigador del presente TEG)

Participantes:

Número de Participantes: 4

Cargos:

2 Analistas de Sistemas

2 Jefes de Computación

Guía de Preguntas

Número de preguntas: 8

Lista de Preguntas:

1. ¿Cuáles son las fortalezas y debilidades de las Pruebas Técnicas?
2. ¿Cuáles son las fortalezas y debilidades de las Pruebas Comerciales: Preparación de Pruebas Comerciales?
3. ¿Cuáles son las fortalezas y debilidades de las Pruebas Comerciales: Instalación en Ambiente de Pruebas?
4. ¿Cuáles son las fortalezas y debilidades de las Pruebas Comerciales: Seguimiento de las pruebas?
5. ¿Qué etapas considera necesaria agregar/eliminar al proceso de pruebas?
6. ¿Qué entregables consideran necesarios agregar/eliminar para las etapas identificadas y qué aprobaciones serían necesarias por parte de los Responsables Comerciales?
7. ¿Qué actividades son necesarias agregar/eliminar al proceso actual?
8. Establecer los responsables de las pruebas por parte de las otras gerencias: roles y responsabilidades.

El *Focus Group* se realizó en dos sesiones en las que participaron los responsables de las pruebas de la empresa. El día 05 de Abril de 2010 se realizó la primera

sesión. En ella se evaluó el proceso que se sigue actualmente y se generaron ideas que podrían ser de gran utilidad para la definición del nuevo modelo. Luego, el 09 de Abril de 2010 se realizó la segunda sesión donde se consolidaron las ideas y se definieron los responsables de realizar las pruebas. De esas reuniones se realizaron minutas que resumen lo realizado. En el *Anexo G* se encuentran las minutas originales de ambas sesiones.

Luego de la ejecución de la técnica se generó un informe final que agrupa: el propósito del estudio, la descripción de los procedimientos del *Focus Group*, los principales hallazgos obtenidos de las sesiones realizadas y la lista de preguntas respondidas por los responsables. El informe de resultados generado se presenta en el *Anexo H*. A continuación se listan los principales hallazgos de las necesidades detectadas a través de la técnica del *Focus Group*.

RESUMEN DE LOS HALLAZGOS

1. Eliminar la delegación de la instalación del ambiente de pruebas en la sección de comunicaciones. Lo realizaría la sección de computación específicamente el equipo de proyecto.

2. Se enfatizó la necesidad que existe de crear una cultura de pruebas en los usuarios de manera de lograr que ellos se involucren más con las mismas.

3. Necesidad de mantener las pruebas comerciales pero flexibilizando el proceso.

4. Para la fase de pruebas técnicas se acordó subir los tiempos de la ejecución de la fase y el número de usuarios que participan en la misma.

5. La planificación de las pruebas debe ser expresada en horas en lugar de en días como se hace actualmente.

6. Se acordó normalizar la transmisión de conocimiento comercial a los usuarios antes del período de pruebas. Para esto sistemas debe participar con el fin de lograr el empuje necesario a esta actividad

7. Se detectó que es imprescindible definir los responsable de cada fase.

8. La fase de pruebas técnicas debe poseer una mejor preparación y el ambiente de pruebas debe ser completo e integrado.

9. Las pruebas técnicas deben considerar absolutamente todo el proceso del módulo: desde que se inicia el dato hasta que muere. Esto incluye las pruebas de integración del módulo con el resto de los sistemas con que se relaciona.

10. Es fundamental la realización de un bosquejo de las pruebas para la etapa de pruebas técnicas que permita encarrilar el proceso cuando el usuario pierda el foco de las pruebas. Lista de chequeo de las pruebas mínimas necesarias para considerar el módulo completamente probado.

El informe final recopila las necesidades de la empresa con respecto a la definición de su ciclo de vida de la fase de pruebas del desarrollo de los sistemas. El mismo se utilizó como base para la integración con las mejores prácticas recopiladas tanto en por el PMI (*Project Management Institute*) en su Guía PMBOK (2004, 2009), como por el SEI (*Software Engineering Institute*) en su modelo *Capability Maturity Model Integration For Development Version 1.2* (2006). Luego de determinar las necesidades de la empresa se comenzó la definición el ciclo de vida.

5.3.2 Definición de Fases y Actividades del Ciclo de Vida

Una estrategia de pruebas debe ser una guía que permita encontrar las fallas de los sistemas de una manera más rápida y segura. Las mejores prácticas

establecidas para el manejo de proyectos y para el desarrollo de sistemas recopilan muchas de las estrategias que han resultado exitosas en los proyectos a nivel mundial, tanto los generales como los de software. Para esta investigación se realizó una investigación de las mismas (PMBOK, 2004, 2009 y CMMI *For Development Version 1.2,* 2006) y se consultó la bibliografía de Pressman (2005) contra la que se corroboraron los conceptos referentes al desarrollo de sistemas.

La definición de un ciclo de vida lleva a definir fases que según el PMBOK (2004) "son parte de un proceso generalmente secuencial, diseñado para asegurar el adecuado control del proyecto y para obtener el producto o servicio deseado, que es el objetivo del proyecto" (p.22).

La definición las de fases del ciclo de vida de la ejecución de las pruebas permiten seccionar el proceso en varios tipos de pruebas las cuales son ejecutadas sobre el mismo producto. Sin embargo, cada una de estas fases debe tener un ciclo de vida propio que establezca las directrices de ejecución de cada una de ellas. Es así como el ciclo de vida de la fase de pruebas del desarrollo de los sistemas en BECO será presentado como un ciclo de vida general que contendrá, para cada fase definida, un ciclo de vida específico donde se definen actividades y entregables que conforman las fases del ciclo general.

5.3.2.1 Definición de Fases del Ciclo de Vida General

La investigación documental realizada sobre las mejores prácticas establecidas para la fase de pruebas del desarrollo de los sistemas se realizó sobre el contenido teórico de la bibliografía de Pressman (2005) y lo establecido en el CMMI *For Development Version 1.2* (2006). En ambos textos se detecta un común denominador en la división de la fase de pruebas: la etapa de Pruebas de Validación y la etapa de Pruebas de Verificación. Las pruebas de verificación consisten en "un conjunto de actividades que aseguran que el software implemente correctamente una función" (Pressman, 2005, p.384). Las pruebas de

validación se refieren a "un conjunto diferente de actividades que aseguran que el software construido corresponde con los requisitos del cliente" (Pressman, 2005, p.384). El CMMI *For Development Version 1.2* (2006) contiene entre sus áreas de proceso estos dos componentes de pruebas:

- Validación (VAL): Demuestra que el producto, según lo establecido, cumplirá con el uso previsto (p.483).
- Verificación (VER): Demuestran si el producto refleja adecuadamente los requisitos especificados (p.483).

Estas dos etapas se tomaron en cuenta para la definición de las fases del ciclo de vida general.

Por otra parte, existe una estrategia definida por Pressman (2005, p.386) para la ejecución de la etapa de pruebas que abarca estos dos tipos de pruebas básicos (Validación y Verificación). En ella se estructura la fase como una ejecución en espiral donde se deben cumplir los siguientes tipos de pruebas:

1. Prueba de Unidad: Se concentran en cada componente del software.
2. Prueba de Integración: Se atiende el diseño y la construcción del software.
3. Prueba de Validación: Se validan los requerimientos establecidos en el análisis comparándolos con el software construido.
4. Prueba de Sistema: Se prueba por completo el software junto con otros elementos del sistema: hardware, personas, base de datos, etc.

En base a esta concepción de las etapas básicas que debe cumplir un proceso de pruebas se definieron las siguientes fases para el ciclo de vida de la ejecución de las pruebas de BECO:

1. *Pruebas Técnicas*:

Pruebas internas del equipo de sistemas donde se verifica la totalidad del funcionamiento técnico del software y su correcta ejecución. Se verifican los requerimientos con la ejecución del sistema. Esta fase se corresponde con el área de proceso de Verificación (VER) del CMMI For Development, V1.2 (2006). En ella se indica que esta área asegura que se construyó el producto correctamente. Esas pruebas incluyen:

a) Pruebas de Unidad: "Centra el proceso de verificación en la menos unidad del diseño del software: el componente software o módulo" (Pressman, 2005, p.392).

b) Pruebas de Integración: "La prueba de integración es una técnica sistemática para construir la estructura del programa mientras que, al mismo tiempo, se llevan a cabo pruebas para detectar errores asociados con la interacción" (Pressman, 2005, p.395).

2. *Pruebas de Validación:*

Pruebas con los usuarios designados cuyo objetivo es validar que lo que se construyó cumple con los requerimientos realizados. Esta fase se corresponde con el área de proceso correspondiente a la Validación (VAL) del CMMI For Development, V1.2 (2006) la cual indica que se construyó el software correcto. Es así como su conceptualización incluye dos de las fases fundamentales indicadas por Kendall y Kendall (2005): las pruebas de vínculos con datos de prueba. Estas pruebas verifican si los programas que se relacionan entre sí trabajan juntos como se planeó. Igualmente incluye las llamadas Pruebas completas de sistemas con datos de prueba donde los involucrados directos del sistema (programadores, usuarios finales y analistas) participan para validar la completitud y correctitud del sistema.

Estas pruebas incluyen:

a) Pruebas de Resistencia (Stress): "La prueba de resistencia ejecuta un sistema de forma que demande recursos en cantidad, frecuencia o volúmenes anormales." (Pressman, 2005, p.408).

3. Pruebas Comerciales:

Esta fase se mantiene de la ejecución de la etapa de pruebas actual por requerimiento de la empresa debido a su experiencia interna en la colocación de sistemas en producción. Consiste en aquellas que se realizan en el ambiente de producción con datos reales. El objetivo es que los usuarios finales manejen dos sistemas en paralelo por un tiempo (el nuevo en pruebas y el anterior que se va a sustituir) de manera de comparar los resultados de ambos módulos y validar que el sistema nuevo arroje los esperados. Luego que el software supere esta etapa se sustituye por completo el sistema anterior. Esta subfase se corresponde con el área de proceso correspondiente a la Validación (VAL) del CMMI For Development, V1.2 (2006) y se asemeja a las "Pruebas de Sistema" establecidas por Pressman (2005) donde "se prueba como un todo el software y otros elementos del sistema" (p.386).

Ahora bien, se puede establecer la analogía de la estrategia de pruebas establecida por Pressman (2005, p.386) y las fases definidas por el investigador para el ciclo de vida de las pruebas de BECO como se indica a continuación:

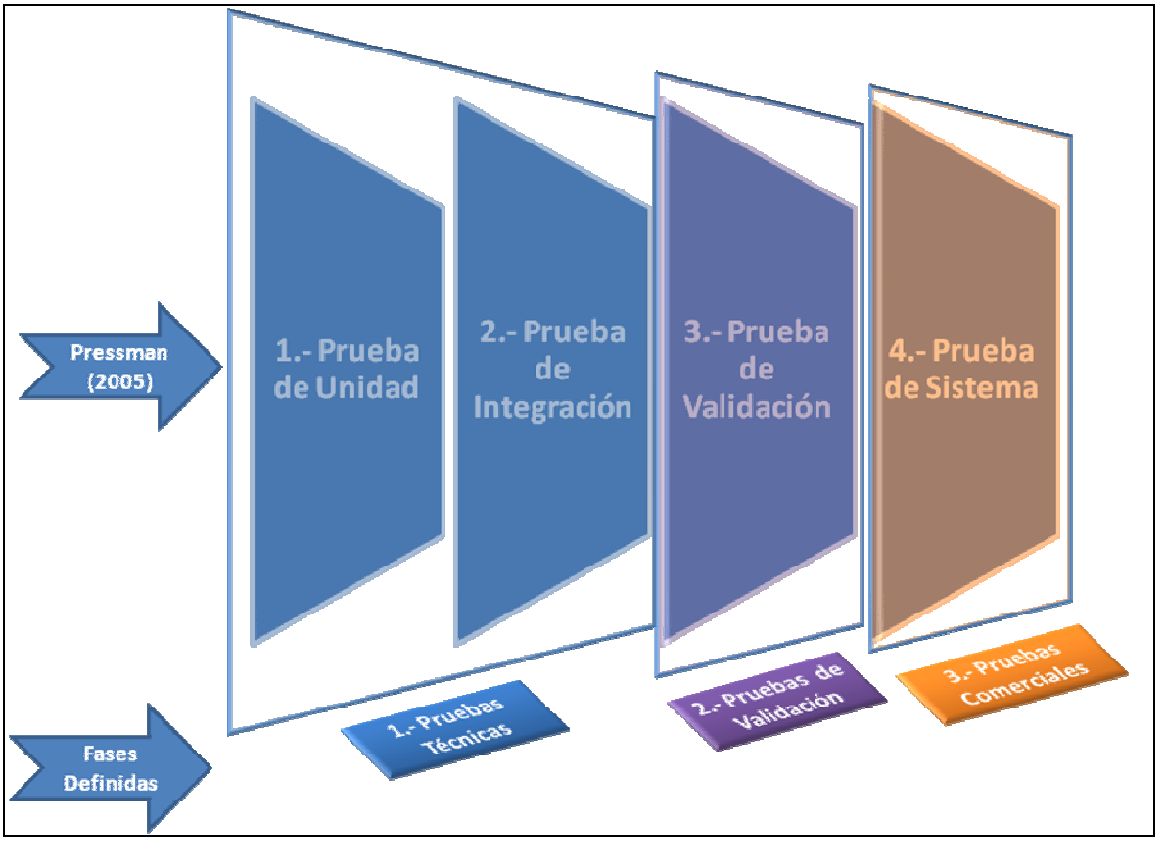

Figura 5-11. Fases Ciclo de Vida General y Cobertura en Otros Tipos de Pruebas.
Fuente: Elaboración Propia, 2010.

Con estas fases se abarcan los tipos de pruebas necesarios para lograr parte del aseguramiento de la calidad final del software construido. Como indica Pressman (2005): "Las pruebas son el último bastión para la evaluación de la calidad y, de manera más pragmática, el descubrimiento de errores" (p. 384).

5.3.2.2 Definición de Fases y Actividades del Ciclo de Vida Específico

A continuación se presenta la definición de ciclo de vida específico que controlará la ejecución de cada fase definida en la sección anterior (5.3.2.1).

La definición de las fases del ciclo de vida específico surge de la integración de la definición del ciclo de vida de un proyecto del PMBOK Guide (2009) y los procedimientos establecidos para las áreas de procesos de Validación (VAL) y Verificación (VER) del CMMI For Development, V1.2 (2006).

Según el PMI: "El ciclo de vida define las fases que conectan el inicio de un proyecto con su fin" (PMBOK, 2004, p.19). En base a esta definición el PMBOK Guide (2009, p.16) indica que las fases típicas de un ciclo de vida son:

1. Inicio:
2. Organización y preparación,
3. Ejecución del trabajo y
4. Cierre.

De la misma manera el SEI en su CMMI For Development, V1.2 (2006) establece una serie estándar de prácticas especificas que se deben seguir para completar las áreas de proceso de Validación (VAL) y Verificación (VER) del producto en su nivel tres (3) de madurez. Las prácticas establecidas para el proceso de Validación son las siguientes (CMMI For Development, V1.2, 2006, p.484):

1. Preparación para la validación
    - 1.1 Selección de productos para la validación
    - 1.2 Establecer el ambiente para la validación
    - 1.3 Establecer los criterios y procedimientos de la validación
2. Validación del producto o conjunto de productos
    - 2.1 Ejecutar la validación

2.2 Analizar los resultados de la validación

Las prácticas establecidas para el proceso de Verificación son las siguientes (CMMI For Development, V1.2, 2006, p.498):

1. Preparación para la verificación

    1.1 Selección de productos para la verificación

    1.2 Establecer el ambiente para la verificación

    1.3 Establecer los criterios y procedimientos de la verificación

2. Ejecución de revisiones paritarias

    2.1 Preparación de revisiones

    2.2 Conducción de revisiones

    2.3 Analizar datos de revisiones

3. Verificación de los productos de trabajo seleccionados

    3.1 Ejecutar la verificación

    3.2 Analizar los resultados de la verificación

En base a estas dos perspectivas para el desarrollo de proyectos (PMI y SEI) se obtuvo un modelo resultado de la fusión de las prácticas establecidas en el PMBOK Guide (2004, 2009), CMMI For Development, V1.2 (2006) y algunos requerimientos de la empresa con respecto al ciclo de vida (Ver Sección 5.3.1). En este modelo se especifican las fases y actividades identificadas por el investigador como necesarias para la adaptación a la empresa. A continuación se presentan las fases, actividades básicas y su origen de las mejores prácticas.

1. *Inicio (Origen: PMI)*

    a. Definición de módulos de probar (Origen: CMMI)

    b. Definir Responsables de las pruebas (Origen: CMMI)

    c. Planificación de pruebas (Origen: BECO, CMMI)

2. *Organización y preparación (Origen: PMI)*

    a. Obtener datos de prueba (Origen: CMMI, BECO)

    b. Establecer el procedimiento para realizar las pruebas (Origen: CMMI)

    c. Establecer el ambiente de pruebas (Origen: CMMI)

3. *Ejecución del trabajo (Origen: PMI)*

    a. Monitorear y Controlar las pruebas (Origen: CMMI)

    b. Valorar los resultados de las pruebas (Origen: Investigador, CMMI)

4. *Cierre (Origen: PMI)*

    a. Análisis de los resultados de las pruebas (Origen: CMMI)

Ahora bien, a continuación se presenta la definición realizada por el investigador de cada una de las fases y actividades identificadas. Cada una tiene su base en la práctica origen a la que hace referencia la fase o actividad.

1. *Fase 1: INICIO*

    Consiste en establecer el panorama de las pruebas definiendo los módulos que serán validados, identificando los responsables y planificando la fase. El objetivo es delimitar las pruebas y establecer una línea base. Se realiza verificando la lista de requerimientos del sistema elaborado durante las

fases de análisis y diseño del desarrollo. Las actividades que corresponden a esta fase son:

a. Definición de módulos de probar:

De la lista de requerimientos del sistema se identifican y se listan los módulos a ser probados.

b. Definir Responsables de las pruebas:

Se identifican los responsables que serán los encargados de realizar la validación del módulo tanto del área de sistemas como de la gerencia responsable del software en caso de que aplique (Usuarios).

c. Planificación de pruebas:

Se realiza el cronograma de ejecución de la etapa de pruebas. Incluye la estimación de los recursos necesarios para la ejecución de la fase.

2. *Fase 2: ORGANIZACIÓN Y PREPARACION*

Consiste en establecer los procedimientos a seguir para la realización de las pruebas y preparar el ambiente necesario para su realización. Las actividades que corresponden a esta fase son:

a. Obtener datos de prueba:

Se obtienen datos de prueba del ambiente de producción o desarrollo, dependiendo del tipo de prueba a realizar, que estén acordes al módulo a ser validado.

b. Establecer el procedimiento para realizar las pruebas:

Para cada módulo a ser probado se establecen los casos de pruebas, los puntos clave de cada uno y la relación entre los mismos. Igualmente se establece una escala de valoración de las pruebas donde se indique el grado de éxito obtenido de la ejecución de los puntos claves identificados.

c. Establecer el ambiente de pruebas

Se realiza la instalación del ambiente de pruebas y se verifica que el sistema funcione en dicho ambiente.

3. *Fase 3: EJECUCIÓN*

El propósito de esta fase es ejecutar las pruebas de los productos seleccionados siguiendo los procedimientos establecidos y monitoreando los resultados obtenidos. De esta fase pueden surgir fallas que deben ser solucionadas por el equipo de desarrollo. Esto origina una nueva iteración del ciclo con el conjunto de pruebas para los productos que fueron mejorados. Las actividades que corresponden a esta fase son:

a. Monitorear y controlar las pruebas:

Por medio de la lista de casos de pruebas y de puntos clave obtenida de la fase anterior se realiza la ejecución de las pruebas con el usuario designado, se valoran los resultados de las mismas y se genera un reporte de incidentes, por módulo, correspondiente a la ejecución de las pruebas realizadas.

4. *Fase 4: CIERRE*

   Consiste en el análisis de los resultados de las pruebas y en el establecimiento de las condiciones del sistema para su pase a la siguiente fase. Las actividades que corresponden a esta fase son:

   a. Análisis de los resultados de las pruebas:

      Se realiza un informe con los resultados de las pruebas: fallas encontradas, soluciones aplicadas, observaciones generales de los usuarios, número de iteraciones por módulo realizadas, estimación del estado general del sistema.

Ahora bien, luego de definir las fases del ciclo de vida de la etapa de pruebas es necesario expresarlas en función de actividades, responsables y entregables que las relacione y permita asegurar su completitud. A continuación se definen cada uno de estos componentes.

5.3.3 Definición de la Relación entre las Fases del Ciclo de Vida

Luego de definir las fases y actividades correspondientes al ciclo de vida adaptado a la empresa se definió la forma en que estas fases se interrelacionan.

La ejecución de la fase de pruebas es un proceso iterativo incremental debido a que puede ser necesario realizar varias iteraciones del proceso dependiendo de la cantidad de fallas encontradas o la especificidad de las pruebas realizadas sobre un módulo. Para esta sección se definieron las relaciones de los dos modelos de ciclo de vida: el general y el específico. El primero se refiere a la forma en que se relacionan las fases definidas en la sección 5.3.2.1 y es el que define el modelo general del proceso de pruebas. El segundo se refiere al ciclo de vida específico

que se debe seguir para el desarrollo de cada fase de pruebas. En este se detalla la forma en que se relacionan las fases del ciclo de vida específico definidas en la sección 5.3.2.2. Con esta segunda definición se establecen los lineamientos para garantizar la completitud del ciclo de vida completo.

Ahora bien, en base a esta descripción de los modelos se procedió a definir el modelo general para el proceso de pruebas. Este se implementa como una ejecución en espiral donde se realizan las fases de pruebas sobre el mismo módulo desde el más bajo nivel hasta llegar al más alto nivel. La representación de la ejecución de las fases de prueba se presenta en la *Figura 5-12*.

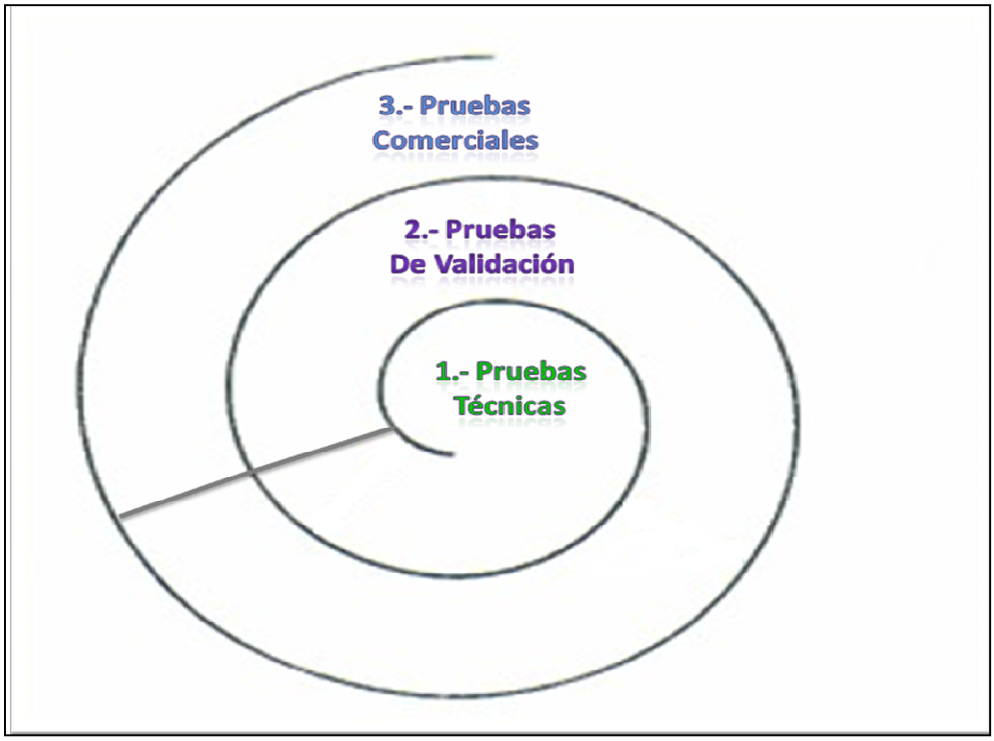

Figura 5-12. Modelo de Ciclo de Vida General para la Fase de Pruebas.
Fuente: Elaboración Propia, 2010.

El modelo específico a seguir para el desarrollo de cada fase se realiza bajo las directrices de un ciclo de vida con un enfoque lineal, secuencial e iterativo basado en las fases del ciclo de vida definidas en la sección 5.3.2.2. Este modelo se origina

debido a que para un tipo de pruebas y para un módulo determinado de software se puede generar la repetición de alguna fase previa del ciclo de vida específico y desencadenar la secuencia de pruebas nuevamente para el mismo módulo. La representación de la relación de las fases del ciclo de vida bajo este modelo se presenta en la *Figura 5-13*.

Figura 5-13. Modelo de Ciclo de Vida Específico para la Fase de Pruebas.
Fuente: Elaboración Propia, 2010.

La ejecución de ambos modelos se relaciona de la siguiente manera:

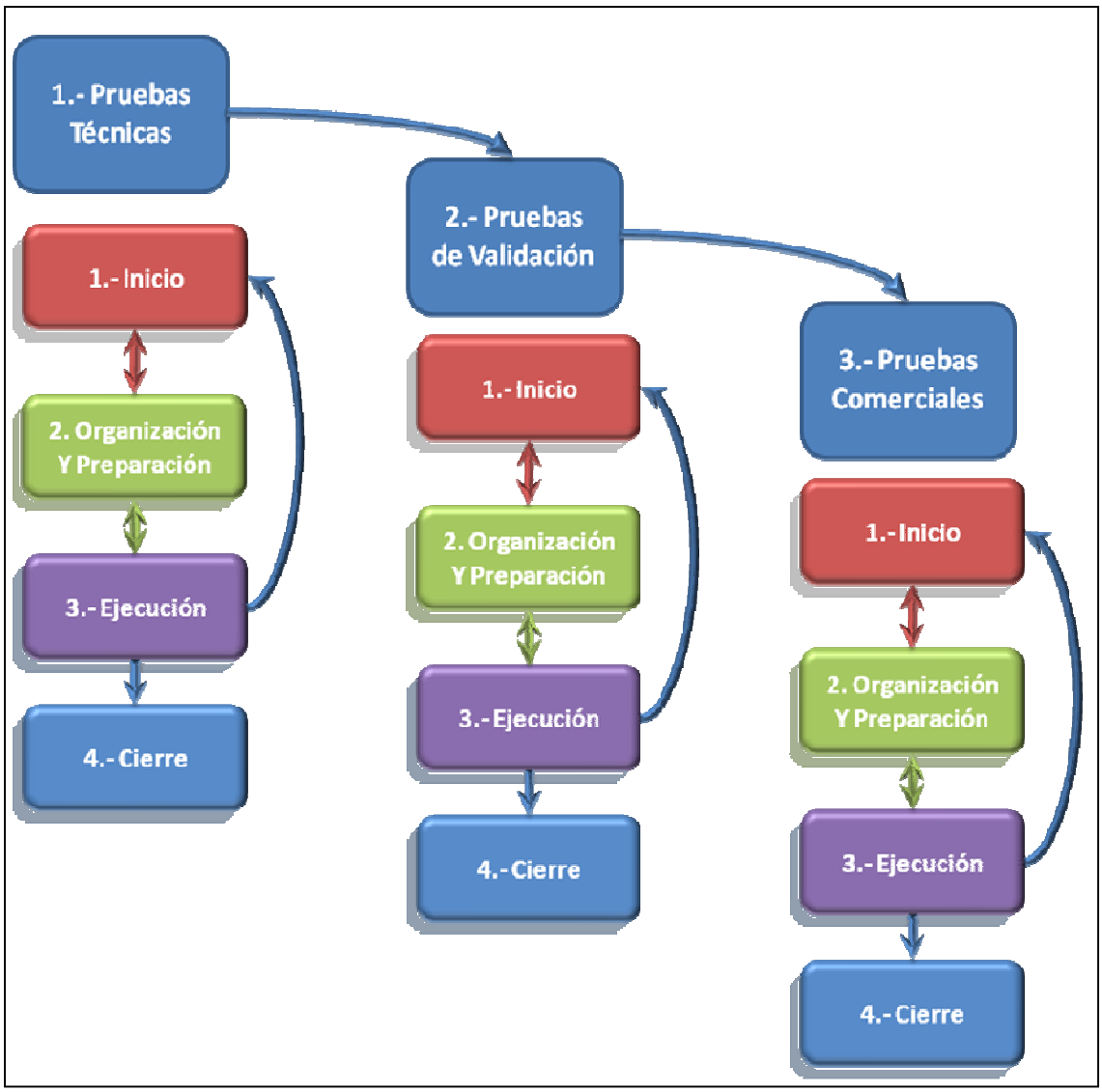

Figura 5-14. Relación entre el Modelo de Ciclo de Vida General y el Específico.
Fuente: Elaboración Propia, 2010.

5.3.4 Definición de Responsables y Entregables de las Fases

El establecimiento de los responsables y entregables de cada fase del modelo general se corresponde con los establecidos para cada ciclo de vida del modelo específico. Para definir las entradas, salidas (entregables) y responsables de cada ciclo se utilizó el estilo de definición de ciclo de vida establecido por el PMI (Ver

Figura 2-5 del presente TEG). Igualmente se utilizaron como referencia las mejores prácticas establecidas para el origen de las actividades identificadas en el ciclo de vida específico (Ver Sección 5.3.3). La diferencia entre el ciclo de vida específico de una fase y de otra básicamente radica en el tiempo, recursos y responsables de cada uno.

A continuación se presenta el detalle de cada ciclo de vida específico correspondiente a las fases establecidas para el ciclo de vida general del desarrollo.

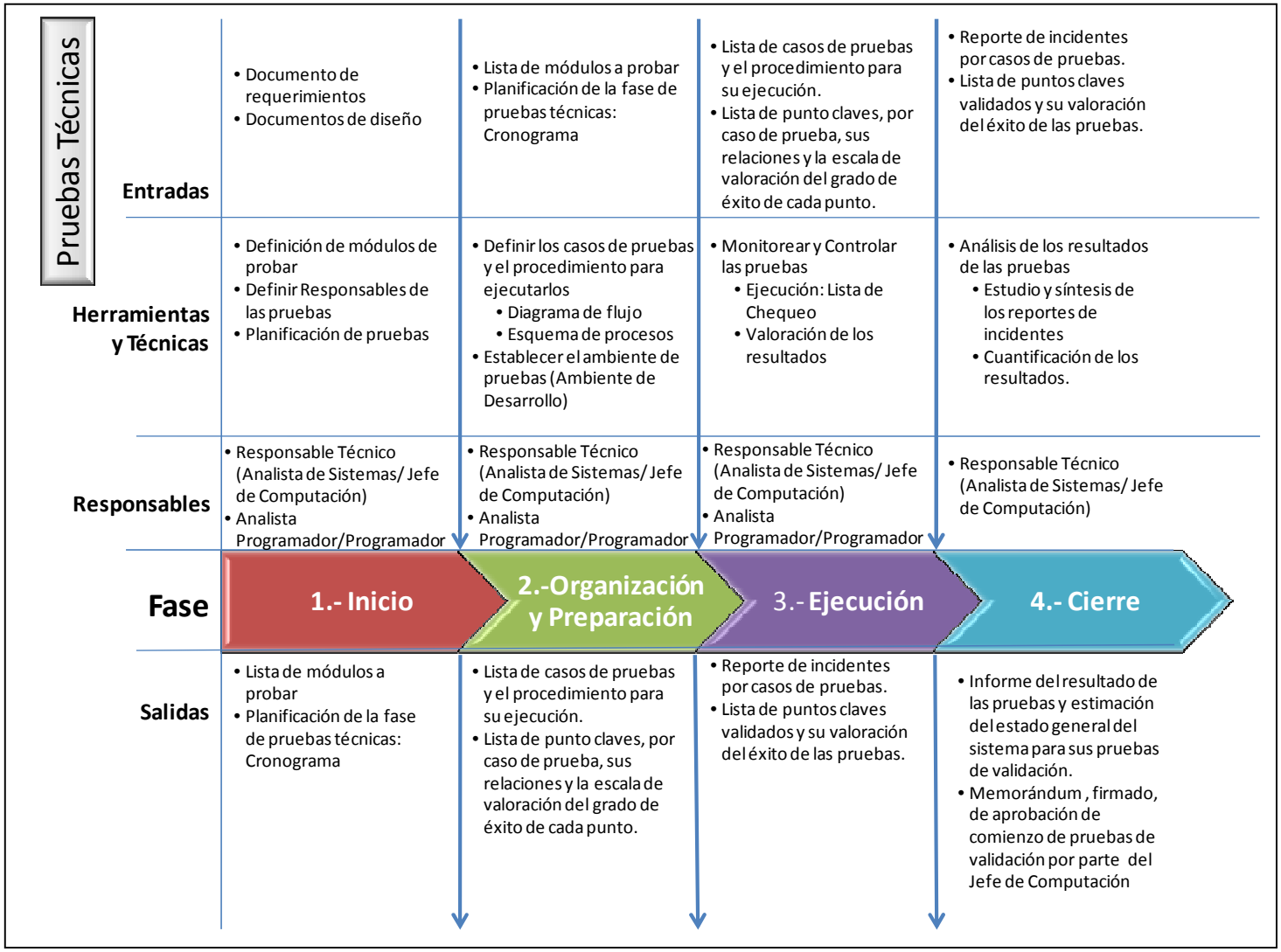

Figura 5-15. Ciclo de Vida Específico de la Fase de Pruebas Técnicas.
Fuete: Elaboración Propia, 2010.

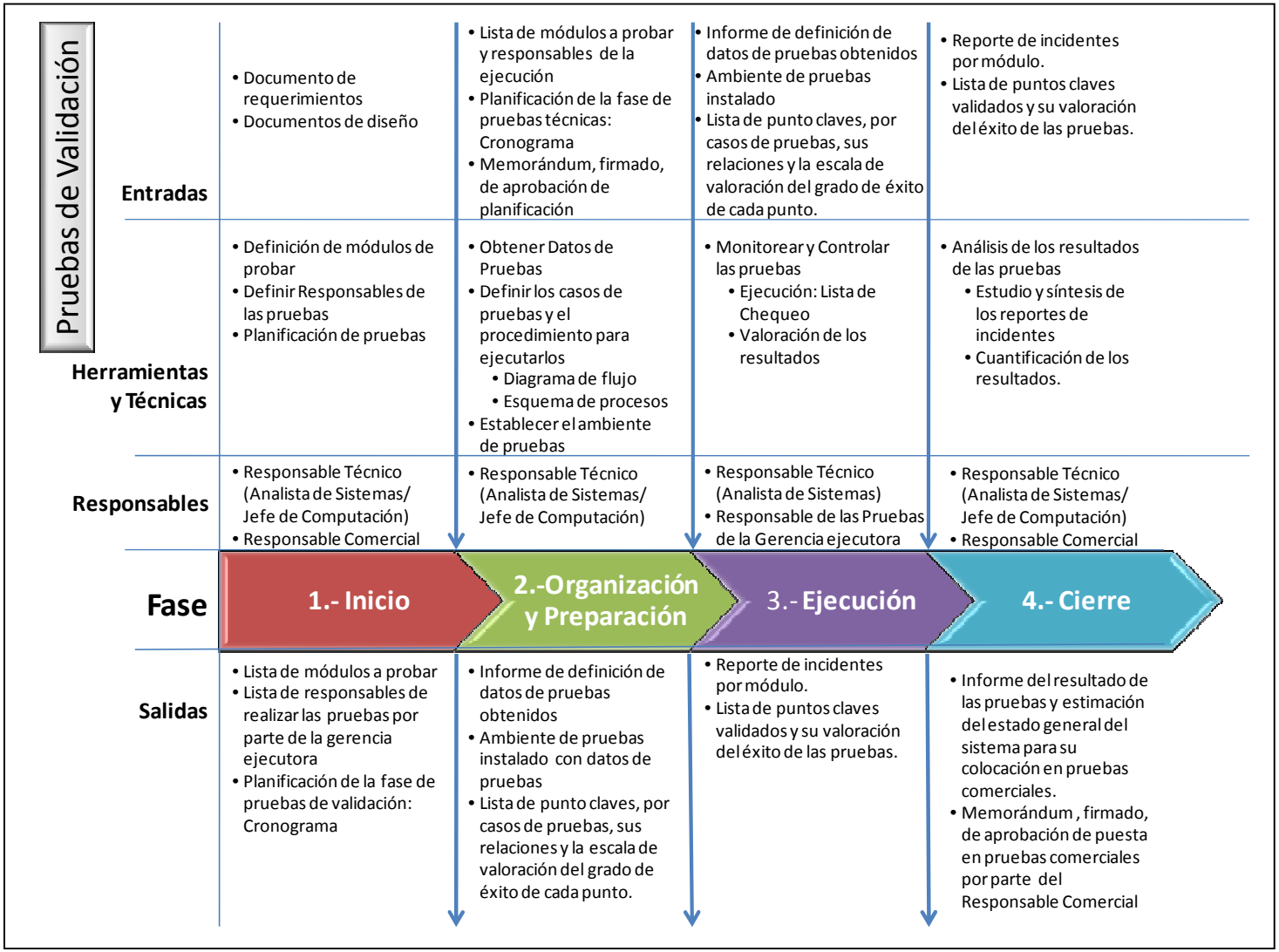

Figura 5-16. Ciclo de Vida Específico de la Fase de Pruebas de Validación.
Fuete: Elaboración Propia, 2010.

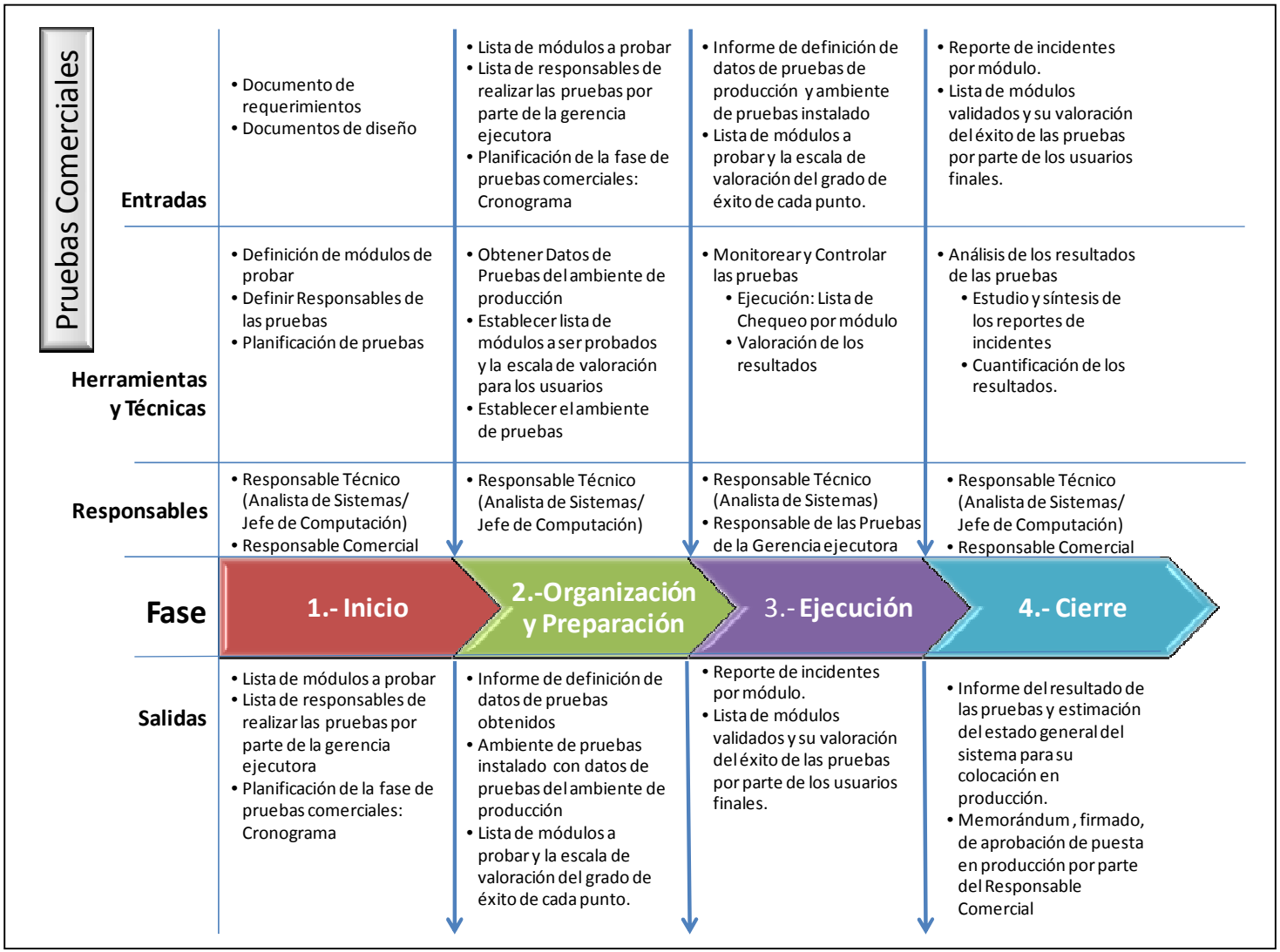

Figura 5-17. Ciclo de Vida Específico de la Fase de Pruebas Comerciales.
Fuete: Elaboración Propia, 2010.

De esta definición se observan de forma esquematizada las entradas y salidas de cada fase de pruebas. De las salidas definidas es posible obtener una lista de entregables por cada etapa del ciclo de vida. Para estos entregables se realizó una propuesta de formatos bases con el fin de estandarizar las salidas del proceso. Con estos formatos se aborda una de las debilidades del proceso actual de la empresa: "Inexistencia de documentación resultado de las pruebas que permitan evaluar el proceso completo y aplicar mejoras para la ejecución de esta fase en los próximos sistemas (lecciones aprendidas)" (ver sección 5.1.3: Matriz FODA de la Fase de Pruebas, debilidad 7). Al estandarizar los entregables se logra un mayor control del fin de cada fase. Como lo indica el PMBOK Guide (2004): "Las descripciones muy detalladas de los ciclos de vida pueden incluir formularios, diagramas y listas de control para proporcionar estructura y control" (p. 20).
A continuación se presenta la lista de entregables para el proceso de pruebas. Todos los formatos se encuentran en el *Anexo I*.

1. *Entregables para Fase de Pruebas Técnicas:*

    1.1 Inicio

    - *Ent 1.1.1:* Lista de módulos a probar con sus responsables
    - *Ent 1.1.2:* Planificación de la fase

    1.2 Organización y preparación

    - *Ent 1.2.1:* Lista de casos de pruebas, puntos clave por caso, sus relaciones y la escala de valoración

    1.3 Ejecución

    - *Ent 1.3.1:* Reporte de incidentes

- *Ent 1.3.2:* Lista de casos de pruebas valorados según la escala de verificación establecida.

1.4 Cierre

- *Ent 1.4.1:* Informe de resultado de las pruebas técnicas
- *Ent 1.4.2:* Memorándum de aprobación de comienzo de pruebas de validación

2. *Entregables para Fase de Pruebas de Validación:*

2.1 Inicio

- *Ent 2.1.1:* Lista de módulos a probar con sus responsables
- *Ent 2.1.2:* Planificación de la fase

2.2 Organización y preparación

- *Ent 2.2.1:* Definición de datos de prueba
- *Ent 2.2.2:* Lista de Casos de pruebas, puntos clave por caso, sus relaciones y la escala de valoración

2.3 Ejecución

- *Ent 2.3.1:* Reporte de incidentes
- *Ent 2.3.2:* Lista de casos de pruebas valorados según la escala de verificación establecida.

2.4 Cierre

- *Ent 2.4.1*: Informe del resultado de las pruebas de validación y estimación del estado general del sistema

- *Ent 2.4.2:* Memorándum de aprobación de comienzo de pruebas comerciales

3. <u>Entregables para Fase de Pruebas Comerciales:</u>

3.1 Inicio

- *Ent 3.1.1:* Lista de módulos a probar con sus responsables
- *Ent 3.1.2:* Planificación de la fase

3.2 Organización y preparación

- *Ent 3.2.1:* Definición de datos de prueba
- *Ent 3.2.2:* Lista de módulos a probar y la escala de valoración del grado de éxito de cada punto

3.3 Ejecución

- *Ent 3.3.1:* Reporte de incidentes
- *Ent 3.3.2:* Lista de módulos probados y valorados según la escala de verificación establecida.

3.4 Cierre

- *Ent 3.4.1:* Informe de resultado de las pruebas comerciales
- *Ent 3.4.2:* Memorándum de aprobación de puesta en producción

Con este esquema de fases, responsables y entregables se tienen definidos los puntos claves de un ciclo de vida de la dirección de proyectos indicados en el PMBOK Guide (2009, p.16).

5.3.5 Definición de Flujogramas de Procesos

Luego de tener definido el ciclo de vida de la etapa de pruebas del desarrollo de sistemas, es necesario detallar el flujo de procesos que se debe seguir para la ejecución de ciclo. Con este flujo se detalla la línea de ejecución del proceso y el punto de actuación de los responsables involucrados. Para esta sección se realizaron los flujogramas correspondientes a cada fase del ciclo de vida general de la etapa de pruebas: Pruebas Técnicas, Pruebas de Validación y Pruebas Comerciales. Allí se resaltan las actividades que corresponden a las fases del ciclo de vida específico. A continuación, en las Figuras *Figura 5-18* y *Figura 5-19,* se presenta el diagrama de flujo de la fase de pruebas técnicas. El resto de los diagramas elaborados pueden ser consultados en el *Anexo J*.

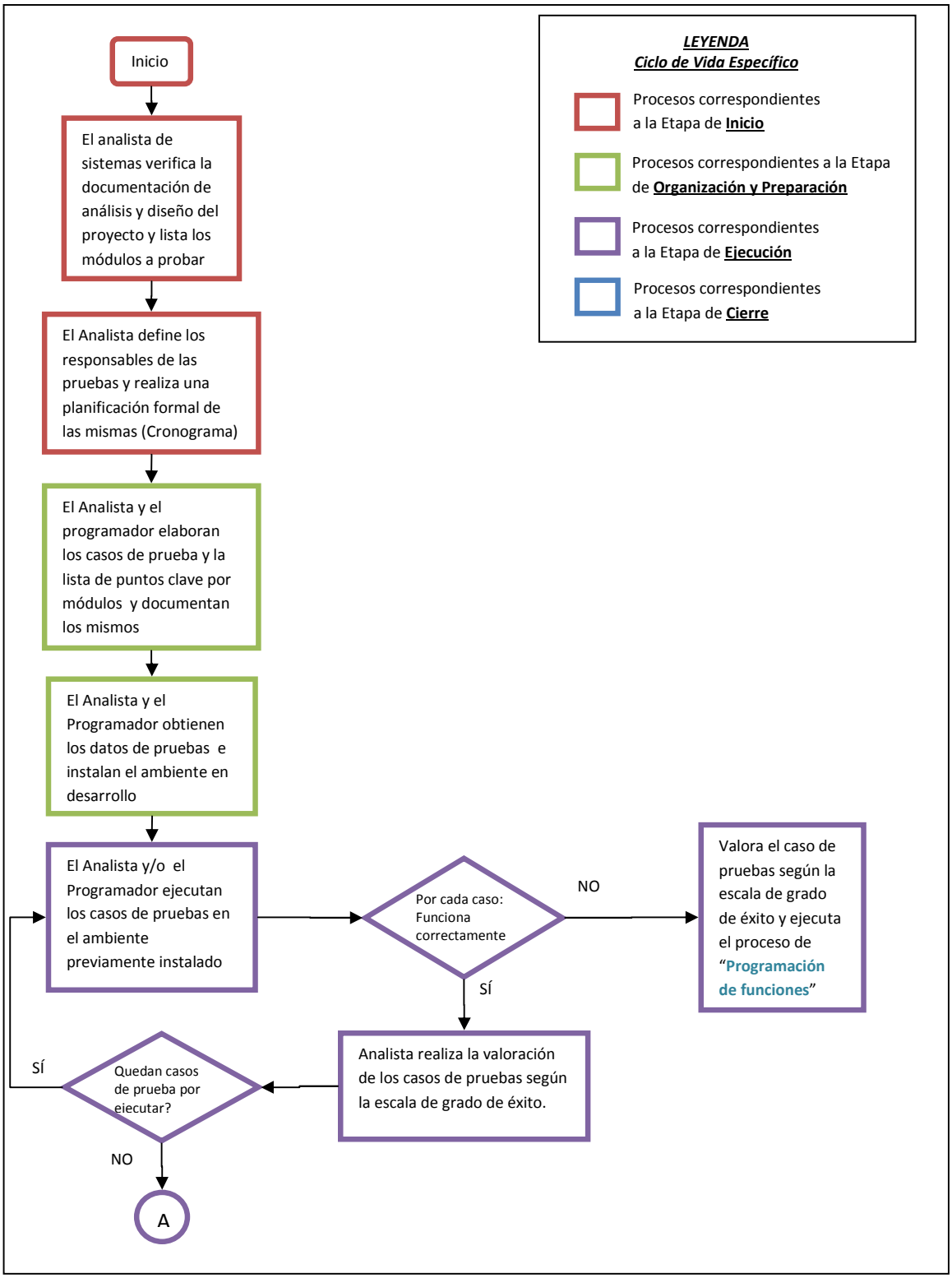

Figura 5-18. Diagrama de Flujo: Fase de Pruebas Técnicas (Nuevo).
Fuente: Elaboración Propia, 2010.

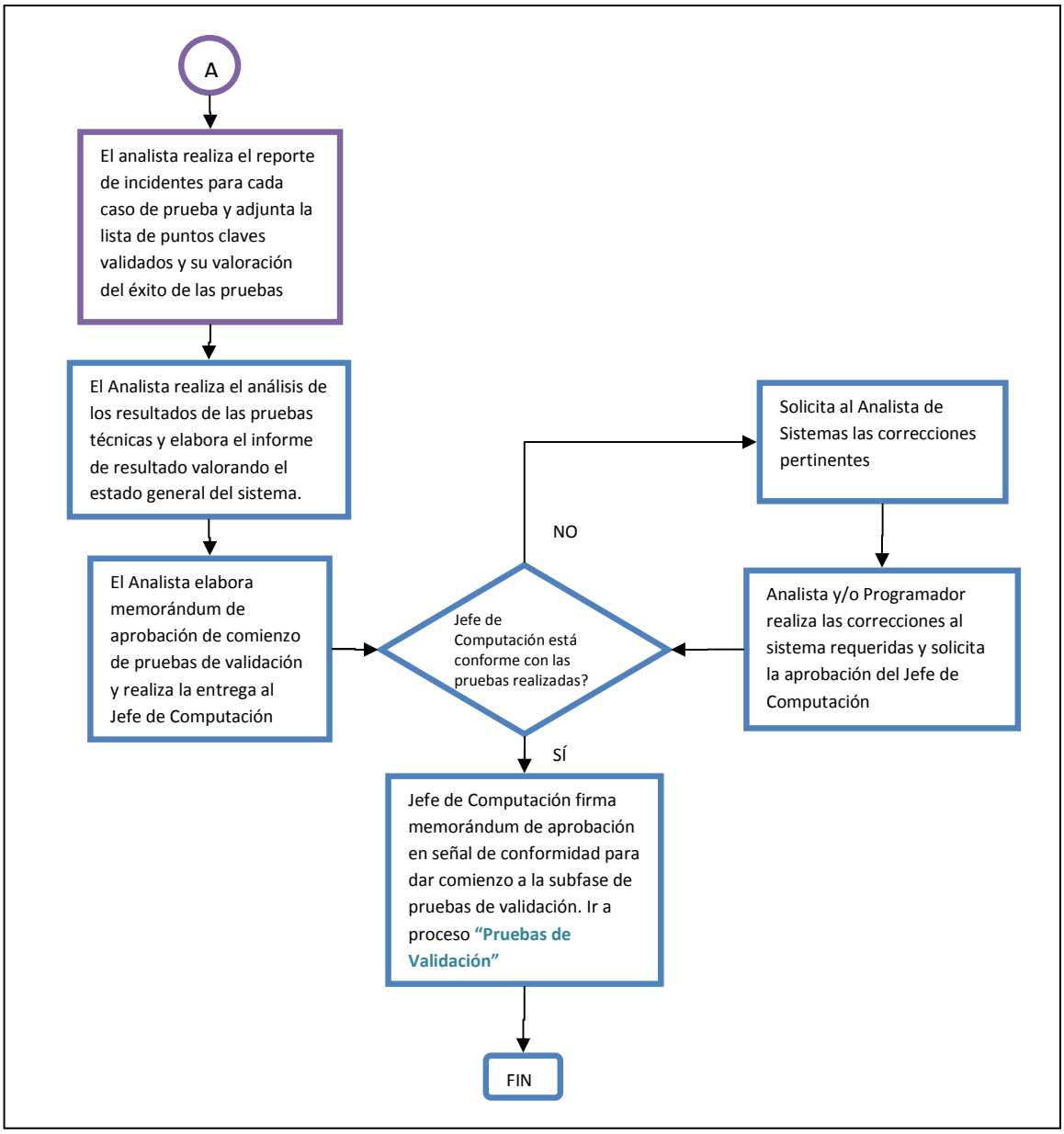

Figura 5-19. Continuación Diagrama de Flujo: Fase de Pruebas Técnicas (Nuevo).
Fuente: Elaboración Propia, 2010.

Una vez definidos los flujogramas de procesos se posee una visión completa del ciclo de vida definido para la fase de pruebas del desarrollo de los sistemas en BECO. Con esto se cierra la definición del ciclo y se evalúa el cumplimiento de los objetivos de la investigación.

CAPÍTULO 6. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

En este capítulo se presentan las conclusiones obtenidas del desarrollo de la investigación. Se hace un contraste entre el producto alcanzado y los objetivos propuestos y se presentan las recomendaciones propuestas por el investigador para futuros avances del trabajo.

La investigación alcanzó el objetivo general formulado que era definir el ciclo de vida de la fase de pruebas del desarrollo de sistemas en CENTROBECO C.A. (BECO). Con esto se apoya un proceso de desarrollo técnico administrándolo y controlándolo desde la perspectiva de la gerencia de proyectos. Es así como se garantiza que la ejecución de la fase se lleve a cabo considerando todas las variables necesarias para su correcta y completa realización.

El objetivo se logró dividendo la ejecución de la investigación en tres fases: Diagnóstico, Verificación del Proceso Actual y Definición del Ciclo de Vida. A continuación se presenta el resumen de los logros y conclusiones del desarrollo de cada una de las fases de la investigación que están alineadas con cada uno de los objetivos específicos planteados en el presente TEG:

1. *Diagnóstico*

El objetivo de esta fase fue determinar la necesidad de la investigación para la empresa. Para ello se utilizaron tres técnicas de indagación:

a) Análisis de los datos del sistema de centro de Soporte de donde se obtuvo el número de incidencias de fallas de los sistemas tras su colocación a producción. Con estos datos se pudo observar el aumento de fallas en los sistemas que pudieron ser corregidas en la fase de pruebas y que se

presentaron tras su publicación en producción. Además se estableció la relación de horas hombre dedicadas a corregir los errores de los sistemas de manera de resaltar el tiempo invertido en solventar algo que pudo haber sido solucionado en la fase correspondiente a su corrección.

b) Aplicación de la lista de validación del proceso de pruebas del modelo TPI *(Test Process Improvement)* de donde se obtuvo un diagnóstico de la fase y se detectó la necesidad de definir un ciclo de vida como una de las primeras actividades para mejorar el proceso.

c) La realización de una matriz FODA que permitió resaltar las fortalezas, oportunidades, debilidades y amenazas del proceso actual y las posibles estrategias a tomar en cuenta para maximizar las fortalezas y oportunidades y minimizar las debilidades y amenazas. Con esto se consiguió determinar que el proceso de pruebas de la empresa se encontraba poco definido y que era necesario la definición de un ciclo de vida que permitiese estructurar y garantizar un mejor esquema de ejecución para la fase de pruebas.

Con estas tres técnicas de diagnostico se concluyó que la fase de pruebas del desarrollo de los sistemas en BECO necesitaba ser redefinida y que era necesario la aplicación de mejores prácticas en su concepción para garantizar una mejor calidad de la ejecución y por ende de los resultados obtenidos: mayor cantidad de fallas detectables en los sistemas antes de su colocación a producción.

2. Verificación del Proceso Actual

El objetivo de esta fase fue analizar y documentar el proceso actual de pruebas de la empresa de manera de recopilar y organizar la información para determinar, en la siguiente etapa de la investigación, las necesidades en cuanto a la fase de pruebas. De aquí se obtuvo un análisis de las normas y procedimientos del proceso

actual determinando el porcentaje de cumplimiento de las mismas con el fin de detectar aquellas normas escritas que no se efectuaban. Además, se realizaron los diagramas de flujo del proceso actual con el fin de esquematizar las actividades realizadas por la empresa y el orden de ejecución de las mismas. Esta fase de la investigación fue la base sobre la que se contrastaron las necesidades de la empresa en la etapa siguiente "Definición del ciclo de vida".

3. Definición del Ciclo de Vida

El objetivo de esta fase era definir el ciclo de vida propuesto para mejorar el proceso de pruebas de la empresa. Para ello se consultaron las mejores prácticas definidas por el PMI (*Project Management Institute*) en su Guía PMBOK (2004, 2009), y las establecidas para el desarrollo de la Ingeniería del Software por el Software Engineering Institute (SEI) en su modelo de *Capability Maturity Model Integration*, *Version 1.2* (2006), además del apoyo en bibliografía especializada de sistemas. Asimismo, se utilizó la técnica de la entrevista de grupo (*Focus Group*) con los responsables de las pruebas para detectar las necesidades específicas que como empresa se necesitaban y establecer los límites de la definición objetivo de la investigación.

Es así como se integraron los lineamientos de las mejores prácticas tanto de gerencia de proyectos como de sistemas con las necesidades específicas de la empresa. De allí se definieron: Fases, actividades, responsables y entregables que permitieron definir un ciclo de vida completo y alienado con las prácticas que ayudan a tener un proceso cuyas actividades garantizan el éxito de la ejecución. Para ello se definieron los mecanismos de comunicación entre cada fase en función de: entradas, salidas y las técnicas y herramientas necesarias en cada etapa.

En general el desarrollo de la presente investigación ayuda a concluir que para la ejecución de cualquier proyecto es necesario alinearse con las mejores prácticas establecidas ya que ellas determinan el mejor camino a seguir para la ejecución

del proceso. Igualmente, se debe considerar que las mismas pueden ser adaptadas a las necesidades específicas de las empresas con el fin de garantizar su aplicación efectiva e incremental en la medida que el proceso y la empresa vayan madurando.

Ahora bien, Luego de definir, diseñar y ejecutar el trabajo especial de grado, el investigador propone ciertas recomendaciones para ser tomadas en cuenta tanto por la empresa para la implementación de la propuesta como por los futuros investigadores del tema. Las recomendaciones propuestas son las siguientes:

- Es recomendable aplicar el modelo TPI *(Test Process Improvement)* luego de la implantación del ciclo de vida en la empresa para compararlo con los resultados previos obtenidos en esta investigación con el fin de validar si el diagnóstico arrojado es mejorado por la definición del ciclo de vida resultado del TEG.

- Para el entregable referente a los casos de pruebas a ser validados en cada fase del proceso es aconsejable detallar la descripción de los mismos en la medida que se vaya adquiriendo experiencia en su definición. Con esto se obtendría un proceso más estandarizado a bajo nivel.

- Definir de forma detallada la ejecución de los tipo de prueba: Pruebas de Unidad, Pruebas de Integración, Pruebas de volumen (Estrés).

- Implantar de forma incremental la propuesta de ciclo de vida en la empresa y no de forma masiva para ir aprendiendo y depurando el modelo con la experiencia obtenida en cada ejecución.

- Evaluar el proceso completo de desarrollo de sistemas (Análisis, Diseño e Implementación) para validar que se estén cumpliendo los lineamientos actualizados de las mejores prácticas establecidas para el desarrollo de los proyectos.

- Establecer un responsable de aseguramiento de la calidad que vele por la correcta ejecución no sólo de la fase de pruebas sino de todo el desarrollo de los sistemas (Análisis, Diseño, Implementación, Pruebas e Implantación) con el fin de garantizar que todo el proceso se lleve con calidad y que el producto cumpla con los estándares de calidad necesarios para su publicación en producción.

- Para futuras investigaciones referentes a la aplicación de mejores prácticas es recomendable tomar en cuenta el estilo del proceso de la empresa y las necesidades de la particulares de la misma. Con esto se aumentan las probabilidades de aceptación y efectiva ejecución inmediata. El aumento del nivel de control debe ser directamente proporcional al aumento del nivel de maduración del proceso de la empresa.

Para finalizar, el investigador recomienda a los profesionales del área de sistemas a investigar y preparase en el área de gerencia de proyectos ya que proporciona un soporte académico fundamental para su control, amplía la visión sobre el manejo de los mismos y ayuda a cuestionar la forma como se pueden estar manejando los proyectos del área de sistemas.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Bastardo, Marco (2006). *Selección de una Metodología para la Gerencia de Proyectos de Desarrollo de Software.* Tesis de grado para optar al título de Especialista en Gerencia de Proyectos. Universidad Católica Andrés Bello, Dirección General de los Estudios de Postgrado, Caracas.

CENTROBECO C.A. (Noviembre 2009). *Manual Organizativo de BECO.* Publicación Interna, Caracas.

Cortés Moráles, R. (s.f). *Introducción Al Análisis De Sistemas Y La Ingeniería De Software.* EUNED.

De Socio, Elsa (2007). *Evaluación de la Fase Inicial del Ciclo de Vida de los Proyectos de una Empresa del Sector Eléctrico.* Tesis de grado para optar al título de Especialista en Gerencia de Proyectos. Universidad Católica Andrés Bello, Dirección General de los Estudios de Postgrado, Caracas.

Fernández Alarcón, V. (2006). *Desarrollo De Sistemas De Información: Una Metodología Basada En El Modelado.* Barcelona: Edicions UPC.

Fondonorma (2003): *COVENIN – ISO 10006:2003. Sistemas de Gestión de la Calidad. Directrices para la Gestión de la Calidad en los Proyectos.* Caracas. Autor. Venezuela.

Hailpern B. y Santhanam P. (2001, Octubre 31). IBM Research Report. *Software Debugging, Testing, and Verification.* IBM Research Division, Thomas J.

Watson Research Center. Recuperado en 11 de Octubre de 2009 de la World Wide Web: http://scholar.google.co.ve.

Hurtado de Barrera, J. (2000). *Metodología de la Investigación Holística.* Caracas: Servicios y Proyecciones para América Latina (SYPAL) e Instituto Universitario de Tecnología Caripito.

Kendall, K. y Kendall, J. (2005). *Análisis y diseño de sistemas.* (6ta Edición). México: Pearson Educación.

Koomen T., Pol M. (1999). *Mejora Del Proceso De Pruebas Usando TPI®.* (Versión 1.1). Netherlands: Autor. Sogeti Nederland B.V.

Larman, C. (1999). *UML Y Patrones. Introducción al análisis y diseño orientado a objetos*. Nucalpan de Juárez, Edo de México: Prentice Hall Hispanoamérica.

Méndez, C. (2001). *Metodología, Diseño y Desarrollo del Proceso de Investigación.* (3ª Edición). Bogotá: McGraw-Hill Interamericana S.A.

Palacios, L. (2007). *Gerencia de Proyectos. Un enfoque Latino*. (4ta Edición). Caracas: UCAB.

Pisani, María (2008). *Ciclo de Vida y Fases de los Proyectos de Infraestructura de Fibra Óptica de una Empresa de Telecomunicaciones.* Tesis de grado para optar al título de Especialista en Gerencia de Proyectos. Universidad Católica Andrés Bello, Dirección General de los Estudios de Postgrado, Caracas.

Pressman, R. (2002). *Ingeniería del Software. Un Enfoque Práctico.* (5ta Edición). Madrid, España: Mc Graw-Hill.

Pressman, R. (2005). *Ingeniería del Software. Un Enfoque Práctico.* (6ta Edición). Madrid, España: Mc Graw-Hill.

Project Management for Development Organizations, PM4DEV. (2008). *Fundamentals of Project Management*. United States: PM4DEV.

Project Management Institute. (2004). *Guía de los Fundamentos de la Dirección de Proyectos (Guía del PMBOK®)*. (3ª Edición). Pensilvannia. Autor. Estados Unidos de América.

Project Management Institute. (2009). *Guía de los Fundamentos de la Dirección de Proyectos (Guía del PMBOK®)*. (4ª Edición). Pensilvannia. Autor. Estados Unidos de América.

Project Management Institute. (2006). *Código de Ética y Conducta Profesional*. Recuperado en 21 de Noviembre de 2009 de la World Wide Web: http://www.pmi.org/PDF/ap_pmicodeofethics_SPA-Final.pdf.

Sabino, C. (2002). *El Proceso de Investigación*. Caracas: Editorial Panapo de Venezuela.

Sampieri, R., Fernández Collado, C. y Baptista Lucio, P. (2003) *Metodología de la investigación* (3ª Edición). México: McGraw-Hill.

Software Engineering Institute. (2006). *CMMI For Development Version 1.2.* Pittsburgh: Autor. Carnegie Mellon University.

Software Engineering Institute. (2004). *Code of Professional Conduct for SEI Services, Version 1.0*. Recuperado en 21 de Noviembre de 2009 de la World Wide Web: http://www.sei.cmu.edu/reports/04sr009.pdf.

Velazco, J. y Guillén A. (2009). *Instructivo Integrado para Trabajos Especiales de Grado (TEG).* Caracas: Universidad Católica Andrés Bello, Dirección General de los Estudios de Postgrado.

Weitzenfeld, A. (2004). *Ingeniería de software orientada a objetos con UML, Java e Internet.* México: Cengage Learning Editores.

ANEXOS

(CD Adjunto)

ANEXO A. Gráficos de Incidencias de Errores por Sistemas Colocados en Producción en BECO

(Revisar CD Adjunto)

ANEXO B. Horas Invertidas por el Personal de Computación en la Resolución de Fallas

(Revisar CD Adjunto)

ANEXO C. Modelo TPI (*Test Process Improvement*)

(Revisar CD Adjunto)

ANEXO D. Lista de Verificación del Modelo TPI (*Test Process Improvement*)

(Revisar CD Adjunto)

ANEXO E. Lista de Verificación del Proceso Actual

(Revisar CD Adjunto)

ANEXO F. Diagramas de Flujo del Proceso Actual

(Revisar CD Adjunto)

ANEXO G. Minutas de Reunión del *Focus Group*

(Revisar CD Adjunto)

ANEXO H. Informe de Resultados del *Focus Group*

(Revisar CD Adjunto)

ANEXO I. Formatos de Entregables de la Propuesta del Ciclo de Vida

(Revisar CD Adjunto)

ANEXO J. Diagramas de Flujo de la Propuesta de Ciclo de Vida

(Revisar CD Adjunto)