



**UNIVERSIDAD CATÓLICA ANDRÉS BELLO
VICERECTORADO ACADEMICO
DIRECCIÓN GENERAL DE LOS ESTUDIOS DE POSTGRADO
AREA DE CIENCIAS ADMINISTRATIVAS Y DE GESTION
AREA DE GERENCIA
POSTGRADO EN GERENCIA DE PROYECTOS**

Trabajo Especial de Grado
***DESARROLLO DE UNA GUÍA PARA
REALIZAR ESTUDIOS DE
FACTIBILIDAD ECONOMICA EN PROYECTOS DE
DESARROLLO DE SISTEMAS EN EL
BANCO CENTRAL DE VENEZUELA***

Presentado a la Universidad Católica Andrés Bello, por:
OLGA DEL CARMEN CAMACHO
Como requisito parcial para optar al grado de:
ESPECIALISTA EN GERENCIA DE PROYECTOS

Asesor Luis Gutierrez

Caracas, Noviembre de 2008

**UNIVERSIDAD CATÓLICA ANDRÉS BELLO
VICERECTORADO ACADEMICO
DIRECCIÓN GENERAL DE LOS ESTUDIOS DE POSTGRADO
AREA DE CIENCIAS ADMINISTRATIVAS Y DE GESTION
AREA DE GERENCIA
POSTGRADO EN GERENCIA DE PROYECTOS**

Trabajo Especial de Grado
***DESARROLLO DE UNA GUÍA PARA
REALIZAR ESTUDIOS DE
FACTIBILIDAD ECONOMICA EN PROYECTOS DE
DESARROLLO DE SISTEMAS EN EL
BANCO CENTRAL DE VENEZUELA***

Presentado a la Universidad Católica Andrés Bello, por:
OLGA DEL CARMEN CAMACHO
Como requisito parcial para optar al grado de:
ESPECIALISTA EN GERENCIA DE PROYECTOS

Asesor Luis Gutierrez

Caracas, Noviembre de 2008

Índice

Índice de tablas.....	5
Índice de gráficos.....	5
Introducción.....	6
CAPITULO I LA PROPUESTA DE TRABAJO.....	9
I.1. Resumen.....	10
I.2. Justificación del Proyecto. Planteamiento del problema e importancia.....	11
I.3. Objetivos del Proyecto.....	12
I.3.1. Objetivo General.....	12
I.3.2. Objetivos Específicos.....	12
I.4. Resultados esperados e implicaciones.....	13
I.5. Consideraciones éticas y legales.....	14
I.6. Cronograma de ejecución.....	14
CAPITULO II: MARCO DE REFERENCIA CONCEPTUAL.....	15
II.1. Fundamentos de la Dirección de Proyectos del PMI.....	16
II.2. Proceso de formulación presupuestaria del BCV.....	21
II.3. Proyectos de desarrollo de sistemas.....	25
II.3.1. Características de los sistemas.....	26
II.3.2. Clasificación de los sistemas de información.....	27
II.3.3. Metodología de Sistemas.....	28
II.3.3.1. Análisis de Sistemas.....	28
II.3.3.2. Diseño General de Sistemas.....	31
II.3.3.3. Diseño Detallado de Sistemas.....	33
II.3.3.4. Pruebas e Implantación.....	34
II.4. Métricas de proyectos.....	34
II.5. Modelos de gestión de la calidad - Despliegue de la Función de Calidad (QFD).....	37
II.6. Metodologías de estimación de software.....	38
II.6.1. Criterios para un “buen” método de estimación.....	38
II.6.2. Documentación de los estimados.....	40
II.6.3. Método Lineal.....	41
II.6.4. Método Delphi.....	42
II.6.5. Modelo COCOMO.....	45
II.6.6. Técnica por analogía (aditiva y multiplicativa).....	54
II.6.7. Técnica Program Evaluation and Review (PERT).....	55
II.6.8. Unified Modeling Language (UML).....	56
II.6.9. Puntos de función.....	58
II.6.10. Puntos Característica.....	62
II.6.11. Método Top-Down y Bottom-Up.....	63
II.7. Glosario de términos.....	64
CAPITULO III: MARCO METODOLOGICO.....	66
III.1. Tipo de investigación.....	67
III.2. Diseño de investigación.....	67
III.3. Población y muestra.....	68
III.4. Variables de estudio.....	69
III.5. Técnicas de recolección de datos.....	70
III.6. Procedimiento metodológico de la investigación.....	71
CAPITULO IV: MARCO ORGANIZACIONAL.....	76
IV.1. Historia de la organización.....	77
IV.2. Visión y misión.....	77
IV.3. Planes de la organización.....	78
IV.4. Ubicación del estudio.....	79
CAPITULO V: DIAGNOSTICO DE LA SITUACION ACTUAL.....	81

V.1.	Análisis de la muestra	82
V.2.	Indicadores de éxito o fracaso de los proyectos	92
V.3.	Resultado del diagnóstico de la situación actual	94
CAPITULO VI: GUIA PARA REALIZAR ESTUDIOS DE FACTIBILIDAD ECONOMICA ...		102
V.1.	Objetivos de la guía.....	103
V.2.	Alcance de la guía	103
V.3.	Guía propuesta	103
V.3.1.	Definición del alcance del proyecto	104
V.3.2.	Documentación de condiciones, restricciones y riesgos.....	106
V.3.3.	Identificación de los tipos de objetos a construir.....	107
V.3.4.	Clasificación de los objetos de acuerdo a su complejidad.....	109
V.3.5.	Asignación de pesos a los componentes del sistema	110
V.3.6.	Determinación del grado de los factores de influencia en la dificultad del sistema	112
V.3.7.	Calcular el número de líneas de código.....	113
V.3.8.	Identificación de supuestos de estimación.....	114
V.3.9.	Estimar el costo total del proyecto	117
V.3.10.	Estimar los costos para cada fase del proyecto.....	118
V.3.11.	Preparación del informe de estudio de factibilidad económica del proyecto	119
CAPITULO VII: CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES		124
VII.1.	Conclusiones	125
VII.2.	Recomendaciones.....	127
Referencias bibliográficas		128
Anexos		132

Índice de tablas

Tabla 1.- Ejemplo método lineal.....	42
Tabla 2.- Modelo básico COCOMO	47
Tabla 3.- Modelo Intermedio COCOMO	48
Tabla 4.- Atributos de coste	49
Tabla 5.- Variables de estudio.....	69
Tabla 6.- Formato de análisis de los proyectos	82
Tabla 7.- Características de los proyectos analizados	84
Tabla 8.- Análisis de las variables.....	91
Tabla 9.- Análisis de indicadores de éxito o fracaso por variable y proyecto	93
Tabla 10.- Riesgos del proyecto	107
Tabla 11.- Tamaño funcional del sistema bajo el método de Puntos función	111
Tabla 12.- Tamaño funcional del sistema bajo el método de Puntos Característica.....	111
Tabla 13.- Características de la aplicación	112
Tabla 14.- Líneas de código por lenguaje de programación.....	113
Tabla 15.- Supuestos de estimación Modelo COCOMO	115
Tabla 16.- Estimación del costo	118
Tabla 17.- Estimación del costo por fase del proyecto.....	119

Índice de gráficos

Gráfico 1.- Estructura de Desglose del Trabajo	14
Gráfico 2.- Proceso de análisis fundamentado en los datos cualitativos	73
Gráfico 3.- Desviación de las variables.....	99



UNIVERSIDAD CATÓLICA ANDRÉS BELLO
VICERECTORADO ACADEMICO
DIRECCIÓN GENERAL DE LOS ESTUDIOS DE POSTGRADO
AREA DE CIENCIAS ADMINISTRATIVAS Y DE GESTION
AREA DE GERENCIA
POSTGRADO EN GERENCIA DE PROYECTOS

*Desarrollo de una guía para realizar estudios de factibilidad económica en
proyectos de desarrollo de sistemas en el Banco Central de Venezuela*

Autor: Olga Camacho
Asesor: Luis Gutiérrez
Año: 2008

El Banco Central de Venezuela es un ente del Estado que debe cumplir con las normativas para realizar los presupuestos anuales. Estas estimaciones se utilizan para evaluar los proyectos dentro de un portafolio y tomar las decisiones de prioridad y distribución de recursos necesarios. Para ayudar a las unidades de sistemas a elaborar un presupuesto de los requerimientos solicitados por los usuarios se elaboró una guía para realizar estudios de factibilidad económica de proyectos de desarrollo de sistemas. Para ello se analizó cómo se ejecuta el proceso de formulación anual de presupuestos para proyectos de sistemas en el BCV, se investigaron y conceptualizaron las metodologías de estimación de desarrollo de sistemas; se realizó un diagnóstico de la situación actual, mediante un análisis de una muestra seleccionada para determinar los indicadores de éxito o fracaso de los proyectos, se analizó la información recolectada y se determinó la información útil para el proyecto, se realizaron entrevistas a expertos. Finalmente se definieron los pasos que deben ejecutarse para realizar estimados de costos y tiempo utilizando el método COCOMO y los puntos de función explicados en el marco teórico. Esta guía forma parte del proceso estratégico previo a la planificación y ejecución de proyectos.

Palabras clave: Factibilidad económica, guía, desarrollo de sistemas

Introducción

El Banco Central de Venezuela es un ente del Estado que debe cumplir con las normativas para realizar los presupuestos anuales. Estas estimaciones se utilizan para evaluar los proyectos dentro de un portafolio y tomar las decisiones de prioridad y distribución de recursos necesarios. Para ello cada unidad de sistemas debe realizar estudios de factibilidad económica de todos los requerimientos solicitados por los usuarios.

La estimación de costos es determinante para asumir compromisos que sean factibles, que permitan atender las necesidades del negocio y que generen un clima de credibilidad ante los usuarios. En este sentido, la correcta asignación de recursos y estimación de tiempo disminuirá la desviación entre el porcentaje estimado y el porcentaje real de tiempo, costo y alcance en que se realiza el proyecto.

Por lo anteriormente explicado, se pretende elaborar una guía que oriente en forma organizada a la estimación de costos, con lo cual el personal interno tendrá pautas para realizar estudios de factibilidad económica en proyectos de desarrollo de sistemas dentro de la organización.

El presente trabajo se ha estructurado en 7 capítulos, los cuales se describen a continuación:

Capítulo I: Se describe la propuesta de trabajo, se especifica el problema de investigación, así como los objetivos general y específicos. Se expone el resultado esperado de la investigación.

Capítulo II: Se presenta el marco de referencia conceptual. Se analizó cómo se realiza el proceso de formulación anual de presupuestos para proyectos de

sistemas en el BCV, se investigaron y conceptualizaron las metodologías de estimación de desarrollo de sistemas.

Capítulo III: Se elaboró el marco metodológico de la investigación, se definió el tipo y diseño de investigación. Se seleccionó una muestra de estudio y se determinaron las variables a estudiar. Se definió el proceso metodológico para realizar la investigación.

Capítulo IV: En este capítulo se presenta el marco organizacional, se detalla la misión y visión del Banco Central de Venezuela, así como sus planes y la ubicación donde se desarrollará la investigación.

Capítulo V: Se realiza un diagnóstico de la situación actual, mediante un análisis de la muestra seleccionada para determinar los indicadores de éxito o fracaso de los proyectos y se presentan los resultados de este estudio.

Capítulo VI: Se desarrolla la guía para realizar estudios de factibilidad económica en proyectos de desarrollo de sistemas. Se describen los pasos que deben ejecutarse para realizar estimados de costos y tiempo utilizando el método COCOMO y los puntos de función explicados en el marco teórico.

Y finalmente en el capítulo VII se presentan las conclusiones y recomendaciones de la presente investigación.

CAPITULO I LA PROPUESTA DE TRABAJO

CAPITULO I: LA PROPUESTA DE TRABAJO

I.1. Resumen

El Banco Central de Venezuela realiza entre los meses de agosto y septiembre la estimación presupuestaria correspondiente al próximo año. En este período los usuarios de las áreas de negocio plantean los proyectos que se requieren para el año siguiente y el área de desarrollo de sistemas debe considerar un estimado para la ejecución de cada proyecto. Este estimado permite realizar estudios de factibilidad económica. Se utiliza para evaluar dentro de un portafolio de proyectos su prioridad y determinar si se continúa con su desarrollo. El estimado utiliza como base el alcance del proyecto para determinar su costo y tiempo de ejecución. La definición de las especificaciones de los productos requeridos se realiza en un período máximo de dos meses y no se cuenta con una metodología o procedimiento que permita disminuir la incertidumbre en todos los aspectos del proyecto. Aunado a la rigidez de los ciclos presupuestarios y la poca flexibilidad para realizar transferencias entre partidas se requiere reducir las discrepancias entre el porcentaje estimado y el porcentaje real de tiempo, costo y alcance en que se realiza el proyecto. Para ello se plantea desarrollar una guía para realizar estudios de factibilidad económica para este tipo de proyectos, con lo cual el personal interno tendrá pautas de estimación enmarcadas en la búsqueda de lograr una buena definición de las especificaciones del producto requerido y en consecuencia, mejorar la calidad de los estimados. Para realizar esta investigación se analizará cómo se realiza el proceso de formulación anual de presupuestos para proyectos de sistemas en el BCV, se investigarán y conceptualizarán las metodologías de estimación de desarrollo de sistemas y se determinarán las pautas a seguir para realizar estudios de factibilidad económica en proyectos de desarrollo de sistemas dentro de la organización. Los pasos básicos consisten en recabar información requerida de distintos medios tales como manuales, normativas, reglamentos, procedimientos, información existente en libros, en

Internet; analizar la información recolectada y determinar la información útil para el proyecto, realizar entrevistas a expertos, definir pautas para realizar estudios de factibilidad económica para proyectos de desarrollo de sistemas y validar la guía con expertos y personal operativo. Se espera que este proyecto sea el punto de partida para promover el desarrollo de una metodología de estimación donde, entre otras cosas, se establezcan métricas que permitan retroalimentar los procesos de estimación. Además que se almacene información post-mortem de los proyectos con el fin de aplicar métodos estadísticos de estimación que permitan asumir compromisos bajo premisas de estimación sólidas y así cumplir con la atención de las áreas del negocio.

I.2. Justificación del Proyecto. Planteamiento del problema e importancia

El Banco Central de Venezuela es un ente del Estado que tiene como función principal mantener la estabilidad de precios y preservar el valor de la moneda. Como institución pública debe cumplir los procesos presupuestarios anuales en los cuales se plantean los proyectos del año siguiente. Estas estimaciones se utilizan para evaluar dentro de un portafolio de proyectos su prioridad y determinar si se continúa con su desarrollo. La estimación se basa tomando en cuenta las definiciones del alcance y calidad del proyecto las cuales refleja las especificaciones del producto a obtener.

Cada unidad dentro del Instituto realiza, anualmente, su planificación presupuestaria de acuerdo al ciclo presupuestario definido. Una de estas unidades es la Coordinación Funcional de Estudios, la cual se encarga, entre otras cosas, de desarrollar aplicaciones de software tendientes a ayudar a cumplir con los procesos del negocio, específicamente del área de Estudios Económicos.

El desarrollo del presente trabajo estará enmarcado en un estudio de tipo factible el cual según Balestrini (1998) propone la formulación de modelos, métodos, procesos, sistemas, etc., para ello se realiza inicialmente un diagnóstico de la situación existente y se determina las necesidades del hecho estudiado con el

fin de formular el modelo operativo en función de las demandas de la realidad abordada. Este tipo de investigación permite partir de la problemática planteada para proponer la elaboración de una guía que ayude a definir claramente los estimados. De igual manera, la UPEL (2005) indica que el proyecto factible debe tener apoyo en una investigación de tipo documental.

Se requiere reducir la discrepancia en el porcentaje de desviación de los presupuestos de los proyectos mediante la elaboración de una guía que permita mejorar la definición del alcance de los proyectos de desarrollo de sistemas y en consecuencia mejorar los estimados de costos. El desarrollo de esta guía permitirá desarrollar y mantener actualizados los procesos que apoyen la misión institucional, la cual es uno de los elementos clave en el desempeño de la gestión del BCV.

I.3. Objetivos del Proyecto

I.3.1. Objetivo General

Desarrollar una guía para realizar estimados clase V en proyectos de desarrollo de sistemas en el Banco Central de Venezuela.

I.3.2. Objetivos Específicos

- Efectuar un diagnóstico de la situación actual del proceso de formulación anual de presupuestos para proyectos de sistemas en el BCV.
- Analizar la metodología de definición del alcance, calidad y costos de los proyectos según el Project Management Institute (PMI).
- Conceptualizar las metodologías de estimación de desarrollo de sistemas.
- Estudiar los modelos que permiten definir las especificaciones del producto o sistema requerido.
- Seleccionar una muestra de proyectos realizados previamente en la Coordinación Funcional de Estudios.

- Determinar las razones de desviación entre el porcentaje inicial estimado y el porcentaje real de finalización de los proyectos seleccionados.
- Inferir los elementos determinantes de la estimación presupuestaria a través de la opinión de expertos.
- Analizar e interpretar los resultados de la evaluación de los proyectos seleccionados.
- Identificar y establecer los elementos que integrarán la guía propuesta.
- Definir las técnicas para la formulación de la guía de estimación presupuestaria.
- Determinar las pautas a seguir para realizar estudios de factibilidad económica en proyectos de desarrollo de sistemas dentro de la organización

I.4. Resultados esperados e implicaciones

El resultado de esta investigación es contar con una guía que permita al personal operativo de la Coordinación Funcional de Estudios del BCV mejorar los procesos de definición y alcance de los proyectos al realizar los estimados anuales para proyectos de desarrollo de sistemas.

Se espera que con la realización de este estudio a mediano plazo se promuevan las siguientes investigaciones:

- Desarrollo de una metodología de estimación donde se establezcan en forma procedimental todos los pasos necesarios para determinar la cantidad de recursos requeridos en el desarrollo de sistemas de información.
- Diseño de métricas que permitan retroalimentar los procesos de estimación. Para ello se deben definir un conjunto de variables de los proyectos de desarrollo que sirvan de base para pronosticar futuros proyectos.
- Guardar información post-mortem de los proyectos con el fin de aplicar métodos estadísticos de estimación. Documentar todos los aspectos del

proyecto tales como: cambios de alcance, impacto en costos de las eventualidades presentadas, riesgos presentados y su gestión, etc. Esta información no sólo ayudará a realizar las estimaciones sino que adicionalmente permitirá guardar la experticia de proyectos anteriores.

I.5. Consideraciones éticas y legales

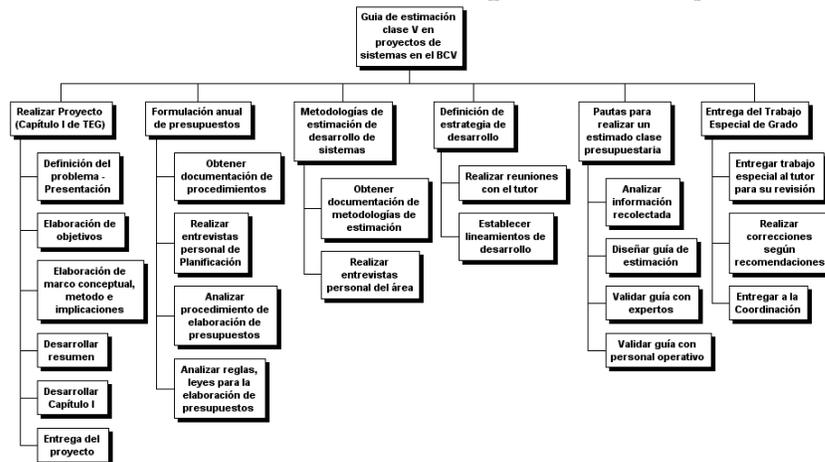
El marco jurídico del proyecto en el cual se circunscribe este proyecto es en primer lugar la Constitución de la República Bolivariana de Venezuela, la Ley del Banco Central de Venezuela y Ley Orgánica de Régimen Presupuestario y adicionalmente los reglamentos, normas y procedimientos definidos para la estimación de proyectos por la institución.

Dentro de las consideraciones éticas relacionadas con el estudio está el Código de ética del PMI donde se definen las normas y responsabilidades éticas de sus miembros.

I.6. Cronograma de ejecución

A continuación se detallan las actividades que deben ejecutarse para la realización de la investigación.

Gráfico 1.- Estructura de Desglose del Trabajo



CAPITULO II: MARCO DE REFERENCIA CONCEPTUAL

CAPITULO II: MARCO DE REFERENCIA CONCEPTUAL

Para realizar este proyecto se hará referencia a tres grandes bloques de investigación: los fundamentos de la dirección de proyectos del Project Management Institute (PMI), el proceso de formulación presupuestaria del BCV y el desarrollo del software. Esta conceptualización será requerida como base para elaborar la guía de estimación propuesta.

II.1. Fundamentos de la Dirección de Proyectos del PMI

La base teórica del Project Management Institute (PMI) recopila los fundamentos de la dirección de proyectos reconocidos como las mejores prácticas. Estas incluyen prácticas tradicionales comprobadas y ampliamente utilizadas así como prácticas innovadoras.

La gerencia de proyectos es la aplicación de herramientas, conocimientos, habilidades, técnicas que permiten conducir recursos hacia la consecución de una meta en un tiempo definido. A partir de las mejores prácticas se han definido áreas de conocimiento cuyo uso aumenta las posibilidades de éxito de los proyectos (PMI, 2004). Estas áreas son:

Gerencia de la integración del proyecto: incluye las actividades requeridas para asegurar la articulación y coordinación de todos los procesos (inicio, planificación, ejecución, seguimiento y control y cierre) con el fin de lograr el rendimiento esperado del proyecto. En esta área se desarrolla el acta de constitución del proyecto, el plan de gerencia del proyecto, el control de los cambios requeridos, la dirección de la ejecución del proyecto y el cierre del proyecto.

Gerencia del alcance del proyecto: establece los procesos necesarios para determinar los trabajos requeridos para lograr el objetivo del proyecto. Para manejar esta área de conocimiento se utiliza la estructura desagregada de trabajo (EDS o WBS) que no es más que la descomposición de las actividades en

productos entregables. Estas actividades deben ser realizadas por el equipo para completar el proyecto satisfactoriamente.

Gerencia del tiempo del proyecto: El tiempo es un factor restrictivo en los proyectos pues es un recurso que una vez perdido no se puede recuperar. Esta área incluye todos los procesos necesarios para completar el proyecto en el tiempo definido. Para ello se define el trabajo que se requiere ejecutar, la dependencia entre actividades, se estiman los roles y las cantidades de recursos, se estima la duración de las actividades, se desarrolla el cronograma de trabajo y se monitorean y controlan las actividades en ejecución para aplicar los correctivos necesarios.

Gerencia de los costos del proyecto: el objetivo de esta área es la planificación, ejecución y control de los recursos, la estimación de los costos y la preparación de los presupuestos. Incluye también la evaluación de los impactos por cambios de alcance y cambios en el proyecto. Para realizar un buen estimado se debe entender totalmente el alcance del proyecto, dividir en elementos pequeños el proyecto, asignar los costos a cada elemento y documentar las razones del estimado. Una buena práctica es recolectar información a partir de los expertos o mediante el uso de estadísticas de proyectos ya realizados.

Gerencia de la calidad del proyecto: incluye las actividades relativas a la verificación del resultado del proyecto con el alcance definido dadas las normas y estándares establecidos. Para ello se determinan cuáles son las normas de calidad relevantes a satisfacer, se debe asegurar que se cumpla con los requisitos establecidos y continuamente, revisar si se acatan las normas y si no se aplican las acciones correctivas.

Gerencia de los recursos humanos del proyecto: esta área del conocimiento incluye la planificación de recursos humanos, la adquisición y desarrollo del equipo del proyecto así como la gerencia de los recursos humanos. Se propone elaborar una matriz de roles y responsabilidades para facilitar la definición de las actividades que deben ejecutar los recursos. Adicionalmente se describe en el

plan de gerencia de recursos humanos como y cuándo será incorporado el personal al proyecto.

Gerencia de las comunicaciones del proyecto: en primer lugar, se determinan las necesidades de información y comunicaciones de los interesados en el proyecto de manera tal de mantenerlos informados oportunamente. Para ello se utilizan técnicas y herramientas que permitan distribuir la información de manera eficiente y segura. En esta área se debe mantener la base de datos histórica así como las lecciones aprendidas mediante el archivo y disposición final de toda la información del proyecto.

Gerencia de los riesgos del proyecto: el futuro es incierto y por ende, los proyectos se desarrollan con incertidumbre. Esta incertidumbre se traduce en la probabilidad de que sucedan factores positivos o adversos al proyecto. En esta área de conocimiento se identifican y analizan los riesgos, se planifican las respuestas a dichos riesgos para aprovechar las oportunidades que puedan surgir en el entorno y minimizar el efecto de las amenazas al proyecto.

Gerencia de las adquisiciones del proyecto: incluye todos aquellos procesos requeridos para la contratación de bienes y servicios a terceros. La visión se presenta desde dos puntos: uno, la empresa es la compradora y dos, la empresa como vendedora. Esta área del conocimiento incluye las estrategias de contratación, el manejo de los reclamos, aspectos legales, el aseguramiento del cumplimiento de la ejecución según los términos del contrato y el cierre de los contratos.

Dada la naturaleza de la investigación se hará énfasis en la gestión de los costos del proyecto, específicamente dentro del proceso estimación de costos, la cual permite desarrollar una aproximación de los costos de los recursos necesarios para completar las actividades del Proyecto (PMI, 2004, p.157).

Otras teorías del PMI que se analizan en esta investigación son los Procesos de Dirección de Proyectos (PMI, 2004, p.37). Son aquellos procesos que han sido reconocidos como buenas prácticas debido a que su aplicación amplía las probabilidades de éxito, estos son: inicio, planificación, ejecución, supervisión y

control y cierre del proyecto. En la Guía del PMBOK se establecen estos procesos como norma y se definen sus propósitos, integración e interacción entre ellos. Los procesos se vinculan porque la salida de uno es la entrada de otro proceso. A continuación se describe cada proceso:

Iniciación: en este proceso se oficializa el inicio del proyecto, se establece su objetivo o alcance preliminar, las restricciones, los recursos necesarios para la definición y planificación y se otorga autoridad al líder del proyecto. En este proceso es fundamental la participación de los interesados o clientes pues el sentirse involucrados los hace responsables de la aceptación del producto o propósito final del proyecto.

Planificación: en este proceso se profundiza el alcance del proyecto. Se definen las actividades, los recursos y el tiempo requerido para llevar a cabo el proyecto. Es indispensable que el equipo de proyecto integre a todos los involucrados pues estos poseen conocimientos y habilidades que pueden ser aprovechados en todo el proceso de planificación y así minimizar la incertidumbre o riesgos presentes. Al finalizar este proceso se establecen compromisos y se emite el plan para implantación.

Ejecución: Consiste en la coordinación de personas y recursos para realizar las actividades definidas en el plan de trabajo con el fin de cumplir con el objetivo del proyecto. Los cambios a la línea base establecida pueden modificar las duraciones de las actividades, la disponibilidad de los recursos y los riesgos no previstos en cuyo caso se modificaría el plan del proyecto.

Seguimiento y control: en este proceso se está atento a la ejecución del proyecto con el fin de determinar sus variaciones y así aplicar las acciones correctivas. De igual manera se incluye controlar los cambios como medida preventiva ante posibles problemas.

Cierre: En este proceso se realizan las actividades correspondientes a la finalización formal del proyecto o de una fase del proyecto así como entregar el producto terminado a los clientes o cerrar un proyecto cancelado.

Otra teoría que aplica en esta investigación es la referida a las fases del proyecto, estos son: Visualización, Conceptualización, Definición e Implantación. En esta investigación se hará énfasis en la visualización como parte fundamental en la estimación de proyectos. Estos conceptos se encuentran definidos en las Guías de Gerencia para Proyectos de Inversión de Capital (GGPIC) elaboradas por PDVSA (1991).

Fase de Visualización: Es donde se originan los proyectos de inversión, estos proyectos pueden provenir de un análisis de fortalezas, debilidades, oportunidades o amenazas (análisis FODA). Se debe asegurar que los proyectos estén alineados con los objetivos del negocio. En esta fase es donde se elabora el alcance del proyecto, el estimado de costos clase V, se prepara el plan de ejecución de la siguiente fase y se evalúa la factibilidad técnica y económica de seguir con el proyecto (PDVSA, 1991). Un estimado de costos clase V “es un estimado con una precisión del tipo orden de magnitud, el cual se utiliza en la planificación a mediano plazo para establecer si los proyectos reúnen los méritos suficientes para proseguir su desarrollo. El mismo deberá incluir un estimado de costos de mayor precisión (Clase II) de los fondos requeridos para el desarrollo de la fase “Conceptualizar” y de los trabajos de laboratorio necesarios para mejorar la definición del proyecto. Estos fondos deberán ser solicitados y aprobados antes de proseguir con dicha fase.” (PDVSA,1991).

Fase de conceptualización: En esta fase se seleccionan las mejores opciones y se mejora la calidad de los estimados con el fin de reducir la incertidumbre y cuantificar los riesgos asociados así como determinar el valor esperado para las opciones seleccionadas (PDVSA,1991).

Fase de definición: se define completamente el alcance de la opción seleccionada y se elabora un plan detallado de trabajo con el propósito de comprometer los fondos u obtener el financiamiento requerido para ejecutar el proyecto (PDVSA,1991).

Fase de implantación: se ejecuta el plan de trabajo definido en el fase anterior

II.2. Proceso de formulación presupuestaria del BCV

Otra de las bases para el desarrollo de la presente investigación está referida al marco teórico de la formulación presupuestaria que se lleva a cabo en el BCV. En este aspecto se definen los procedimientos, restricciones y marco legal por las cuales se rigen las unidades del BCV para definir los presupuestos anuales.

La formulación presupuestaria en el BCV se enmarca en la Ley Orgánica del Régimen Presupuestario, la Ley del Banco Central de Venezuela y en el Reglamento Interno del Banco Central de Venezuela. Según el BCV (2000) en el Manual de Normas y Procedimientos de Ejecución del Presupuesto de Egresos de Funcionamiento se establece que es el Departamento de Presupuesto quien le corresponde coordinar con la Oficina de Planificación los procesos de formulación, ejecución y seguimiento del Plan y del Presupuesto. Velar por la adecuación de la ejecución presupuestaria a la normativa legal y procedimientos establecidos para la materia. Efectuar el seguimiento y control de la ejecución del presupuesto, acorde con los programas, subprogramas, actividades y específicas establecidas, así como presentar los informes requeridos por la Alta Administración para la toma de decisiones, con el fin de:

- Informar oportunamente a los jefes de programas, subprogramas y unidades ejecutoras, cualquier desviación real o potencial que pudiere observarse en el presupuesto.
- Proponer los ajustes pertinentes en relación con aumentos o disminuciones del presupuesto global, traspasos, anulación de transacciones; cambios en la programación de la ejecución y modificación de políticas, normas y procedimientos.
- Preparar los informes de uso interno y los que el Instituto deba enviar a la Oficina Central de Presupuesto, y demás organismos que establezcan las leyes, estableciendo los intercambios necesarios con la Oficina de Planificación y el Departamento de Contabilidad.

En el Manual de Normas y Procedimientos de Ejecución del Presupuesto de Egresos de Funcionamiento se establece que las Unidades ejecutoras son las dependencias del Banco Central de Venezuela que tienen la responsabilidad de formular y ejecutar su presupuesto, así como evaluar la relación entre la ejecución presupuestaria y los logros obtenidos en función de las metas y objetivos establecidos, conforme a las políticas y lineamientos dictados por la Alta Administración. Las unidades ejecutoras serán responsables del uso adecuado de los créditos presupuestarios en sus respectivas áreas de acción. En consecuencia, antes de tramitar cualquier compromiso deberán:

- Asegurarse de contar con los recursos correspondientes.
- Considerar los reportes y análisis de ejecución que hayan recibido del Departamento de Presupuesto.
- Observar las normas y dar cumplimiento a las mismas.

Dentro de las normas generales establecidas en Manual de Normas y Procedimientos de Ejecución del Presupuesto de Egresos de Funcionamiento se encuentran:

- No podrán efectuarse causaciones, ni establecerse compromisos con cargo a subpartidas presupuestarias que no tengan disponibilidad, ni disponer de créditos para una finalidad distinta a la prevista en el presupuesto aprobado.
- El registro de las transacciones correspondientes a la ejecución del Presupuesto del Banco, corresponde al Departamento de Presupuesto y a las unidades autorizadas. En tal sentido, podrán realizar registro de transacciones de precompromisos, compromisos y causaciones, las unidades intermediarias y ejecutoras directas que sean expresamente autorizadas para ello, mediante acuerdo suscrito entre el Departamento de Presupuesto con la jefatura del programa correspondiente. Tal autorización, sólo procederá cuando las unidades intermediarias y ejecutoras directas cuenten con recursos suficientes, y dispongan de los elementos de control interno que garanticen la calidad del registro.

- Cuando se anulen documentos que hayan sido objeto del registro presupuestario, las unidades ejecutoras o tramitantes correspondientes, deberán participarlo, al Departamento de Presupuesto, por escrito y con la mayor brevedad posible, a fin de que esta unidad anule el registro correspondiente y restituya la disponibilidad de la subpartida.
- Los Créditos presupuestarios no afectados por compromisos, caducan al 31 de diciembre del respectivo ejercicio.
- Los compromisos que para el momento de la formulación se estime no se causarán antes del 31 de diciembre del respectivo ejercicio presupuestario, deberán contemplarse en la formulación del presupuesto del año inmediato siguiente y comprometerse al inicio del mismo.

Para registrar y controlar los compromisos presupuestarios el Departamento de Presupuesto, sobre la base del Plan Operativo, programará conjuntamente con la Oficina de Planificación y con las unidades, la ejecución financiera del presupuesto y, en consecuencia, se registrarán al inicio de cada ejercicio presupuestario, los compromisos de las subpartidas específicas que constituyan obligaciones formales de pago derivadas de contratos vigentes. Esta programación y registro permitirán reservar los créditos presupuestarios necesarios para atender la causación de los compromisos, y se ajustarán cada mes considerando los respectivos egresos realmente ejecutados. Cualquier variación en los contratos suscritos, deberá ser notificada al Departamento de Presupuesto por el Jefe de la unidad ejecutora, la unidad intermediaria o la Consultoría Jurídica, según el caso, para que se efectúe el correspondiente ajuste del compromiso.

Para el caso de las modificaciones presupuestarias se especifica en el Manual de Normas y Procedimientos de Ejecución del Presupuesto de Egresos de Funcionamiento las siguientes reglas:

- Los gastos de inaplazable realización y debidamente motivados, para los cuales no exista suficiente disponibilidad presupuestaria, podrán efectuarse

realizando previamente un traspaso de recursos o, en su defecto, solicitando al Directorio la aprobación de recursos correspondientes.

- El Departamento de Presupuesto analizará la procedencia de las modificaciones presupuestarias que le sean planteadas por las unidades ejecutoras, establecerá los contactos con los demás órganos de evaluación previa, establecidos en relación con la materia y, por último, las someterá a las respectivas instancias de aprobación, junto con las observaciones que fueren pertinentes.
- Para la realización de traspasos es indispensable que los montos de las subpartidas cedentes presenten superávit por las circunstancias siguientes:
 1. Que los precios y cantidades de los bienes o servicios adquiridos o por adquirir resulten menores que los presupuestados.
 2. Que se hayan obtenido ahorros a través del mejoramiento de la eficiencia de la gestión.
 3. Que se hubiese decidido la suspensión o modificación de determinadas funciones, metas, programas de trabajo o proyectos.

En los casos que fuere necesario se mantendrán recursos suficientes en la subpartida cedente para los fines originalmente previstos en la misma.

- Cuando se requieran modificaciones presupuestarias para financiar nuevas funciones, metas o proyectos, será indispensable la aprobación de tales funciones, metas o proyectos por parte del Directorio.
- Las solicitudes de modificaciones presupuestarias deberán formularse ante el Departamento de Presupuesto, acompañadas de la información mínima siguiente:
 1. Justificación detallada de la solicitud, refiriendo, tanto la necesidad que se prevé satisfacer, como el impacto futuro en las subpartidas cedentes y/o en las metas, programa o proyectos relacionados con éstas.
 2. Imputación presupuestaria (hasta el último nivel de desglose).
 3. Efectos sobre la programación de los gastos originalmente prevista.

4. Incidencia en los ejercicios presupuestarios posteriores, si fuere el caso.

- Cuando se disponga la reasignación de funciones, metas, programas de trabajo o proyectos de una dependencia a otra, procederá el traspaso de los correspondientes créditos de la unidad de origen, a cuyo efecto el Departamento de Presupuesto realizará los trámites que correspondan.
- El Departamento de Presupuesto realizará los trámites necesarios para cubrir las insuficiencias presupuestarias que se presenten durante la ejecución, derivadas de la variación del tipo de cambio e inflación, afectando las partidas previstas para tal fin en la formulación del presupuesto.
- Cuando, una vez aprobado el plan y el presupuesto, se determine, que existen conceptos o ítems no ubicados conforme a lo establecido en el clasificador de partidas o actividades presupuestarias, el Departamento de Presupuesto realizará los ajustes mediante el traspaso correspondiente dejando evidencia documental de que tales ajustes no afectan los lineamientos aprobados para la formulación y ejecución del presupuesto aprobado por el Directorio.
- Las subpartidas que hayan sido disminuidas por traspasos sólo podrán ser incrementadas posteriormente durante el mismo ejercicio presupuestario, cuando existan emergencias determinadas por las instancias respectivas de aprobación.

II.3. Proyectos de desarrollo de sistemas

Senn (1991) define un sistema como "un conjunto de componentes que interactúan para alcanzar algún objetivo" , en donde cada uno tiene una función propia y determinada a través de la cual cooperan para alcanzar el objetivo del conjunto.

Toda organización depende, en mayor o menor medida, de una entidad abstracta denominada Sistema de Información. El mismo es el medio por el cual

los datos fluyen de una persona o departamento hacia otros y puede ser cualquier cosa, desde la comunicación interna entre los diferentes componentes de la organización y líneas telefónicas hasta sistemas de cómputo que generan reportes periódicos para varios usuarios. Los de información proporcionan servicio a todos los demás sistemas de una organización y enlazan todos sus componentes en forma tal que éstos trabajen con eficiencia para alcanzar el mismo objetivo. Así, Mora y Molino (1979) definen un sistema de información como "el conjunto de elementos y procedimientos íntimamente relacionados que tienen como propósito el manejar datos y elaborar reportes que permitan tomar decisiones adecuadas para el logro de los objetivos de una organización".

II.3.1. Características de los sistemas

Para alcanzar sus objetivos los sistemas interactúan con su medio ambiente, el cual se encuentra formado por todos los objetos que se encuentran fuera de sus fronteras, la acción de interactuar con el medio ambiente significa que reciben entradas y producen salidas, estos, reciben el nombre de Sistemas Abiertos, por lo tanto aquellos que no interactúan con su medio ambiente se denominan Sistemas Cerrados, hoy en día estos existen sólo como un concepto muy importante, todos los sistemas actuales son abiertos. Senn (1991) explica que "Todos los sistemas presentan niveles aceptables de desempeño denominados Estándares y contra los que se compara los niveles de desempeño actuales. Siempre debe anotarse las actividades que se encuentran muy por encima o muy por debajo de los estándares para poder efectuar los ajustes necesarios. La información proporcionada al comparar los resultados con los estándares junto con el proceso de reportar las diferencias a los elementos de control recibe el nombre de Retroalimentación."

Todo sistema presenta una mayor eficacia cuando se encuentra bajo control, por lo que, dicho elemento se encuentra relacionado con la naturaleza de los mismos.

Los sistemas emplean un modelo de control básico que consiste en:

- Un estándar para lograr un desempeño aceptable.
- Un método para medir el desempeño actual.
- Un medio para comparar el desempeño actual contra el estándar.
- Un método de retroalimentación.

El concepto de interacción con el medio ambiente, que es lo que caracteriza a los sistemas abiertos, es parte esencial del control, recibir y evaluar la retroalimentación, permite al sistema determinar qué tan bien está operando.

Los sistemas cerrados sostienen su nivel de operación siempre y cuando posean información de control adecuada y no necesitan nada de su medio ambiente. Los componentes que forman un sistema pueden ser a su vez programas más pequeños; esto quiere decir, que pueden estar formados por varios niveles de sistemas o subsistemas.

II.3.2. Clasificación de los sistemas de información

Los sistemas de información se clasifican según Senn (1991) de la siguiente manera:

1.- Sistemas para el Procesamiento de Transacciones:

Son aquellos que tienen como objetivo mejorar las finalidades rutinarias de una empresa y de las que depende toda la organización. El término transacción se refiere a un suceso o actividad que afecta a toda la organización. Las transacciones que comúnmente se ejecutan son: facturación, entrega de mercancía, pago a empleados y depósitos de cheques.

Los sistemas de procesamiento de transacciones brindan velocidad y exactitud; además se pueden programar para seguir rutinas sin ninguna variación.

2.- Sistema de Información Administrativa

Senn (1991) explica que son aquellos sistemas que "se utilizan para dar apoyo directo a los gerentes responsables de la toma de decisiones dentro de la empresa". En toda organización, regularmente se presentan muchas situaciones

para las cuales los directivos tienen la obligación de tomar ciertas decisiones, para ello necesitan cierta información. Una vez que los conceptos de decisión se encuentren definidos, entonces se puede identificar la información necesaria para formular las decisiones. Se pueden formular sistemas de información para que, en forma periódica, preparen reportes para el soporte de decisiones.

3.- Sistema para el Soporte de Decisiones

Son aquellos sistemas que ayudan a los directivos a tomar decisiones poco estructuradas, que también suelen llamarse No Estructuradas o Decisiones Semiestructuradas. Las decisiones no estructuradas son aquellas que no presentan procedimientos claros para tomarlas y tampoco es posible identificar, con anticipación, todos los factores que deben considerarse en la decisión.

Un factor clave en el uso de estos sistemas es determinar la información que se necesita. En situaciones bien estructuradas es posible identificar toda la información necesaria con anticipación, pero en situaciones poco estructuradas se torna difícil hacerlo.

II.3.3. Metodología de Sistemas

II.3.3.1. Análisis de Sistemas

Antes de poder diseñar un nuevo sistema, es necesario analizar en detalle qué hace el sistema actual y cómo funciona.

El primer paso del análisis de sistemas consiste en elaborar un modelo del sistema actual tal como es. Llorens (1991) define "Un modelo permite representar una realidad compleja en términos simples, permite representar las características esenciales del sistema y ayuda a plantear interrogantes cuyas respuestas orientarán al diseñador y al constructor del sistema". De este primer modelo, denominado Modelo de Funcionamiento del Sistema Actual, se identificarán las tareas que realiza el sistema; esa definición de actividades

y tareas se plasmará en un Modelo Conceptual del Sistema Actual, es decir, un modelo que describa lo que hace el sistema actual.

Sobre ese modelo conceptual del sistema actual, se modelarán los cambios requeridos, con el fin de obtener un Modelo Conceptual del Nuevo Sistema, el cual representará lo que el nuevo sistema deberá hacer.

Según la Metodología para el Desarrollo de Sistemas planteada por Juan Lloréns Fábregas (1991) en su libro Sistemas de Información Planificación, Análisis y Diseño, los pasos del análisis de sistemas son:

1.- Modelo de Funcionamiento del Sistema Actual

El equipo de trabajo usuario/analista lleva a cabo una revisión completa de todos los procesos, tanto manuales como mecanizados, que conforman el sistema actual.

Se realizarán entrevistas directas con el personal relacionado con la operación del área del negocio que se estudia.

A medida que se realiza una entrevista, el equipo de trabajo (representante funcional y analista) va desarrollando el diagrama de flujo de datos que representan los procesos analizados y va creando un conjunto de anotaciones que describen las actividades (conjunto de tareas), los problemas y las oportunidades de hacer mejor las cosas.

Después de cubrir el ciclo de entrevistas, se hará una revisión de la documentación existente sobre procesos (tanto manuales, como mecanizados). La información recabada se complementará con un análisis de cada uno de los sistemas mecanizados que se utilizan en el área. Para cada aplicación revisada:

- Se elaborarán diagramas de flujo de datos que describan el proceso realizado.
- Se recabarán muestras de cada formulario de entrada y de cada reporte generado por el sistema.
- Se guardará copia de la documentación de los diseños de las tablas y los archivos utilizados por el sistema.

Una vez concluida la etapa de recopilación de información, los diferentes diagramas de flujo de datos y las anotaciones se integran con el fin de ensamblar el Modelo de Funcionamiento del Sistema Actual y el Informe de Problemas y Oportunidades de mejora.

2.- Modelo Conceptual de Procesos del Sistema Actual

Una vez que los representantes funcionales hayan validado el modelo de funcionamiento del sistema actual, el próximo paso consiste en identificar los procesos y actividades y crear el Modelo Conceptual de Procesos del Sistema Actual. Llorens (1991) define "El modelo conceptual de procesos representa:

- Los procesos que se cumplen en el sistema
- Las actividades que se cumplen en cada proceso, y
- Las tareas que se cumplen en cada actividad."

Cada uno de los procesos, actividades y tareas identificados se representará en un Diagrama de Descomposición Funcional.

3.- Modelo Conceptual de Datos del Sistema Actual

En esta sección se representarán las entidades del negocio y sus relaciones, en un Diagrama de Entidad-Relación.

En el modelo conceptual de datos de un sistema, se describe el conjunto de todas las cosas acerca de las cuales el sistema maneja información.

Un modelo conceptual de datos muestra:

- Entidades acerca de las cuales el sistema maneja o almacena datos.
- Las asociaciones entre esas entidades.
- Los atributos de esas entidades y asociaciones.

4.- Modelo Conceptual de Datos del Nuevo Sistema

Para desarrollar el Modelo Conceptual del Nuevo Sistema se tomarán en cuenta el conjunto de problemas y necesidades reveladas en la fase de

recolección de datos, los nuevos requerimientos (nuevos procesos, actividades o tareas) y todas las consideraciones que hayan sido hechas acerca de las necesidades de cambio.

El contenido de un modelo conceptual de datos representa la comprensión que el analista tiene de los datos del sistema, está dado por las cosas que componen el sistema y se representa haciendo uso de Diagramas de Entidad-Relación.

5.- Modelo Conceptual de Procesos del Nuevo Sistema

Sobre el modelo conceptual del sistema actual, se modelarán los cambios requeridos, para obtener un Modelo Conceptual del Nuevo Sistema, el cual representará lo que el nuevo sistema deberá hacer.

II.3.3.2. Diseño General de Sistemas

En el diseño del nuevo sistema se utilizan los modelos conceptuales y de funcionamiento de datos y procesos, los volúmenes de transacciones, los perfiles de usuarios (cantidad y ubicación), los estándares de la instalación y el hardware/software que estará (o deberá estar) disponible para utilizar el sistema.

Se desarrolla el modelo de utilización de los datos, el modelo de funcionamiento y el modelo físico del nuevo sistema.

Una vez identificada la forma en que el sistema deberá funcionar, se definirá la base de datos física y la estructura de procesos manuales, batch e interactivos.

1.- Modelo de Utilización de Datos

Llorens (1991) define "Un modelo de utilización de los datos representa la forma en que el usuario agrupará y obtendrá acceso a los datos; es la visión

que, de la base de datos del sistema, tiene el analista de sistema, y constituye la materia prima para diseñar los archivos físicos o la base de datos física."

El modelo de utilización de los datos de un sistema representa el conjunto de:

- Registros y tablas utilizadas para almacenar datos acerca de las entidades y asociaciones que componen el sistema.
- Vínculos entre estos registros y caminos de acceso a los mismos.
- Datos contenidos en los registros.
- Distribución de los datos.
- Claves y caminos de acceso a los datos.

2.- Modelo de Funcionamiento del Nuevo Sistema

Desarrollar el modelo de funcionamiento del nuevo sistema consiste en definir el comportamiento que tendrá el nuevo sistema. Se identificarán las actividades y tareas que deberán ser llevadas a cabo manual o mecanizadamente, en forma batch o interactiva; se hará una descripción completa de las funciones que se realizarán.

3.- Modelo Físico del Nuevo Sistema

El Modelo Físico del Nuevo Sistema contiene los siguientes productos:

- Se definirá la infraestructura tecnológica y la plataforma de desarrollo.
- Se identificarán las aplicaciones que compondrán el sistema.
- Se identificarán las unidades de diseño que recibirán el mismo tipo de servicio (manual, en línea o batch diario, batch mensual, entre otros). La resultante de este análisis iterativo se irá plasmando en una representación jerárquica (diagrama de estructura) que muestre, desde arriba hacia abajo, los componentes (sistema-aplicación-unidad de diseño) del nuevo sistema.

II.3.3.3. Diseño Detallado de Sistemas

Una vez que se ha definido la arquitectura de procesos y datos de un sistema, se inicia el diseño detallado y el desarrollo de cada uno de los componentes de ese sistema.

La fase de Diseño Detallado consta de:

1.- Desarrollo de Infraestructura

Se organizará la infraestructura de seguridad, estándares y módulos reutilizables, que permita cumplir las tareas de construcción en la forma más productiva posible.

2.- Desarrollo de Unidades de Diseño Interactivas

Llorens (1991) explica que "Las unidades de diseño interactivas, son aquellos procedimientos que se cumplen o ejecutan a través de un diálogo usuario-sistema, por lo que, dada su naturaleza de proceso en línea o conversacional, requieren ser diseñadas y desarrolladas en forma diferente a las unidades de diseño batch o manuales." Las actividades de esta subfase tienen como objetivo especificar en detalle las tareas que deben cumplirse, desarrollar sus componentes y realizar las pruebas.

3.- Desarrollo de Unidades de Diseño Batch

Se diseñarán los procedimientos que se ejecutan en forma automática, pero en los que no se entabla un diálogo entre el usuario y el sistema, sino que involucra transacciones que se procesan en el computador de una sola vez. Las actividades de esta subfase tienen como objetivo especificar en detalle las tareas que deben cumplirse, desarrollar los componentes y realizar las pruebas.

4.- Desarrollo de Unidades de Diseño Manuales

Se desarrollarán todos aquellos procedimientos que se cumplen en forma manual. Las actividades de esta subfase tienen como objetivo desarrollar

todos los procedimientos administrativos que rodearán la utilización de los componentes computarizados desarrollados en la fase de Diseño.

II.3.3.4. Pruebas e Implantación

Luego que las diferentes unidades de diseño que componen una aplicación se han desarrollado y probado, se da inicio a la fase de pruebas. En esta fase se llevan a cabo diferentes niveles de prueba:

- Funcional, que el sistema satisfaga los requerimientos funcionales.
- De Sistema, que el sistema esté acorde a los niveles de calidad del sistema y de desempeño.
- De Integración, prueba de interfases.
- De Aceptación Técnica, prueba de manejo de condiciones extremas.

Si la aplicación pasa satisfactoriamente los ciclos de prueba arriba mencionados, se realiza la carga de los archivos, de las bases de datos y de las tablas del nuevo sistema, quedando, así, lista para comenzar el proceso de aceptación final.

El sistema comenzará a funcionar durante un cierto tiempo denominado Período de Aceptación. Al finalizar ese período de aceptación, se dará su aprobación final al nuevo sistema.

II.4. Métricas de proyectos

Sánchez (1996) define: “Las métricas de producto son medidas del producto software durante cualquier fase de su desarrollo, desde los requisitos hasta la instalación. Las métricas de producto pueden medir la complejidad del diseño, el tamaño del producto final (fuente u objeto) o el número de páginas de documentación producida. Las métricas de proceso son medidas del proceso de desarrollo del software tales como tiempo de desarrollo total, esfuerzo en

días/hombre o meses/hombre de desarrollo del producto, tipo de metodología utilizada o nivel medio de experiencia de los programadores.”

Pressman (2002) categoriza las métricas del software en directas e indirectas. Entre las directas se incluyen el costo y el esfuerzo aplicados, estas incluyen líneas de código producidas, velocidad de ejecución, tamaño de memoria, y los defectos informados en un período de tiempo establecido. Entre las medidas indirectas se incluyen la funcionalidad, calidad, complejidad, eficiencia, fiabilidad, facilidad de mantenimiento, etc.

Métricas sobre el producto

Pressman (2002) indica que las métricas sobre el producto están orientadas a estimar las características del mismo antes de su desarrollo. Estas estimaciones se basan en el conocimiento que los desarrolladores adquieren a partir de datos obtenidos de proyectos anteriores.

- **Tamaño estimado del código:** La forma más obvia y la que se ha utilizado históricamente para estimar el tamaño es contar el número de líneas de código. Con ciertas normas para determinar qué es lo que se cuenta (líneas de comentario, código incluido, etc.) y siempre referido a un lenguaje concreto, lo que los valores nos dan es un valor para, comparando con otros casos, poder estimar el esfuerzo necesario en futuros desarrollos. Los resultados obtenidos (estimaciones y valores reales) alimentan la base de datos históricos que es el fundamento para posteriores estimaciones.
- **Complejidad estimada:** Con el fin de superar el problema de las estimaciones del tamaño de código, se ha prestado recientemente atención a medidas de complejidad no basadas en estimaciones de número de líneas. Albrecht definió en 1979 un método conocido como de puntos de función que se explica posteriormente.

- **Robustez:** Por robustez de un programa se entiende la ausencia de fallos en su ejecución con diferentes datos de entrada durante intervalos de tiempo predeterminados. La robustez de un programa está ligada a la aparición de problemas durante su ejecución. Generalmente, el número de fallos encontrados durante la fase de prueba y, posteriormente, durante el mantenimiento del sistema constituye una medida de la calidad del producto de software e indirectamente, de la calidad del proceso de desarrollo. La importancia de conocer el número de fallos encontrados en un intervalo de tiempo no reside únicamente en obtener un valor global de la calidad del producto sino en los beneficios derivados de su análisis.

Métricas sobre el proceso

Las métricas mencionadas anteriormente estaban orientadas a conocer la complejidad del producto (con algún valor indirecto como el tamaño) para poder estimar los recursos necesarios para su realización. Esto nos servirá para planificar mejor futuros desarrollos. Existen otros tipos de datos que se pueden tomar durante el desarrollo de un producto de software y que no están ligados al producto sino a los procesos implicados. El análisis de cómo estos procesos se realizan a partir de medidas tomadas en el desarrollo es la base para su posterior mejora.

Algunos de los elementos a medir son:

- Distribución del esfuerzo en cada una de las fases con objeto de poder estimar los recursos necesarios. Obsérvese que esta medida es complementaria a las de tamaño mencionado anteriormente; aquella nos permitía conocer los recursos globales necesarios; de lo que se trata aquí es de obtener medidas reales y extrapolarlas a futuros proyectos.

- Productividad medida en número de líneas de código documentadas que es capaz de producir una persona en una unidad de tiempo. Podemos decir que los

valores típicos de productividad por persona (empleando tecnologías de desarrollo convencional) están entre 30 y 50 líneas de código por día de trabajo.

II.5. Modelos de gestión de la calidad - Despliegue de la Función de Calidad (QFD)

La Asociación Latinoamericana de QFD (2007) señala que el QFD es un sistema que busca focalizar el diseño de los productos y servicios en dar respuesta a las necesidades de los clientes. Esto significa alinear lo que el cliente requiere con lo que la organización produce.

El QFD permite a una organización entender la prioridad de las necesidades de sus clientes y encontrar respuestas innovadoras a esas necesidades, a través de la mejora continua de los productos y servicios en búsqueda de maximizar la oferta de valor.

QFD (Quality Function Deployment) significa Despliegue de la Función de Calidad. Esto es, "transmitir" los atributos de calidad que el cliente demanda a través de los procesos organizacionales, para que cada proceso pueda contribuir al aseguramiento de estas características. A través del QFD, todo el personal de una organización puede entender lo que es realmente importante para los clientes y trabajar para cumplirlo.

Yacuzzi (2006) explica que el Despliegue de Función de Calidad es un método de diseño utilizado para facilitar el proceso que determina las necesidades, intereses y requerimientos de los clientes, y las transforma en acciones sucesivas adaptadas a las funciones de la empresa, y es aplicado en todas las etapas, vale decir desde la investigación, diseño y desarrollo del producto o servicio hasta su industrialización y producción, incluyendo ventas y distribución.

II.6. Metodologías de estimación de software

II.6.1. Criterios para un “buen” método de estimación

El primer requerimiento para un método de estimación es proveer un valor para alguna cantidad con cierto nivel de certeza. Todos los estimados, por naturaleza, tienen errores.

Según Stutzke (2005) la certeza de un estimado depende de dos cosas: la certeza inherente de la técnica de estimación que se haya elegido y los errores en los parámetros de entrada. Para reducir los errores en los valores de entrada se puede definir y estructurar el proceso de estimación, usar data histórica y preparar al personal que realiza los estimados.

Dentro de los criterios que señala Stutzke (2005) que deben considerarse como un buen método de estimación se encuentran:

Criterios mandatorios

- Identificar los factores claves a identificar.
- Producir un estimado bien documentado (alcance, supuestos, valores, incertidumbre).
- Validar el estimado documentado.
- Aprobar el estimado (aceptarlo como línea base del proyecto).

El método debe ayudar a los participantes a identificar los valores clave que afectan los valores estimados y el nivel de incertidumbre de esos valores. Adicionalmente el método debe ayudar a identificar información faltante.

La validación chequea la exactitud, completitud y consistencia de los valores estimados. La exactitud incluye chequear el cálculo de errores. Se recomienda comparar los valores estimados con data histórica para ítems similares, escalando valores para ajustar las diferencias. Completitud significa que ningún ítem ha sido omitido. La consistencia significa que los valores estimados y medidas de una cantidad tienen la misma definición y permiten hacer comparaciones. La consistencia también involucra relación entre las cantidades estimadas.

Stutzke (2005) indica que la validación también identifica los valores redundantes, los cuales son de dos tipos: Ítems duplicados, se presentan debido al solapamiento de ítems estimados. Usualmente esto sucede porque el alcance de los elementos individuales no está bien definido. Extra ítems que pueden ser agregados pero no son requeridos por el proyecto. Señala Stutzke (2005) que la redundancia es un problema específico cuando se separan grupos de personas para estimar partes de un producto o porciones de un proyecto.

Criterios deseables

- Refinar los estimados a medida que transcurre el proyecto (estimado para completar).
- Promover un mejor entendimiento de los factores que forman parte del estimado (análisis de sensibilidad)
- Proveer medios para organizar y preservar la experiencia.
- Soportar refinamiento y extensión del método.

Se debe promover un mejor entendimiento de los elementos y factores que pueden contribuir al valor estimado. Un buen método debe organizar y preservar la experiencia capturando técnicas probadas, relaciones de estimación y coeficientes de productividad.

Practicidad

- El método debe ajustarse a las características del producto, y al proceso de negocio de la organización y la experiencia previa.
- Proveer exactitud aceptable dados los recursos disponibles (esfuerzo, tiempo y dinero)
- Ser aceptado por todos los involucrados.
- La data de entrada debe estar disponible cuando sea necesario.
- Tener criterios de validación para la data de entrada.

El método de estimación debe estar acorde al entorno particular de la organización. El método debe proveer precisión aceptable dadas las restricciones de tiempo y dinero. El método debe tener credibilidad entre los involucrados. Debe usar data de entrada que este disponible para el momento o que sea fácil de

estimar. Lo ideal sería que esta data de entrada sea un resultado de las actividades de producción. Stutzke (2005) recomienda calcular los mismos valores usando diferentes técnicas. Igual recomienda el menor uso de papel y mayor automatización lo que hará el método mas asequible en términos de costo, tiempo y esfuerzo.

II.6.2. Documentación de los estimados

Stutzke (2005) señala que los criterios para documentar un estimado son:

Directrices: se refieren a la información que se necesita para empezar a preparar el estimado. Estas son:

- Alcance y objetivos: indica el propósito del estimado, la cantidad a ser estimada y el nivel de certeza requerido.
- Condiciones: son aquellas razones dentro de las cuales se debe realizar el estimado. Ejemplo: la cantidad de días.
- Restricciones: aplican a los ítems cuyas características se van a estimar. Estas provienen de los clientes, ingenieros o administradores. Por ejemplo, los clientes generalmente especifican la fecha de completación del proyecto.

Resultados:

- Supuestos: todas las suposiciones en que se realizó la estimación.
- Referencias: consultas a técnicas de estimación y modelos y también a la fuente de data histórica utilizada para los coeficientes de productividad, escalas, analogías y comparaciones.
- Entradas: incluye las variables independientes y las características que determinan el estimado (variable dependiente).
- Salidas: incluye el valor estimado y el nivel de incertidumbre en esos valores. Se puede dar por ejemplo, un rango simple de estimación, una desviación estándar o alguna medida estadística de manera tal que le permita a los involucrados tomar decisiones al respecto.
- Registrar los riesgos potenciales e incertidumbre con la cuales se realizó el estimado.

- Identificar los factores claves que tienen alto impacto en el valor estimado. Se recomienda realizar un análisis de sensibilidad para cuantificar los efectos de los cambios y los errores en esos factores.

Finalmente Stutzke (2005) recomienda que generar toda esta documentación es costoso y por ende, no se debe generar documentación innecesaria. Para evitar esto recomienda los siguientes aspectos:

- Enfocarse en la información que realmente se necesita para realizar el estimado.
- Usar la información que se recolectó o que se genera a medida que se prepara el estimado.
- Usar formatos estándar para asegurarse que se recolecta la información necesaria.

II.6.3. Método Lineal

Stutzke (2005) define los siguientes pasos para realizar una estimación con el Método Lineal. Estos pasos son:

1. Identificar los tipos de elementos que se deben construir. Estos tipos de elementos incluyen programas, bases de datos operacionales, ventanas, reportes, manuales de usuario, adiestramiento a usuarios, prototipos, conversión de data, soporte técnico. Para identificar los entregables se recomienda entrevistar a los usuarios, líderes de proyectos y programadores con experiencia dentro de la organización.
2. Estimar el número de elementos de cada tipo. Este número se denomina cuenta. Las cuentas son supuestos y representan valores preliminares. Para determinar estos valores se puede usar data histórica, hacer analogías o experiencia previa si está disponible.
3. Estimar el coeficiente de producción para cada elemento. Este coeficiente mide la cantidad de recursos necesarios para producir una unidad. Los recursos pueden ser esfuerzo, material o dinero. Para proyectos de desarrollo

de software el recurso mas importante es el esfuerzo. La data histórica provee la mejor fuente de coeficientes de producción. Aun si el elemento no es idéntico al que se está estimando, se puede usar una escala para ajustar los valores en forma organizada y disciplinada.

4. Tabular los elementos, las cuentas y el coeficiente de producción. Se multiplica la cuenta de cada elemento por su coeficiente de producción y se obtiene el total de horas estimadas por cada elemento. Al multiplicar este valor por el costo de horas/hombre se obtiene un estimado del costo total.

Tabla 1.- Ejemplo método lineal

Elemento	Cuenta	Coeficiente de producción (horas/unidad)	Total elemento	Costo elemento*
Programas	3	60	180	9.000.000,00
Ventanas	7	28	196	9.800.000,00
Reportes	5	30	150	7.500.000,00
Costo total				26.300.000,00

Costo por hora: 50.000 Bs

Fuente: Stutzke (2005)

II.6.4. Método Delphi

Stutzke (2005) explica que la técnica del juicio experto tiende a ser informal y cualitativa por naturaleza, aún cuando ella produce, generalmente, resultados cuantitativos. La principal fuente de información es la memoria del estimador de proyectos pasados, productos o procesos. Aunque los expertos pueden consultar registros históricos para refrescar su memoria, estas técnicas no usan data histórica en un modo organizado a pesar que ejecutan cálculos cuantitativos.

Stutzke (2005) indica que entre las ventajas del juicio de experto está evaluar si un nuevo objeto es similar a objetos desarrollados en el pasado. Ellos son excelentes para identificar circunstancias, diferencias importantes e interacciones entre los proyectos, tareas y componentes de sistemas.

Landeta (1999) explica que el método Delphi, cuyo nombre se inspira en el antiguo oráculo de Delphos, parece que fue ideado originalmente a comienzos de los años 50 en el seno del Centro de Investigación estadounidense RAND Corporation por Olaf Helmer y Theodore J. Gordon, como un instrumento para realizar predicciones sobre un caso de catástrofe nuclear. Desde entonces, ha sido utilizado frecuentemente como sistema para obtener información sobre el futuro.

Linston y Turoff (1975) definen la técnica Delphi como un método de estructuración de un proceso de comunicación grupal que es efectivo a la hora de permitir a un grupo de individuos, como un todo, tratar un problema complejo. Una Delphi consiste en la selección de un grupo de expertos a los que se les pregunta su opinión sobre cuestiones referidas a acontecimientos del futuro. Las estimaciones de los expertos se realizan en sucesivas rondas, anónimas, a objeto de tratar de conseguir consenso, pero con la máxima autonomía por parte de los participantes. Por lo tanto, la capacidad de predicción de la Delphi se basa en la utilización sistemática de un juicio intuitivo emitido por un grupo de expertos. Es decir, el método Delphi procede por medio de la interrogación a expertos con la ayuda de cuestionarios sucesivos, a fin de poner de manifiesto convergencias de opiniones y deducir eventuales consensos. La encuesta se lleva a cabo de una manera anónima (actualmente es habitual realizarla haciendo uso del correo electrónico o mediante cuestionarios web establecidos al efecto) para evitar los efectos de "líderes".

Stutzke (2005) afirma que la técnica Delphi se puede utilizar para estimar muchas clases de cantidades tales como: el tamaño de los módulos de software, la cantidad de esfuerzo requerido para ejecutar una tarea o los valores de los parámetros de entrada para un modelo.

Zayas (1998) indica que las ventajas del método están dadas en que:

- Permite la formación de un criterio con mayor grado de objetividad.

- El consenso logrado sobre la base de los criterios es muy confiable.
- La tarea de decisiones, sobre la base de los criterios de expertos, obtenido por éste tiene altas probabilidades de ser eficiente.
- Permite valorar alternativas de decisión.
- Evita conflictos entre expertos al ser anónimo, (lo que constituye un requisito imprescindible para garantizar el éxito del método) y crea un clima favorable a la creatividad.
- El experto se siente involucrado plenamente en la solución del problema y facilita su implantación. De ello es importante el principio de voluntariedad del experto en participar en la investigación.
- Garantiza libertad de opiniones (por ser anónimo y confidencial). Ningún experto debe conocer que a su igual se le está solicitando opiniones.

Sus desventajas más significativas están dadas en que:

- Es muy laborioso y demanda tiempo su aplicación, debido a que se requiere como mínimo de dos vueltas para obtener el consenso necesario.
- Es costoso en comparación con otros, ya que requiere del empleo de: tiempo de los expertos, hojas, impresoras, teléfono, correo...
- Precisa de buenas comunicaciones para economizar tiempo de búsqueda y recepción de respuestas.
- Debe ser llevado a cabo por un grupo de análisis: los expertos como tales.
- Se emiten criterios subjetivos, por lo que el proceso puede estar cargado de subjetividad, sometido a influencias externas. De aquí la necesidad de aplicar varias vueltas, buscar técnicas variadas de análisis para obtener un consenso y pruebas estadísticas para determinar su grado de confiabilidad y pertinencia.

Para la aplicación práctica del método es necesario considerar metodológicamente dos aspectos fundamentales: selección del grupo de expertos a encuestar y la elaboración del cuestionario o los cuestionarios. Se define como experto el individuo en sí, grupo de personas u organizaciones capaces de ofrecer

valoraciones conclusivas de un problema en cuestión y hacer recomendaciones respecto a sus momentos fundamentales con un máximo de competencia (Zayas,1998). De esta definición se infiere, como requisito básico para la selección de un experto, que éste tenga experiencia en el tema a consultar, dado por sus años de trabajo, y que puedan ser complementados con: conocimientos teóricos adquiridos a través de las distintas formas de superación, y grado académico o científico alcanzado en relación al tema, entre otros.

En resumen podemos esquematizar los pasos de la siguiente manera: Se dan las especificaciones a un grupo de expertos, se remiten las estimaciones individuales a un coordinador, cada estimador recibe su información sobre su estimación y las ajenas pero de forma anónima, cada estimador revisa su estimación y la envía al coordinador, se repite el proceso hasta que la estimación converge en forma razonable.

II.6.5. Modelo COCOMO

Pressman (2002) explica el Modelo Constructivo de Costes (Constructive Cost Model) el cual fue desarrollado originalmente por B. W. Boehm a finales de los 70 y comienzos de los 80, exponiéndolo detalladamente en su libro "Software Engineering Economics".

De la Fuente (1999) explica que la versión inicial de COCOMO se obtuvo a partir de la revisión de los modelos de costes existentes, en la cual participaron varios expertos en dirección de proyectos, los cuales poseían además cierta experiencia en la utilización de diferentes modelos de estimación.

Según el Center for Systems and Software Engineering (CSSE, 2002) inicialmente se creó un modelo con un único modo de desarrollo, pero

posteriormente se vio que la aplicación del modelo a una amplia variedad de entornos implicaba la creación de los tres modos de desarrollo:

- Orgánico. Proyectos de no más de 50 KLDC (50.000 Líneas de Código LDC), sobre áreas muy específicas y bien conocidas por el equipo participante.
- Semiempotrado (semilibre). El nivel de experiencia del equipo de desarrollo se sitúa en niveles intermedios y suelen ser sistemas con interfaces con otros sistemas, siendo su tamaño menor a 300 KLDC.
- Empotrado (restringido). Proyectos de gran envergadura, con una exigencia de altos niveles de fiabilidad y en los que participan muchas personas.

Por otra parte Boehm presenta una jerarquía de modelos de estimación según el nivel de detalle empleado en su utilización:

- Básico. Modelo que calcula el esfuerzo de desarrollo como función del tamaño estimado del software en LDC. Adecuado para realizar estimaciones de forma rápida, aunque sin gran precisión.
- Intermedio. En éste el esfuerzo se calcula como función del tamaño del producto, modificado por la valoración de los atributos directores del coste, los cuales incluyen una valoración subjetiva del producto, del hardware, del personal, etc. Los valores de los diferentes atributos se consideran como términos de impacto agregado al coste total del proyecto.
- Detallado. En él la valoración de los atributos tiene en cuenta su influencia en cada una de las fases de desarrollo del proyecto.

Según De la Fuente (1999) las estimaciones relacionadas con el coste (esfuerzo) se expresan en meses hombre (tiempo que requeriría una sola persona para desarrollar el sistema), considerando que la dedicación de una persona es de 152 horas al mes.

COCOMO es una jerarquía de modelos de estimación de costes software que según Pressman (2002) tratan las siguientes áreas:

Modelo de composición de aplicación: Utilizado durante las primeras etapas de la ingeniería del software, donde el prototipado de las interfaces de usuario, la interacción del sistema y del software, la evaluación del rendimiento, y la evaluación de la madurez de la tecnología son de suma importancia.

Modelo de fase de diseño previo: Utilizado una vez que se han estabilizado los requisitos y que se ha establecido la arquitectura básica del software.

Modelo de fase posterior a la arquitectura: Utilizado durante la construcción del software.

1. Modelo Básico

Este modelo trata de estimar, de una manera rápida la mayoría de proyectos pequeños y medianos. De La Fuente (1999) resume el modelo básico en la siguiente tabla:

Tabla 2.- Modelo básico COCOMO

	Orgánico	Semiempotrado	Empotrado
Esfuerzo estimado	$E_D=2,4(KLDC)^{1,05}h-m$	$E_D=3,0(KLDC)^{1,12}h-m$	$E_D=3,6(KLDC)^{1,20}h-m$
Tiempo de desarrollo	$T_D=2,5(E_D)^{0,38}m$	$T_D=2,5(E_D)^{0,35}m$	$T_D=2,5(E_D)^{0,32}m$
Productividad	$PR = LDC / E_D$		
Nº medio de personas	FSP (Full-Time equivalent Software Personnel) $P_E= E_D / T_Dh$		
Esfuerzo De Mantenimiento	TCA (Tráfico de cambio anual): porción de instrucciones fuente que sufren algún cambio durante un año, bien sea por adición o por modificación. $E_M= TCA \times E_D$ Y por tanto el valor medio del número de personas a tiempo completo, dedicadas a mantenimiento durante 12 meses sería: $(P_E)_M= E_M / 12$		

h=hombre, m=mes, h-m=hombres-mes
Fuente : De La Fuente (1999)

2.- Modelo Intermedio

En este modelo se introducen 15 atributos de coste para tener en cuenta el entorno de trabajo. Estos atributos se utilizan para ajustar el coste nominal del proyecto al entorno real, incrementando la precisión de la estimación.

a.- Ecuaciones nominales de coste.

Para cada modo de desarrollo, los 15 atributos del coste intervienen como multiplicadores en el coste nominal, K_n , para producir el coste ajustado.

Las ecuaciones nominales de coste para el modelo intermedio son

Tabla 3.- Modelo Intermedio COCOMO

	Orgánico	Semiempotrado	Empotrado
Ecuaciones del esfuerzo nominal	$E_N=3,2(KLDC)^{1,05}$	$E_N=3,0(KLDC)^{1,12}$	$E_N=2,8(KLDC)^{1,20}$

Fuente : De La Fuente (1999)

Notemos que:

- los exponentes son los mismos que los del modelo básico, confirmando el papel que representa el tamaño;
- los coeficientes de los modos orgánico y empotrado han cambiado, para mantener el equilibrio alrededor del semiencajado con respecto al efecto multiplicador de los atributos de coste.

b.- Atributos de coste

CSSE (2007) expone los atributos que tratan de capturar el impacto del entorno del proyecto en el coste de desarrollo. De un análisis estadístico de más de 100 factores que influyen el coste, Boehm retuvo 15 de ellos para COCOMO. Estos atributos se visualizan en la siguiente tabla:

Tabla 4.- Atributos de coste

Categoría	Manejador de Costo	Descripción	Muy bajo	Bajo	Normal	Alto	Muy alto	Extra alto
Atributos del producto	RELY	Garantía de funcionamiento requerida al software: Indica las posibles consecuencias para el usuario en el caso que todavía existan defectos en el producto. Una puntuación "muy bajo" indica que solamente hace falta eliminar los defectos sin ninguna otra consecuencia. "Baja" el efecto de un fallo software es una pérdida fácilmente recuperable para los usuarios. "Normal" el efecto es una moderada pérdida para los usuarios, pero es una situación de la que se puede salir sin excesiva dificultad. "Alto": el efecto es una gran pérdida financiera o una inconveniencia masiva humana. "Muy Alto": el efecto es una pérdida de vidas humanas.	0.75	0.88	1.00	1.15	1.40	-
	DATA	Tamaño de la base de datos: Indica el tamaño de la base de datos a desarrollar en relación con el tamaño del programa. Tenemos cuatro segmentos con la razón 10-100-1000, que determinan las puntuaciones de 'bajo' a 'muy alto'.	-	0.94	1.00	1.08	1.16	-
	CPLX	Complejidad del producto: Indica la complejidad de cada módulo y se utiliza para determinar la complejidad compuesta del sistema. Entonces la puntuación puede variar de 'muy bajo' si el módulo está compuesto de expresiones matemáticas simples a 'extremadamente alto' para módulos que utilizan muchos recursos de planificación.	0.70	0.85	1.00	1.15	1.30	1.65
Atributos del ordenador	TIME	Restricción de tiempo de ejecución: Siempre será más exigente para un programador escribir un programa que tiene una restricción en el tiempo de ejecución. Esta puntuación se expresa en el porcentaje de tiempo de ejecución disponible. Es "normal" cuando el porcentaje es el 50%, y 'extremadamente alto' cuando la restricción es del 95%	-	-	1.00	1.11	1.30	1.66
	TURN	Tiempo de respuesta del ordenador: Cuantifica el tiempo de respuesta del ordenador desde el punto de vista del programador. Cuanto mayor sea el tiempo de respuesta, más alto será el esfuerzo humano. TURN puede variar desde 'bajo' para un sistema interactivo a 'muy alto', cuando el tiempo medio de respuesta es de más de 12 horas.	-	0.87	1.00	1.07	1.15	-

Categoría	Manejador de Costo	Descripción	Muy bajo	Bajo	Normal	Alto	Muy alto	Extra alto
Atributos del personal	STOR	Restricción del almacenamiento principal: Se espera que un cierto porcentaje del almacenamiento principal sea utilizado por el programa. El esfuerzo de programación se incrementa si el programa tiene que correr en un volumen menor del almacenamiento principal. STOR captura este esfuerzo extra de "normal" cuando la reducción del almacenamiento principal es del 50% a 'extremadamente alto' cuando la reducción es del 95%.	-	-	1.00	1.06	1.21	1.56
	VIRT	Volatilidad de la máquina virtual: Durante el desarrollo del software la máquina (hard y soft) en la que el programa se va a desarrollar puede sufrir algunos cambios. VIRT lo refleja desde 'bajo' a 'muy alto'	-	0.87	1.00	1.15	1.30	-
	ACAP	Capacidad del analista: La capacidad del grupo de analistas, en términos de habilidad de análisis, eficiencia y capacidad para cooperar tiene un impacto significativo en el esfuerzo humano. Cuanto más capaz sea el grupo, menos esfuerzo será necesario. ACAP puede variar desde 'muy bajo' a 'muy alto'	1.46	1.19	1.00	0.86	0.71	-
	AEXP	Experiencia en la aplicación: La experiencia del grupo en una aplicación similar tiene una gran influencia en el esfuerzo. Puede variar desde 'muy bajo' (menos de cuatro meses de experiencia) a 'muy alto' (mayor de 12 años de experiencia). "Muy bajo" < 4 meses de experiencia. "Bajo" 1 año de experiencia media. "Normal" 3 años de experiencia media. "Alto": 6 años de experiencia media. "Muy Alto" > 12 años o reimplantación de un sistema.	1.29	1.13	1.00	0.91	0.82	-
	PCAP	Capacidad del programador: La cuantificación es similar a la de ACAP, pero en este caso relacionado con los programadores. Se aplica a los programadores como grupo, pero no a los programadores individuales	1.42	1.17	1.00	0.86	0.70	-
	VEXP	Experiencia en máquina virtual: Cuanto mayor sea la experiencia del grupo de programación con el procesador, menor será el esfuerzo necesario. VEXP puede variar desde 'muy bajo', cuando la experiencia es menor de un mes, a 'alto' cuando esta experiencia es mayor de 3 años. "Muy bajo": < 1 mes experiencia media. "Bajo": 4 meses "Normal": 1 año. "Alto": > 3 años	1.21	1.10	1.00	0.90	-	-

Categoría	Manejador de Costo	Descripción	Muy bajo	Bajo	Normal	Alto	Muy alto	Extra alto
Atributos del proyecto	LEXP	Experiencia en lenguaje de programación: Un grupo de programadores con amplia experiencia en un lenguaje determinado programará de una manera mucho más segura, generando un menor número de defectos y de requerimientos humanos. Puede variar desde 'muy bajo' a 'alto' para un grupo de un mes a tres años de experiencia, respectivamente. "Muy bajo": < 1 mes experiencia media. "Bajo": 4 meses "Normal": 1 año. "Alto": > 3 años	1.14	1.07	1.00	0.95	-	-
	MODP	Prácticas de programación modernas: Utilización de modernas prácticas de programación. Varía de 'muy bajo' a 'muy alto'. Estas prácticas incluyen, por ejemplo, programación estructurada y desarrollo 'top-down'. "Muy bajo": no se utilizan prácticas modernas de programación (PMP). "Bajo": uso experimental de algunas PMP. "Normal": experiencia razonable en el uso de algunas PMP. "Alto": experiencia razonable en gran parte de PMP. "Muy alto": uso habitual de PMP	1.24	1.10	1.00	0.91	0.82	-
	TOOL	Utilización de herramientas software: El uso adecuado de herramientas software es un multiplicador de la productividad. La puntuación de TOOL varía desde 'muy bajo' cuando sólo se utilizan herramientas básicas, a 'muy alto' cuando se utilizan herramientas específicas.	1.24	1.10	1.00	0.91	0.83	-
	SCED	Plan de desarrollo requerido: El tiempo nominal de desarrollo, tal como se define en el modo básico, es el plazo que requiere menor esfuerzo humano. Cualquier apresuramiento ('muy bajo') o retraso ('muy alto') demandarán más esfuerzo.	1.23	1.08	1.00	1.04	1.10	-

Fuente: CSSE (2007)

3.- Modelo Detallado

Este modelo puede procesar todas las características del proyecto para construir una estimación. Introduce dos características principales

(1) Multiplicadores de esfuerzo sensitivos a la fase. Algunas fases se ven más afectadas que otras por los atributos. El modelo detallado proporciona un conjunto de multiplicadores de esfuerzo para cada atributo. Esto ayuda a determinar la asignación del personal para cada fase del proyecto.

(2) Jerarquía del producto a tres niveles. Se definen tres niveles de producto. Estos son módulo, subsistema y sistema. La cuantificación se realiza al nivel apropiado, esto es, al nivel al que es más susceptible la variación.

a.- Estimación del esfuerzo

Fases de desarrollo

El desarrollo del software se lleva a cabo a través de cuatro fases consecutivas: requerimientos/planes, diseño del producto, programación y prueba/integración.

Requerimientos/planes. Esta es la primera fase del ciclo de desarrollo. Se analiza el requerimiento, se muestra un Plan de Producto y se genera una especificación completa del producto. Esta fase consume del 6% al 8% del esfuerzo nominal K_n , y dura del 10% al 40% del tiempo nominal de desarrollo t_d . Estos porcentajes dependen del modo y del tamaño (de 2000 LDC a 512000 LDC).

Diseño del producto. La segunda fase del ciclo de desarrollo COCOMO se preocupa de la determinación de la arquitectura del producto y de las especificaciones de los subsistemas. Esta fase requiere del 16% al 18% del

esfuerzo nominal K_n , y puede durar del 19% al 38% del tiempo nominal de desarrollo t_d .

Programación. La tercera fase del ciclo de desarrollo COCOMO se subdivide en dos subfases: diseño detallado y prueba del código. Esta fase requiere del 48% al 68% del esfuerzo nominal K_n , y dura del 24% al 64% del tiempo nominal de desarrollo.

Prueba/Integración. Esta última fase consiste principalmente en unir las diferentes unidades ya probadas. Se utiliza del 16% al 34% del coste nominal K_n y dura del 18% al 34% del t_d .

b.- Principio de estimación del esfuerzo.

b.1. Tamaño equivalente. Como parte del software puede haber sido ya desarrollado, no se requiere entonces un desarrollo completo. En tales casos se estiman las partes de diseño (D%), código (C%) e integración (I%) a ser modificadas. Se calcula un factor de ajuste A

$$A = 0.4 D + 0.3 C + 0.3 I$$

El tamaño equivalente, Se_{qu} es

$$Se_{qu} = (S \cdot A) / 100.$$

b.2. Cálculo del esfuerzo. El tamaño equivalente se calcula para cada módulo. El esfuerzo asignado al desarrollo de cada módulo se obtiene entonces a través de:

(1) seleccionar los valores apropiados de los atributos de coste para cada fase

(2) multiplicar los atributos de coste para cada módulo y fase, obteniendo un conjunto de 4 multiplicadores globales

(3) multiplicar los atributos globales por el esfuerzo nominal en cada fase y sumarlos para obtener el esfuerzo total estimado.

II.6.6. Técnica por analogía (aditiva y multiplicativa)

Según Kavoussanakis (2007) la analogía consiste en comparar las especificaciones de un proyecto, con la de otros proyectos. Stutzke (2005) explica que la estimación por analogía se puede expresar como porcentajes o como cantidades. Los factores que pueden variar son: tamaño, complejidad, cantidad de usuarios, etc.

La analogía aditiva consiste en agregar o substraer una pequeña cantidad a un valor histórico conocido para calcular el valor estimado del nuevo objeto. La escalación o analogía multiplicativa aplica a una cantidad que puede ser representada por una medida escalar, es decir, consiste en aplicar ajustes a un valor referencial (Stutzke, 2005).

De igual manera señala Stutzke (2005) que se puede mejorar la técnica de estimación por analogía de dos maneras. Una, se puede establecer un algoritmo para asociar diferentes valores cuantitativos con valores estimados cualitativos de ciertos factores. Y dos, se puede determinar los porcentajes usando la técnica Delphi.

II.6.7. Técnica Program Evaluation and Review (PERT)

El Instituto Argentino de Administración de Proyectos (SF) indica que el Método PERT permite estimar las tareas utilizando tres números diferentes:

El tiempo pesimista (p), el tiempo más probable (m) y el tiempo optimista (o).

El tiempo esperado (e) es el que será utilizado para elaborar el cronograma y se calcula como:

$$e = (o + 4m + p) / 6.$$

La desviación estándar (de) de una actividad será utilizada para analizar cuánto esta se puede retrasar, y se calcula como

$$de = (p - o) / 6.$$

Este sistema permite pensar en tres escenarios posibles. El hecho de disponer tres tiempos posibles por actividad permite calcular el promedio y la desviación estándar de las tareas. Aplicando la teoría de la distribución normal (Teoría de la Curva de Gauss en estadística), se puede tener en cuenta que

1. El 68% de los casos se encuentran entre el promedio más / menos una desviación estándar.
2. El 95% de los casos se encuentran entre el promedio más / menos dos desviaciones estándar.
3. El 99,7% de los casos se encuentran entre el promedio más / menos tres desviaciones estándar.

De esta forma, para una actividad en donde

El tiempo pesimista (p) es 14.

El tiempo más probable (m) es 11.

El tiempo Optimista (o) es 2.

$$e = (2 + 44 + 14) / 6 = 10.$$

$$de = (14-2) / 6 = 2.$$

Se puede deducir que hay un 32% de probabilidad de que esta tarea se atrase más de 2 días. Es decir, que dure el promedio más dos días de atraso, $10+2 = 12$ días. Es decir: que hay un 32% de probabilidad de que esta tarea dure más de 12 días. Que hay un 5% de probabilidad de que esta tarea se atrase más de 4 días.

Que hay un 0,3% de probabilidad de que esta tarea se atrase más de 6 días. Es decir: es muy improbable que la tarea dure más de 16 días.

II.6.8. Unified Modeling Language (UML)

UML son las siglas para Unified Modeling Language, que en castellano quiere decir: Lenguaje de Modelado Unificado. Es un lenguaje que prescribe un conjunto de notaciones y diagramas estándar para modelar sistemas orientados a objetos. El Object Management Group (2007) explica que es un lenguaje gráfico para visualizar, especificar, construir y documentar un sistema de software. UML ofrece un estándar para describir un "plano" del sistema (modelo), incluyendo aspectos conceptuales tales como procesos de negocios y funciones del sistema, y aspectos concretos como expresiones de lenguajes de programación, esquemas de bases de datos y componentes de software reutilizables.

Object Management Group (2007) indica que existen 13 tipos diferentes de diagramas, divididos en tres categorías:

Diagramas de estructura: enfatizan en los elementos que deben existir en el sistema modelado:

- Diagrama de clases: son utilizados durante el proceso de análisis y diseño de los sistemas informáticos, donde se crea el diseño conceptual de la información que se manejará en el sistema, y los componentes que se encargaran del funcionamiento y la relación entre uno y otro
- Diagrama de componentes: representa la separación de un sistema de software en componentes físicos (por ejemplo archivos, cabeceras, módulos, paquetes, etc.) y muestra las dependencias entre estos componentes
- Diagrama de objetos: son utilizados durante el proceso de Análisis y Diseño de los sistemas. Los diagramas de objetos utilizan un subconjunto de los elementos de un diagrama de clase
- Diagrama de estructura compuesta (UML 2.0)

- Diagrama de despliegue: se utiliza para modelar el hardware utilizado en las implementaciones de sistemas y las relaciones entre sus componentes. Los elementos usados por este tipo de diagrama son nodos (representados como un prisma), componentes (representados como una caja rectangular con dos protuberancias del lado izquierdo) y asociaciones.
- Diagrama de paquetes: muestra como un sistema está dividido en agrupaciones lógicas mostrando las dependencias entre esas agrupaciones. Dado que normalmente un paquete está pensado como un directorio, los diagramas de paquetes suministran una descomposición de la jerarquía lógica de un sistema.

Diagramas de comportamiento: enfatizan en lo que debe suceder en el sistema modelado:

- Diagrama de actividades: representa los flujos de trabajo paso a paso de negocio y operacionales de los componentes en un sistema. Un Diagrama de Actividades muestra el flujo de control general.
- Diagrama de casos de uso: define una notación gráfica para representar casos de uso llamado modelo de casos de uso
- Diagrama de estados: es un diagrama con notación estandarizada que puede describir un montón de cosas, desde programa de computador a procesos de negocio.

Diagramas de Interacción: un subtipo de diagramas de comportamiento, que enfatiza sobre el flujo de control y de datos entre los elementos del sistema modelado:

- Diagrama de secuencia: es uno de los diagramas más efectivos para modelar interacción entre objetos en un sistema. Un diagrama de secuencia muestra la interacción de un conjunto de objetos en una aplicación a través del tiempo y se modela para cada caso de uso
- Diagrama de colaboración: es un diagrama que muestra interacciones organizadas alrededor de los roles. A diferencia de los diagramas de

secuencia, los diagramas de colaboración muestran explícitamente las relaciones de los roles.

- Diagrama de tiempos (UML 2.0) : o cronograma es una gráfica de formas de onda digitales que muestra la relación temporal entre varias señales, y cómo varía cada señal en relación a las demás.

II.6.9. Puntos de función

Según la International Function Point User Group (SF) los primeros estudios en materia de estimación de proyectos software, fueron realizados a mediados de los setenta por Allan J . Albrecht, quien en 1979 publicó por primera vez su método denominado puntos de función (FP). Los FP de Albrecht, se obtienen utilizando una relación empírica basada en medidas cuantitativas del dominio de información del software y valoraciones subjetivas de su complejidad. Según Ovejero (2006) esta técnica se basa en la descomposición de un sistema en componentes más pequeños, de tal forma que estos puedan ser medidos y, o analizados con mayor facilidad. El método intenta enfocar al software desde el punto de vista del usuario y; la medición, se realiza cuantificando la funcionalidad brindada a dicho usuario, partiendo fundamentalmente de diseños lógicos.

El análisis de puntos de función se desarrolla considerando cinco parámetros básicos del sistema (International Function Point User Group, SF). Estos son:

- entradas externas: es un proceso elemental o una acción que procesa datos o información de control que provienen desde afuera de los límites de la aplicación a medir. Su procedencia puede ser vía un programa externo (se ejecuta fuera de los límites) o mediante la acción de ingreso de datos de un usuario a través de un dispositivo de entrada (por ejemplo teclado, ratón, o cualquier dispositivo de entrada de datos),
- salidas externas: es un proceso elemental que envía datos o información de control fuera de los límites de la aplicación. Su objetivo es presentar

información al usuario luego del procesamiento lógico de datos o de la información de control obtenida.

- consultas externas: identifican a procesos elementales o acciones que envían datos fuera de los límites de la aplicación que se quiere medir. Su objetivo es presentar información al usuario mediante una simple obtención de datos o información de control,
- grupos de datos lógicos internos: representan a grupos de datos relacionados lógicamente o información de control que se mantiene dentro de los límites de la aplicación,
- grupos de datos lógicos externos: representan a grupos de datos relacionados lógicamente o información de control reconocida por el usuario que puede ser referenciada y mantenida fuera de los límites de la aplicación.

Una vez identificados los componentes, su cantidad y su nivel de complejidad (bajo, medio o alto), se realiza la cuenta de los FP sin ajustar.

Según Ovejero (2006) los FP sin ajustar deben ser ajustados con otros catorce (14) componentes, cuyos valores dependen del entorno de desarrollo. Estas características en su conjunto se denominan también factores de ajuste y son enunciadas a continuación:

- Comunicaciones de datos: son los datos o información de control que la aplicación utiliza, se envía o recibe a través de las facilidades (sistema) de comunicación.
- Datos o procesamiento distribuidos: una aplicación que se ejecuta sobre un solo procesador, se puede considerar monolítica; pero si se ejecuta en distintos procesadores y persigue un único objetivo, significa que los componentes (o los datos) de la aplicación están distribuidos. Un ejemplo de este tipo de requerimiento es un motor de búsqueda Web donde el procesamiento está repartido en más de un procesador.

- **Objetivos de rendimiento:** está referido a la importancia del tiempo de respuesta dentro de todo el sistema. El tiempo de respuesta se verá influenciado por el diseño, desarrollo, instalación y soporte de la aplicación.
- **Configuración utilizada masivamente:** se refiere a la importancia del entorno y del uso del sistema.
- **Tasa de transacción:** una alta llegada de transacciones provoca problemas más allá de los de la característica tres (3). Como ejemplo de este tipo de características están los sistemas bancarios donde a determinadas horas (denominadas pico) las transacciones tienen un volumen considerable.
- **Entrada de datos en línea:** se refiere al tipo de entradas (interactivas). Por ejemplo un programa de aceptación de solicitudes de préstamos donde el usuario introduce los datos del solicitante y debe obtener una respuesta inmediata acerca de la aceptación o no de los perfiles exigidos en el trámite.
- **Eficiencia para el usuario:** determina si las entradas interactivas de datos requieren que se lleven a cabo sobre múltiples pantallas, u operaciones especiales. Ejemplo de este tipo de transacciones son las que se llevan a cabo en pantallas sensibles al tacto. Existen operaciones, especialmente aquellas relacionadas con la venta de pasajes en línea, pago con tarjeta de crédito, operaciones en cajeros automáticos, etc., donde el usuario debe interactuar con múltiples pantallas.
- **Actualización en línea:** se refiere a la necesidad de la aplicación de actualizar los datos en línea. Se da muchos de estos casos en los sistemas de reservas de pasajes, para evitar vender dos veces la misma plaza.
- **Procesamiento complejo:** se refiere a una cantidad considerable de decisiones lógicas que debe tomar la aplicación, o realizar muchos cálculos matemáticos o manejar un número grande de excepciones. Las características identificables de la aplicación son: mucho procesamiento matemático y, o lógico; procesamiento complejo de las entradas; procesamiento complejo de las salidas; muchas excepciones de procesamiento, muchas transacciones;

incompletas y mucho reprocesamiento de las transacciones: procesamiento de seguridad y, o control sensitivo.

- Reutilización: el código se diseña para que sea compartido o utilizable por otras aplicaciones. Por ejemplo una función de altas, bajas y modificaciones (ABM) que la mayoría de las aplicaciones de nóminas de personas la usa.
- Facilidad de instalación y conversión: cuando se necesita de un desarrollo adicional para la instalación de la aplicación, se le asignará máxima puntuación.
- Facilidad de operación: consideraciones específicas de operación
- Puestos múltiples: cuando el sistema se construye para ser ejecutado en diferentes regiones, con diferentes monedas o idiomas, aumenta su puntuación, ya que esta facilidad le añade un cierto grado de complejidad.
- Facilidad de cambio: cuando se debe desarrollar la aplicación para que se adapte a los cambios y le facilite la operación al usuario, alcanza máximos puntajes

Estos factores de ajuste pueden tomar valores entre cero (0) y cinco (5). Es decir, cero cuando la característica del componente está ausente o es nula y cinco cuando puede alcanzar una valoración máxima; también se pueden asociar porcentajes.

Una vez obtenido los valores para las catorce (14) características, de acuerdo al entorno de desarrollo del software, se calcula el FA para la aplicación que está siendo medida (Ovejero, 2006). Dicho cálculo se realiza de la siguiente forma:

$$FA = 0,65 + (0,01 * \sum \text{de los 14 factores de influencia o características})$$

$$FPA = FP (\text{sin ajustar}) * FA$$

donde

FA = factor de ajuste

FP = puntos de función sin ajustar

FPA = puntos de función ajustados o totales

Los valores 0,65 y 0,01 no son arbitrarios; son el resultado de cientos de mediciones realizadas en diferentes proyectos. El FA de los FPA, puede tener una influencia que va desde 0,65 hasta 1,35; es decir si todas las características toman valor nulo (cero) los FP se multiplican por 0,65; es decir, reciben desde la calibración una influencia negativa. Sin embargo si toman el máximo valor (cinco para cada una) se multiplican los FP por 1,35; es decir, reciben desde la calibración una influencia positiva.

Stutzke (2005) explica que los puntos de función es un tipo de método lineal. Dentro de las ventajas señala que los puntos de función facilitan la comunicación entre el usuario del sistema y el desarrollador. El porcentaje de certeza de los estimados están en $\pm 10\%$ si los estimadores tienen experiencia. Este método no se puede aplicar hasta tanto los requerimientos no sean bien entendidos y el diseño de alto nivel del sistema sea conocido.

Señala Stutzke (2005) como principal desventaja que los puntos de función deben ser contados manualmente, lo cual lo hace costoso. Adicionalmente, sólo permite calcular el tamaño funcional del software, no estima el tiempo o esfuerzo de desarrollo, ni lo define en fases o actividades.

II.6.10. Puntos Característica

Sánchez (1999) señala que los Puntos Función fueron originariamente desarrollados para medir el tamaño funcional de sistemas software orientados a la gestión. Pero si alteramos el campo de aplicación, es decir, si aplicamos esta métrica no a sistemas de gestión sino a otros tipos de sistemas (software para control de procesos, sistemas en tiempo real, sistemas embebidos, etc...), los Puntos Función dejan de ser la métrica perfecta: ya no se comporta de forma tan eficaz y tan óptima como con los sistemas de gestión. Surge, entonces, la

necesidad de buscar una medida alternativa del tamaño funcional para estos otros tipos de aplicaciones.

Con esta intención, Caper Jones desarrolló en 1986 un método experimental para adaptar la métrica de Puntos Función a sistemas software científicos y de ingeniería. Los Puntos Característica se han venido utilizando con gran éxito en la medición de sistemas software muy variados: sistemas en tiempo real, sistemas embebidos, aplicaciones CAD, software para inteligencia artificial, etc. A diferencia de los sistemas de gestión, este otro tipo de sistemas tiene dos características básicas: 1. La complejidad algorítmica que implementan. 2. El escaso número de entradas y salidas que suelen tener.

Puesto que el conteo de Puntos Función no contempla para nada la complejidad algorítmica de los sistemas, esto hace que los resultados obtenidos no sean realmente significativos. En general, y para estos sistemas, el resultado obtenido tras un Análisis de Puntos Función suele ser bastante inferior (entre un 20 y un 35%) al que se obtiene con otras técnicas que sí contemplan la complejidad algorítmica.

Señala Stutzke (2005) que la métrica de Puntos Característica es un superconjunto de la métrica de Puntos Función. Introduce un nuevo componente, los algoritmos, que se añaden a los cinco ya existentes: Entradas Externas, Salidas Externas, Consultas Externas, Ficheros Lógicos Internos y Ficheros Externos de Interfaz. Un algoritmo se define como “un problema de complejidad computacional limitada, que se incluye dentro de un determinado programa de computadora.

II.6.11. Método Top-Down y Bottom-Up

Según Barceló (2006) la estimación global descendente en inglés, top-down, es un método que intenta obtener un dato único y global para todo el proyecto

informático a partir de diferentes propiedades globales del producto final (tamaño, complejidad, dificultad técnica, nivel de calidad y fiabilidad, etc.) que, después, se va descomponiendo.

Indica Barceló (2006) que la Descomposición en actividades (WBS) y estimación ascendente en inglés, bottom-up es un método que descompone el conjunto del proyecto en diferentes actividades y, una vez estimado el esfuerzo para cada una de éstas, obtiene por agregación el esfuerzo total del proyecto.

II.7. Glosario de términos

Proyecto: Es un esfuerzo temporal que se lleva a cabo para crear un producto, servicio o resultado único (PMI, 2004, p.5).

Sistemas: es un conjunto de componentes que interactúan entre si para lograr un objetivo común. (Senn, 1991, p.19)

Sistemas de información: son los sistemas cuya finalidad es procesar entradas, mantener archivos de datos relacionados con la organización y producir información, reportes y otras salidas. (Senn, 1991, p.23)

Presupuesto: Es la estimación aprobada para el proyecto o cualquier otra actividad del cronograma (PMI, 2004, p.377).

Costo: El valor monetario o precio de una actividad o componente del proyecto que incluye el valor monetario de los recursos necesarios para realizar y terminar la actividad o el componente, o para producir el componente. (PMI, 2004, p.357).

Estimación: Una evaluación cuantitativa del monto o resultado probable. Generalmente se aplica a los costos, recursos, esfuerzo y duraciones de los proyectos y normalmente esta precedido por un calificador (por ejemplo: preliminar, conceptual, de factibilidad, de orden de magnitud, definitiva) (PMI, 2004, p.363).

Estimación clase V: es una aproximación del monto que se empleara en el proyecto; su característica principal es que se tiene alta incertidumbre de los aspectos técnicos del proyecto y poca definición de las características del producto requerido. Esta estimación también se denomina orden de magnitud.

Desarrollo de sistemas: El desarrollo de sistemas es la elaboración de componentes interrelacionados entre si, que trabajan de manera conjunta y precisa para obtener objetivos comunes para ofrecer a los usuarios soluciones, herramientas y soporte de calidad para la implantación, supervisión y mantenimiento de sistemas basados en nuevas Tecnologías de Información (TI), así como el apoyo necesario en la transición y/o integración de las mismas con entornos anteriores, ofreciendo una solución global y personalizada a las necesidades particulares y/o específicas de éstos o de sus organizaciones, entendiendo como organización cualquier tipo de empresa que se dedique al rubro de la producción, investigación, educación o servicios.

(Dirección de sistemas (SF))

CAPITULO III: MARCO METODOLOGICO

CAPITULO III: MARCO METODOLOGICO

III.1. Tipo de investigación

La investigación está dirigida hacia un tipo de investigación denominada Proyecto Factible el cual consiste en "la elaboración de una propuesta de un modelo operativo viable, o una solución posible a un problema de tipo práctico, para satisfacer necesidades de una institución o grupo social. Puede referirse a la formulación de políticas, programas, tecnologías, métodos o procesos " (UCAB, 2007) . Balestrini (1998) indica que "la delimitación de la propuesta final, pasa inicialmente por la realización de un diagnóstico de la situación existente y la determinación de las necesidades del hecho estudiado, para formular el modelo operativo en función de las demandas de la realidad abordada".

Se considera que la investigación es de tipo proyecto factible porque persigue cubrir las necesidades de estimación de proyectos mediante la elaboración de una guía que permita mejorar la definición del alcance de los proyectos de desarrollo en el Banco Central de Venezuela.

III.2. Diseño de investigación

En este apartado se requiere la elaboración de un plan que permita guiar al investigador en el proceso de recolección, análisis e interpretación de los datos que se han de recolectar. Sabino (2000) indica que el objeto del diseño de investigación es proporcionar un modelo de verificación que permita contrastar hechos con teorías a través de estrategias o un plan general que indique como hacerlo.

"Un diseño de investigación se define como el plan global de investigación que integra de un modo coherente y adecuadamente correcto técnicas de recogida de datos a utilizar, análisis previstos y objetivos... el diseño de una investigación

intenta dar de una manera clara y no ambigua respuestas a las preguntas planteadas en la misma” (García, 1986).

La estructura del proyecto factible es la siguiente:

- Fase I.- Investigación transeccional descriptiva – explicativa con muestra intencional: “Los diseños transeccionales o transversales recolectan datos en un sólo momento, en un tiempo único” (Hernández et al., 2006). Y dentro de esta clasificación se encuentran los transeccionales descriptivos los cuales según Balestrini (1998) buscan indagar la incidencia de una o más variables en una determinada situación, buscan describir algunas características fundamentales de conjuntos homogéneos de fenómenos, utilizando modelos matemáticos para destacar los elementos esenciales de su naturaleza (Sabino, 2000). La investigación explicativa se centra en determinar los orígenes o las causas de un determinado conjunto de fenómenos (Sabino, 2000).
- Fase II.- Modelo operativo: según la UPEL (2001) consiste en la investigación, elaboración y desarrollo de una propuesta para solucionar problemas, requerimientos o necesidades de organizaciones o grupos sociales; puede referirse a la formulación de políticas, programas, tecnologías, métodos o procesos.

También se utilizará como apoyo de la investigación el diseño documental porque se consultará manuales de procesos de formulación presupuestaria, metodología de desarrollo de sistemas de la institución, además de otras fuentes secundarias como folletos, libros, tesis, revistas, etc.

III.3. Población y muestra

La población se define como el conjunto de todos los casos que concuerdan con una serie de especificaciones (Selltiz et al. 1980).

Esta investigación se realizará en el Banco Central de Venezuela en la Coordinación Funcional de Estudios. La población estará conformada por todos

los proyectos de desarrollo de sistemas que se hayan realizado en esta unidad desde el año 2000 a la fecha.

Salkind (1998) define la muestra como una porción representativa de la población. En esta investigación se utilizará el tipo de muestra intencional, es decir, “un subgrupo de la población en la que la elección de los elementos no depende de la probabilidad sino de las características de la población” (Hernández et al., 2006).

De los proyectos desarrollados en la Coordinación Funcional de Estudios se seleccionaron los siguientes como muestra:

- Sistema de Índices de Precios, Volumen y Valor de Comercio V2
- Sistema sobre Transacciones Monetarias
- Índice de Precios IPC
- Sistema de Índices de Balances de Capital
- Sistematización de Cuentas Macroeconómicas
- Sistema de Comercio Exterior de Bienes (SICEB)

III.4. Variables de estudio

Salkind (1998) explica que una variable representa una clase de resultados que pueden asumir más de un valor. De igual forma son las características, cualidad o medida de la realidad que es susceptible de cambios desde el punto de vista cuantitativo o cualitativo (Arias, 2004).

Para realizar el diagnóstico de la situación actual se estudiarán un conjunto de variables comunes a los proyectos enmarcadas dentro de las disciplinas del PMI y de las metodologías de estimación de proyectos explicadas en el capítulo anterior.

Tabla 5.- Variables de estudio

Variable	Disciplina / Metodología	Medición
Definición de las entradas al sistema	Alcance	<ul style="list-style-type: none"> • Formatos de entrada • Cantidad de versiones
Determinación de los	Alcance	<ul style="list-style-type: none"> • Alcance inicial

Variable	Disciplina / Metodología	Medición
requerimientos del sistema		<ul style="list-style-type: none"> • Cambios de alcance surgidos • Documento de requerimiento • Fecha de inicio • Fecha de entrega propuesta • Fecha de entrega real
Documentación de la metodología a sistematizar	Calidad	<ul style="list-style-type: none"> • Cantidad de documentos • Complejidad de la metodología
Validez de la data de entrada	Calidad	<ul style="list-style-type: none"> • Cantidad de revisiones
Calidad del producto	Calidad	<ul style="list-style-type: none"> • Tiempo de respuesta • Obtención de resultados
Riesgos encontrados	Riesgos	<ul style="list-style-type: none"> • Riesgos identificados • Prevención de riesgos • Mitigación y contingencia del riesgo
Estándares de desarrollo	Calidad	<ul style="list-style-type: none"> • Documentos de estándares • Software con funciones similares
Recursos humanos	Recursos humanos	<ul style="list-style-type: none"> • Conocimiento en las herramientas de desarrollo • Rotación del personal • Disponibilidad del personal
Esfuerzo realizado	Costos	<ul style="list-style-type: none"> • Cantidad de horas planificadas • Cantidad de horas requeridas

III.5. Técnicas de recolección de datos

Para recabar la información relativa a la investigación se utilizarán las siguientes técnicas de recolección de datos:

a) Observación Documental: Representan la fuente primaria de investigación. Salkind (1998) explica que las fuentes primarias pueden proveer información imposible de obtener de otra forma. Se refiere a documentos, expedientes originales con información importante para el estudio. Se revisarán los manuales de procesos, de organización de la Coordinación Funcional de Estudios y del área de Presupuesto. Así como la documentación que se obtenga de cada proyecto seleccionado en la muestra.

b) Observación cualitativa: Hernández et al. (2006) indica que la observación es formativa y constituye el único medio que se utiliza en un estudio cualitativo. Implica adentrarse en profundidad a situaciones sociales y mantener un papel activo, así como una reflexión permanente. Estar atento a los detalles, sucesos, eventos o interacciones. Jorgensen (1989) explica que el propósito esencial de la observación es comprender procesos, vinculaciones entre personas, así como los contextos sociales y culturales en los cuales ocurren las experiencias humanas.

c) Entrevistas: Hernández et al. (2006) define la entrevista como una reunión para intercambiar información entre una persona (el entrevistador) y otra (el entrevistado) u otras (entrevistados). Permiten obtener información que de otra forma sería inaccesible tal como el conocimiento adquirido por la experiencia. Salkind (1998) indica que permiten observar la conducta no verbal del entrevistado, la situación y otra información que podría ser valiosa. Además que permiten orientar la entrevista según convenga al entrevistador. En la presente investigación se realizarán entrevistas al personal de la Coordinación Funcional de Estudios.

III.6. Procedimiento metodológico de la investigación.

Para llevar a cabo el desarrollo de la siguiente investigación se ejecutaran las etapas, pasos e hitos siguientes:

Etapa 1: Realizar un diagnóstico de la situación actual del proceso de formulación anual de presupuestos para proyectos de sistemas en el BCV.

En esta etapa se realiza un diagnóstico, el cual se puede definir como “razonamiento dirigido a la determinación de la naturaleza y causas de un fenómeno. Proceso que se realiza en un objeto determinado, generalmente para solucionar un problema. En el proceso de diagnóstico dicho problema experimenta cambios cuantitativo y cualitativos, los que tienden a la solución del problema.” (<http://www.definicion.org/diagnostico>).

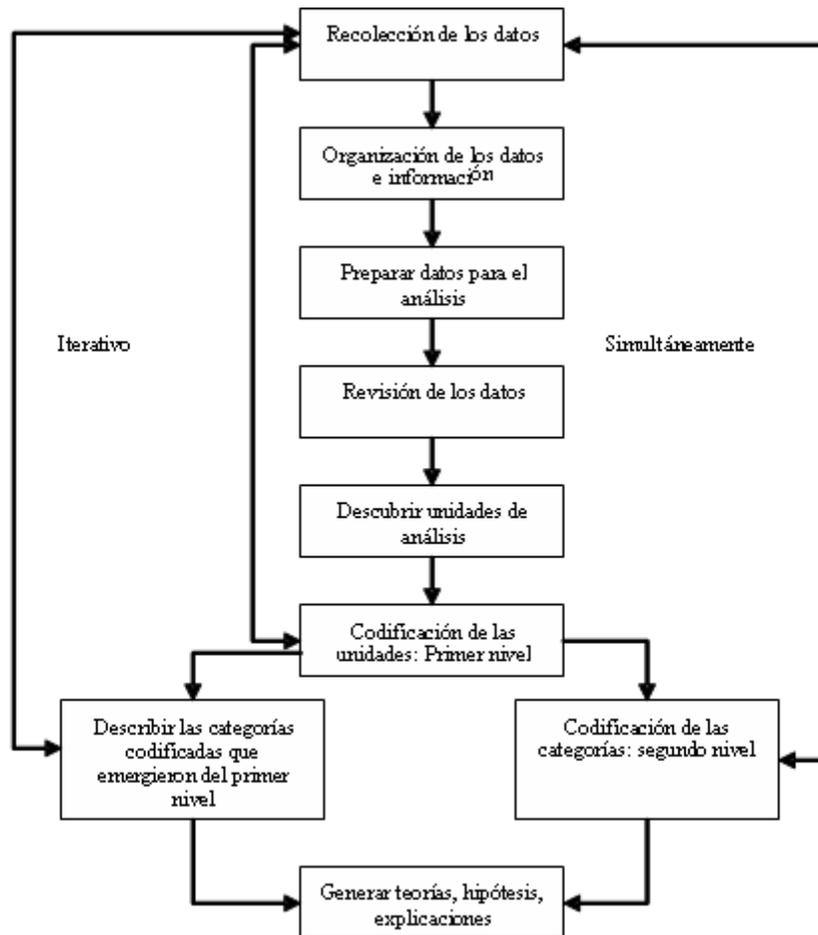
Los pasos que se realizan en esta etapa son:

- Paso 1.1: Seleccionar una muestra de proyectos realizados previamente en la Coordinación Funcional de Estudios. Tal como se indicó en la sección de población y muestra, el tipo de muestra a utilizar es la de muestras no probabilísticas. Hernández et al. (2006) define esta como un subgrupo de la población en la que la elección de los elementos no depende de la probabilidad sino de las características de la investigación.
- Paso 1.2: Determinar las razones de desviación entre el porcentaje inicial estimado y el porcentaje real de finalización de los proyectos seleccionados. Para la realización de este paso se definen las variables a estudiar en la investigación, para ello se enfocará en las disciplinas contempladas por el PMI y por las teorías investigadas en el marco referencial.
- Paso 1.3: Inferir los elementos determinantes de la estimación presupuestaria a través de la opinión de expertos. La mayoría de la información estratégica se obtiene con la experiencia, razón por la cual se busca obtener el conocimiento mediante las entrevistas con el personal de trayectoria de la Coordinación.
- Paso 1.4: Obtener información sobre los procedimientos de la formulación anual de presupuestos del Banco Central de Venezuela. Existen lineamientos definidos para realizar las estimaciones presupuestarias en todos los proyectos de la institución. Se requiere conocer esta información pues establece

estándares, requisitos, restricciones indispensables al momento de formular la guía de estimación, producto final de esta investigación.

- Paso 1.5: Analizar e interpretar los resultados de la evaluación de los proyectos seleccionados. Para realizar este paso se seguirá el siguiente esquema:

Gráfico 2.- Proceso de análisis fundamentado en los datos cualitativos



Fuente: Adaptado de Hernández et al., 2006

- Hito: Diagnóstico de la situación actual

Etapas 2.- Recabar información requerida: corresponde a la fase de búsqueda de información mediante el uso de Internet, libros, manuales de normas y

procedimientos con el fin de adquirir los conocimientos necesarios para el desarrollo de la investigación.

- Paso 2.1: Investigar sobre metodologías de estimación de proyectos de desarrollo de software. Los procesos de producción de software generan productos intangibles y requieren comunicación y coordinación intensivas lo que contribuye a aumentar los riesgos y dificultar la estimación. Según Kitchenham (1996) una de las razones por las que esto ocurre es que los desarrolladores no están en condiciones de estimar con suficiente antelación y precisión el tiempo y esfuerzo requeridos para el desarrollo de software. La estimación es importante, no sólo para mantener los proyectos bajo control sino incluso para determinar su viabilidad; ya que no tendría sentido iniciar un proyecto sin disponer de tiempo y/o presupuesto para completarlo o si este no alcanza la funcionalidad y calidad requeridas.
- Paso 2.2: Indagar sobre las definiciones del alcance, calidad y estimación de costos según los fundamentos de la dirección de proyectos o mejores prácticas del Project Management Institute (PMI). La base teórica del Project Management Institute (PMI) recopila los fundamentos de la dirección de proyectos reconocidos como las mejores prácticas. Estas incluyen prácticas tradicionales comprobadas y ampliamente utilizadas así como prácticas innovadoras. La gerencia de proyectos es la aplicación de herramientas, conocimientos, habilidades, técnicas que permiten conducir recursos hacia la consecución de una meta en un tiempo definido. A partir de las mejores prácticas se han definido áreas de conocimiento cuyo uso aumenta las posibilidades de éxito de los proyectos (PMI, 2004).
- Paso 2.3: Estudiar los modelos que permiten definir las especificaciones del producto o sistema requerido
- Hito: Fundamentos teóricos de la investigación

Etapa 3.- Analizar información recolectada

- Paso 3.1: Determinar información útil para el proyecto de acuerdo a las características de la investigación.
- Paso 3.2: Realizar entrevistas a expertos. Luego de haber analizado la información recolectada se entrevistarán a conocedores de la estimación de proyectos, esto es, a las personas que tienen experiencia en la realización de los presupuestos anuales en el BCV.
- Hito: Análisis de la información

Etapa 4.- Diseñar guía de estimación

- Paso 4.1: Identificar y establecer los elementos que integrarán la guía propuesta.
- Paso 4.2: Definir técnicas para la formulación de la guía de estimación presupuestaria.
- Paso 4.3: Determinar las pautas a seguir para realizar un estimado clase V en proyectos de desarrollo de sistemas dentro de la organización. Este paso consiste en aplicar el conocimiento de los expertos, las bases teóricas del PMI y los métodos de estimación de desarrollo de software existentes en la elaboración de la guía de estimación.
- Paso 4.4: Validar la guía con expertos y personal operativo. En este paso se revisará con los expertos la guía desarrollada con el fin de determinar su consistencia y aplicabilidad en los casos requeridos. De igual manera se validará con el personal operativo que será el usuario directo de la guía.
- Hito: Guía de estimación

CAPITULO IV: MARCO ORGANIZACIONAL

CAPITULO IV: MARCO ORGANIZACIONAL

IV.1. Historia de la organización

La proposición de crear el Banco Central de Venezuela (SF) se presenta dentro de un ambiente de grandes cambios políticos, sociales y económicos coincidentes con una situación mundial convulsionada. No sólo eran los inicios de la Segunda Guerra Mundial, sino también y por sobre todo, los comienzos del gran debate en el país sobre el rumbo político y económico que debía seguirse después de los 27 años del gobierno del General Juan Vicente Gómez. El nuevo gobierno elaboró un plan nacional llamado Programa de Febrero que contempló una serie de medidas de política económica, entre las cuales una de las más importantes fue la de fundar el Banco Central.

El Banco Central de Venezuela (SF) se creó mediante una ley promulgada el 8 de septiembre de 1939, publicada en la Gaceta Oficial No. 19.974 del 8 de septiembre de 1939, durante la presidencia de Eleazar López Contreras.

La Ley del BCV ha experimentado reformas a lo largo de la historia en 1943, la fallida de 1948, las de 1960, 1974, 1983, 1984, 1987, 1992 y por último la de 2001 que es la vigente. Todas las reformas respondieron a exigencias internas derivadas del acelerado cambio experimentado por la nación y a las nuevas orientaciones que la banca central adoptaba en las economías más desarrolladas, las cuales resultaban de la estructuración de un nuevo orden financiero internacional.

IV.2. Visión y misión

El Banco Central de Venezuela (SF) señala como su misión:
“El Banco Central de Venezuela es persona jurídica de derecho público, con autonomía para la formulación y el ejercicio de las políticas de su competencia y

ejercherà sus funciones en coordinación con la política económica general, para alcanzar los objetivos superiores del Estado y la Nación. Su objeto fundamental es lograr la estabilidad de precios y preservar el valor interno y externo de la unidad monetaria como parte de las políticas públicas tendentes a facilitar el desarrollo ordenado de la economía nacional.

Para lograr este objetivo, tendrá entre sus funciones las de formular y ejecutar la Política Monetaria, participar en el diseño y ejecutar la Política Cambiaria, regular la moneda, el crédito y las tasas de interés, administrar las reservas internacionales, todo ello en función de la ejecución de los planes y las políticas de desarrollo económico y social del Estado.”

El Banco Central de Venezuela (SF) señala como su visión la siguiente:

“El Banco Central de Venezuela se proyecta como un organismo de alto prestigio y credibilidad en el ámbito nacional e internacional que, centrado en su misión y en correspondencia con sus funciones, promueve la coherencia y coordinación de las políticas de su competencia, en un ambiente de ejercicio pleno de su autonomía, de actuación consistente y firme, que fortalece la legitimidad del Instituto ante el entorno y le hace merecedor del respeto de la comunidad. Para ello se ha de apoyar en un modelo organizacional integral y flexible que optimice sus capacidades internas, facilite la oportunidad y calidad de las respuestas y asegure el cumplimiento de sus políticas, estimulado por una cultura de excelencia y el esfuerzo conjunto del equipo humano, altamente calificado y motivado al logro. “

IV.3. Planes de la organización

La dirección y gestión interna del BCV se rigen a través del Plan Estratégico Institucional el cual orienta la dirección de los esfuerzos institucionales a seguir en el ejercicio plurianual, y sirve de guía para la adopción de decisiones y ejecución de la gestión de las áreas, a la luz de los criterios establecidos en las políticas institucionales y administrativas internas aprobadas en el mismo. El Plan

mantiene la integración conceptual y refleja las acciones de cambio institucional que responden a las prioridades y retos que establece el papel del BCV.

El componente fundamental del Plan Estratégico 2004-2006 es el Marco estratégico institucional, el cual contiene la Filosofía de gestión, las Políticas institucionales y la Agenda de asuntos prioritarios. La filosofía de gestión esta dirigida a la atención de necesidades colectivas vitales de mayor magnitud, que se expresan en un bien público fundamental, de cuya satisfacción depende la posibilidad de un mayor bienestar para la sociedad. Las políticas institucionales contiene un cuerpo de orientaciones generales para la adopción de decisiones en la institución, basándose en los principios y valores que caracterizan su modelo de comportamiento, estas son: coordinación macroeconómica, relaciones nacionales e internacionales, comunicaciones, modernización y desarrollo institucional, recursos humanos, tecnología, administración y funcionamiento institucional. La Agenda de asuntos prioritarios, integra y formaliza los grandes esfuerzos institucionales, que contribuyen con la dirección del cambio elegida por el Banco, para avanzar en su necesidad de adecuación a las nuevas realidades presentes en el país y en el mundo. En lo que corresponde al ejercicio plurianual 2004-2006, la dirección superior del BCV ha decidido darle mayor impulso a la actuación estratégica y a la gestión por resultados, así como también, continuar profundizando y consolidando el cambio organizativo en pleno desarrollo.

IV.4. Ubicación del estudio

El estudio se realizará en la Coordinación Funcional de Estudios la cual se encuentra adscrita a la Gerencia de Sistemas e Informática (ver anexo A).

El propósito de esta unidad es dirigir, coordinar y controlar las actividades de planificación, diseño, desarrollo o adquisición e implantación de la infraestructura de datos y sistemas para las diferentes áreas funcionales del Instituto (BCV, SF). Dentro de sus principales funciones se encuentran:

- Participar en la ejecución de ejercicios de sistemas.

- Diseñar, desarrollar, modificar e instalar los componentes de la infraestructura de datos y de sistemas.
- Dirigir y coordinar las actividades orientadas a establecer formas eficientes para la ejecución de procesos del área funcional bajo su responsabilidad.

CAPITULO V: DIAGNOSTICO DE LA SITUACION ACTUAL

CAPITULO V: DIAGNOSTICO DE LA SITUACION ACTUAL

Para diseñar la guía que permita realizar estudios de factibilidad económica es necesario comprender bien el contexto actual, fotografiar la realidad del proceso para luego conjugar las condiciones, restricciones, necesidades que formaran parte del producto ofrecido.

V.1. Análisis de la muestra

Con el fin de determinar las desviaciones de los proyectos así como sus indicadores de éxito-fracaso se realizó un formato para el levantamiento y análisis de la información de los proyectos seleccionados. La tabla 6 muestra el formato usado para el análisis de los distintos proyectos seleccionados.

Tabla 6.- Formato de análisis de los proyectos

Variable	Disciplina / Metodología	Medición	Definición
Definición de las entradas al sistema	Alcance	Formatos de entrada	Determina si al inicio del proyecto estaban definidas las entradas del sistema
		Cantidad de versiones	Indica el número de versión del sistema que se va a desarrollar. Se considera que cuando se trata de una nueva versión el levantamiento de los nuevos requerimientos es más claro debido a que se tiene conocimiento previo del negocio
Determinación de los requerimientos del sistema	Alcance	Alcance inicial	Se especifica si estaba definido el alcance del proyecto y la cantidad de entregables a desarrollar
		Cambios de alcance surgidos	Cuenta las modificaciones que se debieron realizar al sistema que no estaban contempladas dentro del alcance inicial
		Documento de requerimiento	Se indica si para el proyecto se elaboro el Documento de Requerimiento del Negocio (DRN) establecido como estándar para dar inicio al proyecto.
		Fecha de inicio	Fecha de inicio del proyecto
		Fecha de entrega propuesta	Fecha propuesta de entrega del proyecto
		Fecha de entrega real	Fecha de culminación del proyecto

Variable	Disciplina / Metodología	Medición	Definición
Documentación de la metodología a sistematizar	Calidad	Cantidad de documentos	El área de desarrollo donde se realiza el estudio atiende a unidades de negocio con gran complejidad en sus procesos de cálculo. Si el usuario tiene sus procesos bien documentados es probable que la sistematización de estos sea exitosa.
		Complejidad de la metodología	Indica el grado de complejidad de la metodología a automatizar.
Validez de la data de entrada	Calidad	Cantidad de revisiones	En algunos sistemas es necesario realizar una carga inicial para la puesta en producción. La carga inicial debe validar que la data cumpla con las reglas establecidas. Generalmente este proceso implica la recepción y retorno de la data repetidas veces.
Calidad del producto	Calidad	Tiempo de respuesta	Valor considerado como medida de calidad del software.
		Obtención de resultados	Determina si el software entregado cumple con los requerimientos solicitados y está siendo utilizado por los usuarios.
Riesgos encontrados	Riesgos	Riesgos identificados	Se especifica si existió identificación oportuna de los posibles riesgos en que incurrieron los proyectos.
		Prevención de riesgos	Identifica si se tomaron acciones preventivas con el fin de mitigar y evitar los riesgos identificados
		Mitigación y contingencia del riesgo	Se especifica si se aplicaron de manera oportuna planes para tratar el riesgo.
Estándares de desarrollo	Calidad	Documentos de estándares	Determina si se utilizaron documentos estándares para las fases del proyecto.
		Software con funciones similares	Identificar si se utilizó como base para el desarrollo del proyecto software previamente construido y que tuviera funciones similares.
Recursos humanos	Recursos humanos	Conocimiento en las herramientas de desarrollo	Se especifica si el personal tenía conocimiento previo en la herramienta de desarrollo del software.
		Rotación del personal	Se especifica si existió o no rotación del personal interno
		Disponibilidad del personal	Disponibilidad del recurso así como de los proveedores de información (usuarios)
Esfuerzo realizado	Costos	Cantidad de horas planificadas	Según el cronograma de actividades se refleja la Cantidad de horas planificadas.
		Cantidad de horas requeridas	Cantidad de horas realmente requerida para la finalización del proyecto.

Fuente: Elaboración propia.

De igual manera se realizó el levantamiento de las características técnicas de los proyectos analizados y se describe en la siguiente tabla:

Tabla 7.- Características de los proyectos analizados

CARACTERÍSTICAS DEL PROYECTO			
Proyecto: Sistema de Índices de Precios, Volumen y Valor de Comercio V2			
Variable	Disciplina / Metodología	Medición	Descripción
Definición de las entradas al sistema	Alcance	Formatos de entrada	Se utilizarían los formatos de entrada existentes
		Cantidad de versiones	2da versión
Determinación de los requerimientos del sistema	Alcance	Alcance inicial	Se definió el alcance inicial en el DRN
		Cambios de alcance surgidos	No se presentaron cambios de alcance
		Documento de requerimiento	DRN aprobado
		Fecha de inicio	01-09-2005
		Fecha de entrega propuesta	30-05-2006
		Fecha de entrega real	30-10-2007
Documentación de la metodología a sistematizar	Calidad	Cantidad de documentos	El usuario entregó los programas utilizados en el sistema desarrollados por ellos.
		Complejidad de la metodología	Media
Validez de la data de entrada	Calidad	Cantidad de revisiones	4 revisiones
Calidad del producto	Calidad	Tiempo de respuesta	Alto
		Obtención de resultados	Resultados deseados con cambios mínimos a programas sin afectar la estructura de base de datos.
Riesgos encontrados	Riesgos	Riesgos identificados	Se identificó la rotación de personal
		Prevención de riesgos	No se gestionaron los riesgos
		Mitigación y contingencia del riesgo	
Estándares de desarrollo	Calidad	Documentos de estándares	No existen estándares de desarrollo
		Software con funciones similares	Se utilizó la programación existentes
Recursos humanos	Recursos humanos	Conocimiento en las herramientas de desarrollo	Un personal contratado no conocía bien la herramienta
		Rotación del personal	No hubo rotación de personal
		Disponibilidad del personal	El personal tenía dos proyectos adicionales.
Esfuerzo realizado	Costos	Cantidad de horas planificadas	1552 horas
		Cantidad de horas requeridas	4512 horas

CARACTERISTICAS DEL PROYECTO			
Proyecto: Sistematización de Cuentas Macroeconómicas			
Variable	Disciplina / Metodología	Medición	Descripción
Definición de las entradas al sistema	Alcance	Formatos de entrada	Se definieron las entradas al sistema (cuadros de Excel) al inicio del proyecto cuando se levantó el DRN.
		Cantidad de versiones	1era versión
Determinación de los requerimientos del sistema	Alcance	Alcance inicial	Se definió el alcance inicial en el DRN
		Cambios de alcance surgidos	Cuando se estaba cargando la data surgieron nuevos archivos Excel para la carga. Y en las hojas de Excel que se había dicho estaban validadas presentaban inconsistencias.
		Documento de requerimiento	DRN aprobado
		Fecha de inicio	09-05-2006
		Fecha de entrega propuesta	30/04/2007
		Fecha de entrega real	29/06/2007
Documentación de la metodología a sistematizar	Calidad	Cantidad de documentos	El usuario no tenía la metodología documentada, aunque el sistema no lo requería. Si se requería la descripción de los procesos, los cuales no estaban documentados.
		Complejidad de la metodología	Baja
Validez de la data de entrada	Calidad	Cantidad de revisiones	10 revisiones
Calidad del producto	Calidad	Tiempo de respuesta	Alto
		Obtención de resultados	Modificaciones de bajo impacto que no incluyó modificaciones a base de datos. Estas modificaciones permitieron la mejora de la validación de la data.
Riesgos encontrados	Riesgos	Riesgos identificados	Poca disponibilidad del usuario en el levantamiento de la información. Entrega de data para carga inicial a destiempo. Atención del área de base de datos tanto en modelaje como en creación de la base de datos física a destiempo. No se cumplen los tiempos convenidos en los pases a certificación y producción.
		Prevención de riesgos	
		Mitigación y contingencia del riesgo	Se presionó al usuario para cumplir con el tiempo y el presupuesto
Estándares de desarrollo	Calidad	Documentos de estándares	No existe estándares de programación
		Software con funciones similares	No existía software con funciones similares
Recursos humanos	Recursos humanos	Conocimiento en las herramientas de desarrollo	Se contrató personal con conocimientos en la herramienta y con conocimiento en otras aplicaciones de la coordinación.
		Rotación del personal	Hubo rotación de personal
		Disponibilidad del personal	En dedicación exclusiva. El personal se inició desde la fase de diseño lógico de la base de datos.
Esfuerzo realizado	Costos	Cantidad de horas planificadas	2040 horas
		Cantidad de horas requeridas	2392 horas

CARACTERISTICAS DEL PROYECTO			
Proyecto: Sistema de Comercio Exterior de Bienes SICEB			
Variable	Disciplina / Metodología	Medición	Descripción
Definición de las entradas al sistema	Alcance	Formatos de entrada	Estaban definidos en el inicio del proyecto. 1 sola entrada
		Cantidad de versiones	1era versión
Determinación de los requerimientos del sistema	Alcance	Alcance inicial	Se definió en el DRN
		Cambios de alcance surgidos	Se alargó el proyecto para incluir cálculo de los valores constantes
		Documento de requerimiento	DRN aprobado
		Fecha de inicio	03/2006
		Fecha de entrega propuesta	11/2006
		Fecha de entrega real	08/2007
Documentación de la metodología a sistematizar	Calidad	Cantidad de documentos	No había documentación. Se hizo mediante reuniones en la fase de levantamiento de la información
		Complejidad de la metodología	Alta
Validez de la data de entrada	Calidad	Cantidad de revisiones	No se contempló carga de data inicial.
Calidad del producto	Calidad	Tiempo de respuesta	Alto
		Obtención de resultados	De acuerdo a lo especificado
Riesgos encontrados	Riesgos	Riesgos identificados	Baja calidad de la data de entrada. Generación de ajustes a la data Volumen de información alto por tratarse de información estadística Poca disponibilidad del personal de Base de datos en el área de modelaje de datos. Cambios en el modelo corporativo de datos. El pase a certificación duró aproximadamente un mes.
		Prevención de riesgos	No hay una metodología escrita para solventar los problemas que se vayan presentando.
		Mitigación y contingencia del riesgo	Modulo de corrección de errores para corregir la baja calidad de la data Modulo de parametrización de ajustes de data
Estándares de desarrollo	Calidad	Documentos de estándares	No existen estándares de desarrollo
		Software con funciones similares	No se había desarrollado una versión anterior del sistema
Recursos humanos	Recursos humanos	Conocimiento en las herramientas de desarrollo	Poco conocimiento en una de las herramientas de desarrollo
		Rotación del personal	Si hubo rotación de personal
		Disponibilidad del personal	Disponibilidad compartida con otros proyectos.
Esfuerzo realizado	Costos	Cantidad de horas planificadas	1408 horas
		Cantidad de horas requeridas	2968 horas

CARACTERISTICAS DEL PROYECTO			
Proyecto: Sistema de Encuesta de Balances de Capital			
Variable	Disciplina / Metodología	Medición	Descripción
Definición de las entradas al sistema	Alcance	Formatos de entrada	Se definió al inicio del proyecto 1 entrada al sistema
		Cantidad de versiones	1era versión
Determinación de los requerimientos del sistema	Alcance	Alcance inicial	El alcance se definió en una reunión
		Cambios de alcance surgidos	Surgieron cambios en el formato de entrada
		Documento de requerimiento	No se definió DRN debido a que era una iniciativa extraordinaria
		Fecha de inicio	09/2006
		Fecha de entrega propuesta	12/2006
		Fecha de entrega real	02/2007
Documentación de la metodología a sistematizar	Calidad	Cantidad de documentos	Se entregó la documentación de los requerimientos
		Complejidad de la metodología	Baja
Validez de la data de entrada	Calidad	Cantidad de revisiones	No se realizó carga inicial
Calidad del producto	Calidad	Tiempo de respuesta	Alto
		Obtención de resultados	Resultados de acuerdo a los esperados. Sólo se hicieron modificaciones producto de nuevos requerimientos
Riesgos encontrados	Riesgos	Riesgos identificados	Disponibilidad de las áreas de servicio (Administración de Datos) Riesgo de lectura para el procesamiento de los datos. (programas fuera del sistema)
		Prevención de riesgos	No se gestionaron los riesgos
		Mitigación y contingencia del riesgo	
Estándares de desarrollo	Calidad	Documentos de estándares	No existen estándares de desarrollo.
		Software con funciones similares	Software con funciones similares.
Recursos humanos	Recursos humanos	Conocimiento en las herramientas de desarrollo	Alto conocimiento en las herramientas de desarrollo Conocimiento del negocio y de la estrategia de desarrollo a utilizar
		Rotación del personal	No hubo rotación
		Disponibilidad del personal	Mediana disponibilidad
Esfuerzo realizado	Costos	Cantidad de horas planificadas	528 horas
		Cantidad de horas requeridas	880 horas

CARACTERISTICAS DEL PROYECTO			
Proyecto: Sistema de Índice de Precios IPC			
Variable	Disciplina / Metodología	Medición	Descripción
Definición de las entradas al sistema	Alcance	Formatos de entrada	Definidos
		Cantidad de versiones	3era versión
Determinación de los requerimientos del sistema	Alcance	Alcance inicial	Definido en el DRN
		Cambios de alcance surgidos	Se contemplaron los cambios en la metodología
		Documento de requerimiento	DRN aprobado
		Fecha de inicio	01/10/2006
		Fecha de entrega propuesta	01/05/2007
		Fecha de entrega real	30/08/2007
Documentación de la metodología a sistematizar	Calidad	Cantidad de documentos	El usuario entregó la metodología
		Complejidad de la metodología	Alta
Validez de la data de entrada	Calidad	Cantidad de revisiones	15 revisiones
Calidad del producto	Calidad	Tiempo de respuesta	Alto
		Obtención de resultados	De acuerdo a lo requerido
Riesgos encontrados	Riesgos	Riesgos identificados	No se gestionaron los riesgos
		Prevención de riesgos	
		Mitigación y contingencia del riesgo	
Estándares de desarrollo	Calidad	Documentos de estándares	No existen estándares de desarrollo
		Software con funciones similares	Se reutilizó la versión anterior del sistema
Recursos humanos	Recursos humanos	Conocimiento en las herramientas de desarrollo	Nueva herramienta de cálculo
		Rotación del personal	No hubo rotación de personal
		Disponibilidad del personal	Dedicación exclusiva
Esfuerzo realizado	Costos	Cantidad de horas planificadas	1216 horas
		Cantidad de horas requeridas	1912 horas

CARACTERISTICAS DEL PROYECTO			
Proyecto: Sistema sobre Transacciones Monetarias			
Variable	Disciplina / Metodología	Medición	Descripción
Definición de las entradas al sistema	Alcance	Formatos de entrada	Se definieron al inicio del proyecto
		Cantidad de versiones	2da versión
Determinación de los requerimientos del sistema	Alcance	Alcance inicial	Definido en el DRN
		Cambios de alcance surgidos	Se realizaron cambios no contemplados
		Documento de requerimiento	DRN aprobado
		Fecha de inicio	01/04/2006
		Fecha de entrega propuesta	30/12/2006
		Fecha de entrega real	30/05/2007
Documentación de la metodología a sistematizar	Calidad	Cantidad de documentos	No se había definido la metodología de cálculo
		Complejidad de la metodología	Media
Validez de la data de entrada	Calidad	Cantidad de revisiones	No aplica
Calidad del producto	Calidad	Tiempo de respuesta	Medio
		Obtención de resultados	De acuerdo a lo esperado
Riesgos encontrados	Riesgos	Riesgos identificados	No hubo una eficiente gestión de riesgos
		Prevención de riesgos	
		Mitigación y contingencia del riesgo	
Estándares de desarrollo	Calidad	Documentos de estándares	No existen estándares de desarrollo
		Software con funciones similares	Nueva versión diferente a la anterior
Recursos humanos	Recursos humanos	Conocimiento en las herramientas de desarrollo	Personal altamente capacitado
		Rotación del personal	No hubo rotación de personal
		Disponibilidad del personal	Exclusiva
Esfuerzo realizado	Costos	Cantidad de horas planificadas	1560 horas
		Cantidad de horas requeridas	2424 horas

En base a los análisis realizados para cada uno de los proyectos y con el fin de cuantificar la frecuencia relativa de desviación para cada una de las variables se asumió que, cada vez que el proceso de gestión correspondiente a la variable se desvíe se colocará un 1, en caso contrario, se colocó un 0 en señal de que el proceso fue gestionado satisfactoriamente. Este proceso se conoce como operacionalización

de la medición de las variables independientes cualitativas. Según Gujarati (2001) estas variables indican la presencia o ausencia de una cualidad o atributo. Un método de cuantificar tales atributos es mediante la construcción de variables artificiales que pueden adquirir variables de 1 ò 0, el 0 indicando ausencia del atributo y el 1 indicando presencia (o posesión) de ese atributo. Esto permite que las variables puedan ser utilizadas en forma tan fácil como las cuantitativas.

Para determinar la desviación de las variables se utilizaron los siguientes criterios:

- Alcance inicial: Si no se especificó en el Documento de Requerimiento del Negocio el alcance del software entonces hubo desviación de la variable.
- Cambios de alcance: Si no se estableció una gestión de los cambios de alcance ocurridos a lo largo del proyecto entonces se indicará que hubo desviación.
- Documentación de metodología: Si el usuario no tenía la metodología a sistematizar documentada se debe indicar que hubo desviación de la variable.
- Carga inicial: Si se requirió devolver al usuario la data en más de 2 oportunidades porque no cumplía con las reglas de validación establecidas entonces hubo desviación de la variable.
- Calidad: Si no se existen o no se utilizaron estándares de desarrollo, si el tiempo de respuesta no corresponde con los esperados, o si el software no cumple con los requerimientos solicitados hubo desviación de la variable.
- Riesgo: Si no existió una efectiva gestión de riesgo que incluya, identificación, análisis, mitigación y contingencia de los riesgos, hubo desviación de la variable.
- Recursos humanos: Si existe rotación no estimada de personal, si fue necesaria la inclusión de un recurso extra, si la disponibilidad del personal fue menor a la que se había estimado entonces hubo desviación de la variable.
- Trabajo realizado: Si fue necesaria la utilización de horas extras que no estaban estipuladas dentro del cronograma de trabajo o se asignaron actividades no estipuladas que implicaron retrasos, entonces se asume que existió desviación de la variable.

La tabla 8 presenta la frecuencia con la que se desviaron los proyectos para cada una de las variables en estudio.

Tabla 8.- Análisis de las variables

Variables	Proyectos						Frecuencia de problemas por variable
	Sistema de Índices de Precios de Comercio V2	Sistema sobre Transacciones Monetarias	Sistema de Índice de Precios IPC	Sistema de Índices de Balances de Capital	Sistematización de Cuentas Macroeconómicas	Sistema de Comercio Exterior de Bienes (SICEB)	
Alcance inicial	0	0	0	1	1	1	3/6*100=50,0%
Cambios de alcance	0	1	0	1	1	1	4/6*100=66,7%
Documentación de metodología	0	1	0	0	1	1	3/6*100=50%
Carga inicial	0	0	1	0	1	0	2/6*100=33,3%
Calidad	1	1	1	1	1	1	6/6*100=100%
Riesgo	1	1	1	1	1	1	6/6*100=100%
Recursos humanos	1	0	1	0	0	1	3/6*100=50,0%
Trabajo realizado	1	1	0	0	0	0	2/6*100=33,3%
Frecuencia de problemas por proyecto	4/8*100=50.0%	5/8*100=62.5%	4/8*100=50.0%	4/8*100=50.0%	6/8*100=75.0%	6/8*100=75.0%	

Fuente: Guía (2007)

V.2. Indicadores de éxito o fracaso de los proyectos

Luego de analizado cada proyecto individualmente y de haber determinado la frecuencia de desviación de las variables, se obtuvieron los indicadores que intervinieron en el éxito o fracaso de los proyectos. A continuación se detallan:

1. Falta de estándares
2. Alcance inicial no definido claramente.
3. Cambios de alcance surgidos.
4. Poca definición en la metodología a sistematizar.
5. Disponibilidad del personal
6. Resultados esperados
7. Poca rotación de personal
8. Versionamiento de software
9. Gestión de riesgos
10. Tiempos de respuesta

En la tabla 9 se muestra la incidencia que tuvieron los indicadores por variables en los proyectos estudiados. Se indica con un 0 si el indicador tuvo impacto de éxito, con un 1 si fue de fracaso y con una x si no tuvo incidencia.

Tabla 9.- Análisis de indicadores de éxito o fracaso por variable y proyecto

Variables	Indicadores de éxito o fracaso	Proyectos						%Incidencia Positiva (Éxito)	%Incidencia Negativa (Fracaso)
		Sistema de Índices de Precios de Comercio V2	Sistema sobre Transacciones Monetarias	Sistema de Índice de Precios IPC	Sistema de Índices de Balances de Capital	Sistematización de Cuentas Macroeconómicas	Sistema de Comercio Exterior de Bienes (SICEB)		
Alcance inicial	Definición de los formatos de entrada	NA	0	0	0	0	0	5/5*100=100,0%	0/5*100=0%
	Cantidad de versiones	0	0	0	1	1	1	3/6*100=50,0%	3/6*100=50,0%
	Documento de requerimiento	0	0	0	1	0	0	5/6*100=83,3%	1/6*100=16,7%
Cambios de alcance	Cambios de alcance surgidos	0	1	0	1	1	1	2/6*100=33,3%	4/6*100=66,7%
Documentación de metodología	Cantidad de documentos	0	1	0	0	1	1	3/6*100=50%	3/6*100=50%
	Complejidad de la metodología	0	1	0	0	0	1	4/6*100=66,7%	2/6*100=33,3%
Carga inicial	Cantidad de revisiones	0	NA	1	0	1	0	3/5*100=60,0%	2/5*100=40,0%
Calidad	Tiempo de respuesta	1	1	1	0	0	0	3/6*100=50,0%	3/6*100=50,0%
	Obtención de resultados	0	0	0	0	0	0	6/6*100=100%	0/6*100=0%
	Documentos de estándares	1	1	1	1	1	1	0/6*100=0%	6/6*100=100%
	Software con funciones similares	0	1	0	0	1	1	3/6*100=50,0%	3/6*100=50,0%
	Riesgos identificados	1	1	1	1	1	1	0/6*100=0,0%	6/6*100=100%
Riesgo	Prevención de riesgos	1	1	1	1	1	1	0/6*100=0,0%	6/6*100=100%
	Mitigación y contingencia del riesgo	1	0	0	0	0	1	4/6*100=66,7%	2/6*100=33,3%
	Conocimiento en las herramientas de desarrollo	1	0	1	0	0	1	3/6*100=50%	3/6*100=50%
Recursos humanos	Rotación del personal	0	0	0	0	0	1	5/6*100=83,3%	1/6*100=16,7%
	Disponibilidad del personal	0	0	0	0	0	1	5/6*100=83,3%	1/6*100=16,7%
Trabajo realizado	Cantidad de horas planificadas	1	0	0	0	0	0	5/6*100=83,3%	1/6*100=16,7%
	Cantidad de horas requeridas	1	1	0	0	0	1	3/6*100=50%	3/6*100=50%

Fuente: Guía (2007)

V.3. Resultado del diagnóstico de la situación actual

Una vez realizada la investigación se detectaron algunos factores comunes que contribuyeron en la desviación de los distintos proyectos:

1. Falta de estándares para la construcción de software y de definición de entregables por fase del desarrollo del proyecto. El uso de procedimientos y documentación estandarizada proporciona muchos beneficios dentro de los cuales Senn (1991) señala:
 - Es la base de una comunicación clara y rápida.
 - Adiestramiento menos costoso del personal de sistemas.
 - Reducción de costos de almacenamiento.
 - Es útil para cualquiera que tenga la responsabilidad del mantenimiento de los sistemas.
 - Ayuda a los analistas y diseñadores de sistemas en el trabajo de integración de sistemas.
 - Asegura que el sistema opere correctamente.
 - Se utilizan eficientemente los recursos que se dispongan.
2. Alcance inicial no definido claramente, a pesar de que se use como estándar un documento de inicio de proyecto. El alcance de un proyecto describe los límites del mismo y lo que el proyecto va a entregar, qué información se necesita y qué partes de la organización se verán afectadas. PMI (2004) señala que la preparación del alcance del proyecto es crítica para el éxito del proyecto y se construye sobre la base de los principales productos entregables, asunciones y restricciones que se documentan durante la iniciación del proyecto en el enunciado del alcance del proyecto preliminar.
3. Deficiencia en la gestión de cambios de alcance surgidos. No existen procedimientos establecidos que permitan documentar y administrar los cambios de alcance. La administración de cambios en el alcance inicia con la definición de qué es un cambio de alcance. Si el gerente del proyecto no ha definido bien el alcance inicial del proyecto, será muy difícil administrar este alcance durante el

proyecto. El propósito de la administración de cambios en el alcance es proteger la viabilidad de la definición del proyecto ya definida y aprobada. Según el PMI (2004) el control del alcance del proyecto se encarga de influir sobre los factores que crean cambios en el alcance del proyecto y de controlar el impacto de dichos cambios.

4. Deficiencias en lineamientos para estimación de tiempo. Esta situación se debe básicamente a las siguientes razones:
 - No se dispone de información histórica
 - Falta de procesos de estimación
 - Falta de experiencia
 - Poco conocimiento del sistema a desarrollar
 - Alto espíritu de optimismo en los integrantes del equipo.

Pressman (2002) explica que la estimación de recursos, costes y planificación temporal de un esfuerzo en el desarrollo de software requiere experiencia, acceder a una buena información histórica y el coraje de confiar en predicciones (medidas) cuantitativas cuando todo lo que existe son datos cualitativos.

5. Poca definición en la metodología a sistematizar. Los usuarios no tienen documentada la metodología de cálculo de su negocio, por lo que las especificaciones son imprecisas e incompletas lo que conlleva a que una vez que se ha construido el sistema los cambios que deben realizarse en las pruebas son muy costosos. Uno de los problemas de la obtención de requerimientos es que los usuarios no están completamente seguros de lo que necesitan, tienen una pobre comprensión de las capacidades y limitaciones de su entorno de computación, no existe un total entendimiento del dominio del problema, existen dificultades para comunicar las necesidades al personal de sistema o son requisitos ambiguos o poco estables (Pressman, 2002).
6. La carga de data inicial necesaria para producir resultados no cumple con las reglas de validación establecidas por el usuario. El proceso de validación se hace muy largo puesto que mientras el usuario hace las correcciones la data se va modificando producto de sus operaciones. Senn (1999) señala que para realizar la

migración de datos, es muy importante establecer en forma temprana, los datos que se requieren en el nuevo sistema y la ubicación de los datos en el antiguo sistema. También es necesario, conocer los dueños de la información y los criterios de depuración que tendrán los datos seleccionados, para asegurar una óptima calidad de ellos.

7. No existen políticas de calidad definidas ni se han definido los entregables de desarrollo de software. Pressman (2002) define la calidad del software como concordancia con los requisitos funcionales y de rendimiento explícitamente establecidos, con los estándares de desarrollo explícitamente documentados, y con las características implícitas que se espera de todo software. La calidad de un producto software debe evaluarse usando un modelo de calidad que tiene en cuenta criterios para satisfacer las necesidades de los desarrolladores, mantenedores, adquirentes y usuarios finales.

Pressman (2002) explica que se han desarrollado varios modelos de calidad para diferentes productos y procesos software. La mayor parte de ellos están basados en la norma ISO9126. Esta norma define un conjunto de características de calidad que son después refinadas en sub-características que están descompuestas en atributos. Los valores de estos atributos se calculan mediante la utilización de métricas. Estos atributos de calidad son:

- **Funcionalidad:** Un conjunto de atributos que se relacionan con la existencia de un conjunto de funciones y sus propiedades específicas. Las funciones son aquellas que satisfacen lo indicado o implica necesidades. Estos atributos son: idoneidad, exactitud, interoperabilidad, seguridad, cumplimiento de normas.
- **Fiabilidad:** Un conjunto de atributos relacionados con la capacidad del software de mantener su nivel de prestación bajo condiciones establecidas durante un período de tiempo establecido. Está referido por los siguientes atributos: madurez, recuperabilidad, tolerancia a fallas
- **Usabilidad:** Un conjuntos de atributos relacionados con el esfuerzo necesitado para el uso, y en la valoración individual de tal uso, por un establecido o

implicado conjunto de usuarios. Se refleja en los siguientes atributos: aprendizaje, comprensión, operatividad

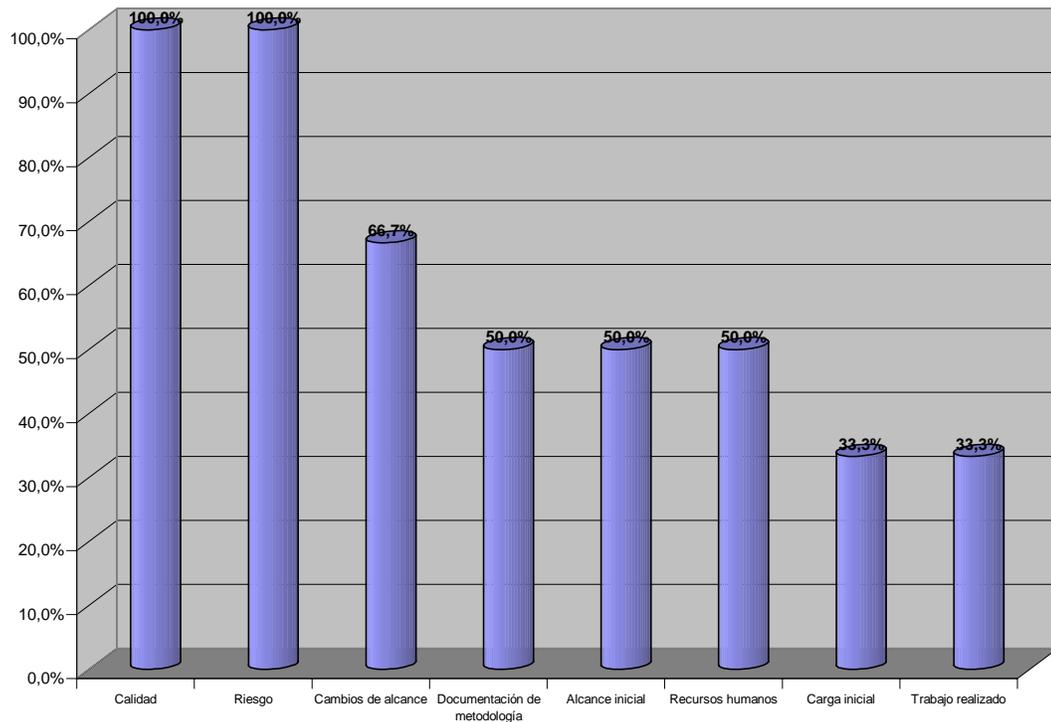
- Eficiencia: Conjunto de atributos relacionados con la relación entre el nivel de desempeño del software y la cantidad de recursos necesitados bajo condiciones establecidas. Estos atributos son: comportamiento en el tiempo, comportamiento de recursos.
 - Facilidad de mantenimiento: Conjunto de atributos relacionados con el esfuerzo necesitado para modificar las especificaciones. Estos atributos son: estabilidad, facilidad de análisis, facilidad de cambio, facilidad de pruebas.
 - Portabilidad: Conjunto de atributos relacionados con la habilidad del software para ser transferido desde un entorno a otro. Entre estos atributos se encuentran: capacidad de instalación, capacidad de reemplazamiento, adaptabilidad.
8. El personal que hace las pruebas es el mismo que desarrolla el producto. Pressman (2002) señala que para ser más eficaces las pruebas deberían ser realizadas por un equipo independiente. El objetivo de las pruebas es ejecutar un programa con la intención de descubrir un error y el personal que desarrolla el programa no tiene intención de conseguir un error en el trabajo realizado.
9. Fallas en la comunicación con el personal de servicio (administradores de base de datos, área de seguridad, puesta en certificación y producción del software). El personal de las áreas de servicio desconocen cuando les corresponde participar en el proyecto por lo cual no pueden planificar sus actividades para atender a las áreas de desarrollo de software. Para desarrollar un sistema se requieren especialistas de distintas áreas técnicas que deben trabajar en conjunto para lograr un producto en el tiempo y con los recursos planificados.
10. Fallas en las estrategias para manejar los riesgos. Pressman (2002) señala diferentes tipos de riesgos:
- Los riesgos del proyecto amenazan el plan del proyecto, si estos riesgos se hacen realidad es probable que la planificación del proyecto se retrase y que los costos aumenten.

- Los riesgos técnicos amenazan la calidad y la planificación del software que hay que producir. Identifican problemas potenciales de diseño, implementación, de interfaz, verificación y de mantenimiento. Además, las ambigüedades de especificaciones, incertidumbre técnica, técnicas anticuadas y las tecnologías de punta son también factores de riesgo.
- Los riesgos del negocio amenazan la viabilidad del software a construir. Los candidatos para los principales riesgos del negocio son: 1) construir un producto que no quiere nadie en realidad; 2) construir un producto que no encaja en la estrategia de la empresa; 3) construir un producto que no se sabe como vender; 4) perder el apoyo de una gestión experta debido a cambios de enfoque o de personal, 5) perder presupuesto o personal asignado.

Según el PMI (2004) la gestión de riesgos del proyecto incluye los procesos relacionados con la planificación, identificación, análisis, respuesta, seguimiento y control de los riesgos. Los objetivos de la gestión de riesgos son aumentar la probabilidad y el impacto de los eventos positivos, y disminuir la probabilidad y el impacto de los eventos adversos para el proyecto.

Luego de realizado el análisis de la muestra se obtiene como resultado el siguiente gráfico (Ver gráfico 3) en la que se puede apreciar la desviación ocurrida en los proyectos para cada variable.

Gráfico 3.- Desviación de las variables



El gráfico 3 refleja que 3 de las variables evaluadas tuvieron una desviación superior al cincuenta por ciento, por lo que se debe hacer hincapié en la gestión de estas variables para así mejorar la ejecución de los proyectos.

A continuación se presentan los resultados obtenidos según la desviación de cada variable:

- **Calidad:** Esta es una de las variables que más afecta a los proyectos. En la institución no existe una documentación estándar con la cual orientarse para la entrega de los productos requeridos. Sólo existe el Documento de Requerimiento del Negocio el cual sirve de punto de partida para el proyecto. No existe documentación formal para metodologías de diseño, estándares de construcción de programas ni para las pruebas de los productos. No se ha procedimentado formalmente los procesos que permitan garantizar la calidad de los productos de software. Todo esto conlleva a tiempos de respuestas no acorde con las exigencias del usuario y a continuos mantenimientos de sistemas, entre otros.

- Riesgos: la gestión de los riesgos no es eficiente. La mayoría de los riesgos se consideran estándar lo cual trae como consecuencia que la evaluación de los riesgos para un proyecto sean obviados. Al no identificar los riesgos no es posible prevenirse ni mitigarse las consecuencias.
- Cambios de alcance: en el 66,7% de los proyectos se observa cambios de alcance de mediano impacto. Este porcentaje se atribuye a fallas en el levantamiento de información o a falta de conocimiento por parte de los usuarios de sus verdaderas necesidades.
- Documentación de metodología: La metodología de cálculo a utilizar para algunos proyectos es compleja. Si el usuario no tiene documentada su metodología es muy probable que una vez que se estén realizando las pruebas se den cuenta que faltó agregar algún detalle que no se especificó. En algunos casos el costo de la modificación es bajo pero en otros ha traído como consecuencia la modificación a la estructura de base de datos y por ende un cambio de alto impacto en la programación.
- Alcance inicial: el alcance inicial se refleja en el Documento de Requerimientos del Negocio donde se indica entre otras cosas: el objetivo, el alcance y los requerimientos del sistema. Sin embargo, la definición de los requerimientos iniciales es muy general con lo cual no puede determinarse hasta que punto contemplará el sistema las necesidades del usuario. Ejemplo: un requerimiento definido puede ser realizar estimación de data faltante, pero no se indica que existen n métodos para hacerlo.
- Recursos humanos: el personal en algunos casos no conoce la herramienta de desarrollo que se utiliza por lo que el proyecto debe cargar con la curva de aprendizaje de los desarrolladores.
- Carga inicial: La mayoría de los sistemas desarrollados por la unidad en estudio requieren para su funcionamiento una carga inicial de datos. Esta carga requiere que se cumpla con las validaciones programadas en el sistema y generalmente la data que tiene el usuario para sus procesos de cálculo no cumple con las especificaciones por lo cual es devuelta en muchas

oportunidades para su corrección. Sin embargo, como la data no es estática se corrigen algunos errores pero otros se generan nuevos haciendo que el proceso de carga sea extremadamente lento.

- Tiempo trabajado: no se han clarificado los procesos para solicitar y atender requerimientos con las áreas de servicio que apoya el desarrollo de sistema, (esto es la interacción con el personal de tecnología, telemática, base de datos, seguridad) haciendo imposible estimar el tiempo requerido de estas áreas para el proyecto. Las áreas de servicio no sólo atiende a la unidad en estudio por lo que en algunos casos, hay que esperar algún tiempo para ser atendido que no se ha estimado.

**CAPITULO VI: GUIA PARA REALIZAR ESTUDIOS DE FACTIBILIDAD
ECONOMICA**

CAPITULO VI: GUIA PARA REALIZAR ESTUDIOS DE FACTIBILIDAD ECONOMICA

En el presente capítulo, se detallan los aspectos que contempla la guía propuesta, con el fin de ayudar al personal a realizar los estimados que permitan la eficiente toma de decisiones respecto a los recursos económicos a utilizar en los proyectos de desarrollo de sistemas.

V.1. Objetivos de la guía

La guía propuesta tiene como objetivo principal describir el procedimiento para realizar estudios de factibilidad económica facilitando la estimación del costo y tiempo de ejecución del proyecto.

V.2. Alcance de la guía

Los elementos utilizados en la guía propuesta son de carácter general y pueden ser utilizados por la Coordinación de Estudios, otra unidad del Banco Central de Venezuela o de otra empresa para realizar estudios de factibilidad económica de proyectos de desarrollo de sistemas.

V.3. Guía propuesta

Para la realización de la guía propuesta se utilizaron las bases teóricas explicadas en el marco de referencia conceptual presentado en este trabajo de investigación.

La principal base teórica a utilizar es la referida al modelo de estimación COCOMO II. Este modelo permite la estimación de costos y duración de proyectos antes de haber determinado completamente su estructura (es decir, es de aplicación en las primeras etapas del ciclo de desarrollo). Este modelo utiliza un conjunto de

atributos conductores de costes, y para él se definen ecuaciones para estimación. Se basa en las métricas de Puntos Función no Ajustados.

La guía consta de los siguientes apartados:

- Definición del alcance del proyecto
- Documentación de condiciones, restricciones y riesgos
- Identificación de los tipos de objetos a construir
- Clasificación de los objetos de acuerdo a su complejidad
- Asignación de pesos a los componentes del sistema
- Determinación del grado de los factores de influencia en la dificultad del sistema
- Calcular el número de líneas de código
- Identificación de supuestos de estimación
- Estimar el costo total del proyecto
- Estimar los costos para cada fase del proyecto
- Preparación del informe de estudio de factibilidad económica del proyecto

V.3.1. Definición del alcance del proyecto

La primera actividad de la guía es clarificar los objetivos del proyecto. Un objetivo de proyecto es un enunciado que especifica los resultados que se deben conseguir. Los objetivos bien definidos son los que cumplen las siguientes características:

- Asequible: identifica una meta que puede alcanzarse con los tiempos y restricciones existentes.
- Definitivo: especifica concretamente qué es lo que se debe lograr y en qué grado de detalle.
- Cuantificable: indica un criterio de finalización.

Se debe describir el producto o especificación de requerimientos del software, es decir, documentar las características del producto o servicio que se obtendrá con la realización del proyecto. También debe incluir las relaciones entre el producto o servicio que se creará y las necesidades del negocio o cualquier otro estímulo que dieron lugar al proyecto. El detalle inicial debe ser suficiente para soporte de la planificación del proyecto.

La definición del alcance del proyecto debe realizarse siguiendo el siguiente esquema¹:

Resumen del proyecto

Esta sección debe formular brevemente el propósito del sistema para el cual este documento aplica. Debe contener:

Naturaleza general de sistema: [Debe responder las preguntas ¿de qué trata?, ¿en qué está basado?]

Historia del proyecto: [Debe responder a las preguntas ¿por qué surge?, ¿qué lo activó? ¿qué lo justifica?]

Involucrados o afectados (stakeholders): [Personas u organizaciones que están involucradas en el proyecto o que se vean afectados y que tienen una influencia en los requerimientos. Estos pueden ser los usuarios finales, las unidades de negocio patrocinantes, los gerentes, los líderes, los clientes de la organización, los analistas encargados de desarrollar el proyecto, los analistas de negocio y las dependencias nacionales e internacionales que tengan alguna relación con el proyecto objeto de este documento]

Objetivos del proyecto

Listar los objetivos y/o metas del sistema más importantes para el negocio.

¹ Este esquema se encuentra inmerso en el Documento de Requerimientos del Negocio utilizado como estándar en la Gerencia de Sistemas e Informática del Banco Central de Venezuela

Los objetivos deben ser enumerados y redactados de forma que especifiquen acciones (con el verbo en infinitivo).

Alcance del proyecto

Explicar lo que se hará (trabajos a realizar) para cumplir los objetivos mencionados en el punto anterior, y, si es necesario, lo que no se hará. Esto con el propósito de delimitar el proyecto. Además, se deberán describir los beneficios que se derivarán de su uso.

V.3.2. Documentación de condiciones, restricciones y riesgos

Este apartado permite evidenciar las características en las cuales se prevé se realizará el proyecto, a la vez que documenta las limitaciones y los riesgos que se pueden presentar con el fin de gestionarlos eficientemente una vez que se haya dado la aprobación del proyecto. Se recomienda presentar este apartado de la siguiente manera:

Restricciones

Aplican a los ítems cuyas características se van a estimar. Estas provienen de los usuarios o jefes. Por ejemplo, el proyecto es de gran envergadura y los usuarios generalmente especifican la fecha de completación del proyecto.

Condiciones

Son aquellas razones dentro de las cuales se debe realizar el estimado. Ejemplo: la cantidad de días.

Riesgos²

Determinar los riesgos posibles que puedan impactar significativamente el éxito del proyecto y documentar sus características. Se deben listar todos los riesgos identificados, utilizando la siguiente matriz (ver ejemplo):

² Ídem

Tabla 10.- Riesgos del proyecto

Registro de Riesgos						
ID	Tipo / Clasificación	Riesgo	Causa	Efecto	Área de Impacto	Afectación
R1	Alcance / Calidad	Cambios sustanciales en los requerimientos originales	Cliente disperso y no centrado	Cambios en la documentación de diseño y retrabajo	Tiempo	Desfavorable
R2	Económico	Dificultad en honrar pagos en el exterior	Presencia del control cambiario	Retrazo en la procura de equipos mayores	Tiempo Costo	Desfavorable
R3	Gerencial	Consecución rápida de recursos	Proyecto de alto interés gerencial	Adelanto de la fecha de inicio del proyecto	Tiempo	Favorable

V.3.3. Identificación de los tipos de objetos a construir

Este paso consiste en determinar cuáles son los componentes del sistema a medir, de interés para el conteo de Puntos Función. Se recomienda listar cada elemento con el fin de evitar su recuento en otro componente. En el ámbito de los Puntos Función, los sistemas están divididos en cinco componentes básicos. Agregamos un sexto componente (programas de cálculo) que se basan en los puntos característica.

Entradas externas:

Cada Entrada Externa es un proceso elemental a través del cual se permite la entrada de datos al sistema. Estos datos provienen bien de una aplicación ajena al sistema, o bien del usuario, el cual los introduce a través de una pantalla de entrada de datos. No se incluyen las consultas al sistema, ya que éstas se contabilizan por separado. Los datos de entrada son usados para agregar una o más tablas al sistema. Para determinar las Entradas Externas, se recomienda examinar el formato de los formularios o archivos de entrada.

Salidas externas:

Cada Salida Externa es un proceso elemental a través del cual se permite la salida de datos del sistema. Estos datos suelen ser los resultados derivados de la ejecución de programas o la evaluación de fórmulas, y generan informes o

archivos de salida que sirven de entrada a otras aplicaciones. En la creación de estos informes o archivos de salida intervienen uno o más tablas de la base de datos. Una forma de determinar las Salidas Externas de un sistema es observar los posibles informes de salida de datos y los formatos de los archivos que se envían a otras aplicaciones

Consultas externas:

Cada Consulta Externa es un proceso elemental con componentes de entrada y de salida que consiste en la selección y recuperación de datos de una o más tablas del sistema, y su posterior devolución al usuario o aplicación que los solicitó. Se trata, entonces, de peticiones interactivas que requieren una respuesta del sistema. En el proceso de solicitud no se actualiza ninguna tabla, y en el proceso de salida los datos devueltos no contienen datos derivados (es decir, datos resultantes de la ejecución de algoritmos o la evaluación de fórmulas).

Tablas de base de datos de uso interno:

Es un conjunto de datos definidos por el usuario y relacionados lógicamente, que residen en su totalidad dentro de la propia aplicación, y que son mantenidos a través de la Entradas Externas del sistema. Para determinar las posibles tablas de base de datos se suelen examinar los modelos físicos y/o lógicos preliminares, los formatos de tablas, las descripciones de bases de datos, etc.

Tablas de base de datos de uso externo:

Es un conjunto de datos definidos por el usuario, que están relacionados lógicamente y que sólo son usados para propósitos de referencia. Los datos residen en su totalidad fuera de los límites de la aplicación y son mantenidos por otras aplicaciones. En definitiva, una tabla de base de datos de uso externo es una tabla de uso interno para otra aplicación. Para determinar las posibles tablas se suelen analizar las descripciones de interfaces del sistema con otras aplicaciones.

Programas de cálculo:

Es un algoritmo para resolver un problema computacional de alcance y límites bien definidos, que se implementa dentro de una determinada aplicación informática.

V.3.4. Clasificación de los objetos de acuerdo a su complejidad

En este apartado, hay que señalar en primer lugar, que si se el sistema contempla programas de cálculo no hay que clasificarlos de acuerdo a la complejidad pues se debe usar el método Puntos Característica que no están clasificados por complejidad.

Si no se contemplan programas de cálculo, y una vez que se han determinado la cantidad de elementos para cada componente se procede a la clasificación de los componentes del sistema. Más exactamente, se trata de determinar la complejidad de cada componente, aunque esto es algo subjetivo. Para tratar de eliminar parte de esta subjetividad, se suelen formular preguntas concretas acerca de los componentes³, como las que se muestran a continuación:

Entradas externas:

¿Necesitan las Entradas Externas acceder a más o a menos de 3 tablas? Si referencia a más de 3 tablas será considerada de complejidad Alta, si referencia a 3 tablas será considerada Media y cualquiera que referencie a menos de 3 será considerada de complejidad Baja.

Salidas externas:

¿Necesitan las Salidas Externas acceder a más o a menos de 4 tablas? Si referencia a más de 4 tablas será considerada de complejidad Alta, si referencia a

³ Se utiliza la estrategia formulada por Sánchez (1999).

4 tablas será considerada Media y cualquiera que referencie a menos de 4 será considerada de complejidad Baja.

Consultas externas:

Como cada Consulta Externa tiene un componente de entrada y otro de salida, para el componente de entrada se siguen los criterios aplicables a las Entradas Externas, y para el componente de salida los criterios aplicables a las Salidas Externas. Si se obtuvieran complejidades distintas para cada componente, desecharíamos la complejidad más baja y nos quedaríamos con la más alta.

Tablas de base de datos de uso interno y de uso externo:

¿Están compuestas las tablas de un solo tipo de registro, o de más de un tipo de registro? Si todos o la mayoría de las tablas contienen un solo tipo de registro, entonces todo lo que necesitamos saber es si la tabla contiene más o menos de 50 tipos de datos distintos. Si contiene más de 50 tipos de datos distintos, la tabla será considerada de complejidad Alta y si contiene menos de 50 tipos de datos distintos será considerado de complejidad Baja. Cualquier tabla que esté formada por más de un tipo de registro, deberá considerarse aparte y ser contado por separado.

Programas de cálculo:

Se consideraran siempre de complejidad alta.

V.3.5. Asignación de pesos a los componentes del sistema

Luego de la división de las funciones de usuario según su tipo y complejidad se les aplica un peso, como aparece reflejado en la tabla adjunta, obteniendo el total de los puntos función sin ajustar, en el caso que el software a producir no requiera programas de cálculo:

Tabla 11.- Tamaño funcional del sistema bajo el método de Puntos función

Tipo Componente	Complejidad	Número de Componentes	Puntos Función Asignados	Puntos Función Totales
Entradas Externas	Baja		3	
	Media		4	
	Alta		6	
Salidas Externas	Baja		4	
	Media		5	
	Alta		7	
Consultas Externas	Baja		3	
	Media		4	
	Alta		6	
Tablas de base de datos de uso interno	Baja		7	
	Media		10	
	Alta		15	
Tablas de base de datos de uso externo	Baja		5	
	Media		7	
	Alta		10	
Nº Total de Puntos Función sin Ajustar				

Fuente: Sánchez (1999)

En el caso que el software a producir requiera programas de cálculo, se utilizará el método Puntos Característica, con los pesos que se describen en la siguiente tabla:

Tabla 12.- Tamaño funcional del sistema bajo el método de Puntos Característica

Tipo Componente	Número de Componentes	Puntos Función Asignados	Puntos Función Totales
Entradas Externas		4	
Salidas Externas		5	
Consultas Externas		4	
Tablas de base de datos de uso interno		7	
Tablas de base de datos de uso externo		7	
Programas de cálculo		3	
Nº Total de Puntos Característica sin Ajustar			

Fuente: Sánchez (1999)

V.3.6. Determinación del grado de los factores de influencia en la dificultad del sistema

La estimación del contador de puntos de función (CF) debe ajustarse valorando la "complejidad del proceso", la cual puede variar dependiendo del entorno de desarrollo y de las características propias de la aplicación.

Esta complejidad puede verse afectada según este método por catorce características, las cuales se evalúan de conformidad a una escala de "grados de influencia" que toma valores enteros comprendidos entre 0 (sin influencia alguna) y 5 (grado de influencia más elevado). Es decir:

Tabla 13.- Características de la aplicación

Factores de Influencia en la Dificultad del Sistema	Grado
1. Comunicaciones de datos: concierne a la transmisión de datos o información de control, enviados o recibidos mediante algún sistema de comunicaciones.	
2. Procesamiento distribuido: concierne a si una aplicación es monolítica y se ejecuta en un único procesador, o si la aplicación consiste en código independiente ejecutándose en procesadores distintos y persiguiendo un fin común.	
3. Objetivos de rendimiento: tendrán una puntuación de 0 si el rendimiento de la aplicación no es relevante, o por el contrario la puntuación será 5 si es un factor crítico.	
4. Configuración de uso intensivo: indica si el sistema se va a implantar en un entorno operativo que será utilizado de manera intensa.	
5. Tasas de transacción rápidas: tendrá una puntuación de 5 si el volumen de transacciones es suficientemente alto como para requerir un esfuerzo de desarrollo especial para conseguir la productividad deseada.	
6. Entrada de datos en línea: tendrá una puntuación de 0 si son interactivas menos del 15 por ciento de las transacciones, y tendrá una puntuación de 5 si más del 50 por ciento de las transacciones son interactivas.	
7. Amigabilidad en el diseño: determina si las entradas de datos interactivas requieren que las transacciones de entrada se lleven a cabo sobre múltiples pantallas o variadas operaciones.	
8. Actualización de datos en línea: tendrá puntuación máxima si las actualizaciones en línea son obligatorias y especialmente dificultosas, quizá debido a la necesidad de realizar copias de seguridad, o de proteger los datos contra cambios accidentales.	
9. Procesamiento complejo: se puntuará con 5 si se requieren gran cantidad de decisiones lógicas, complicados procedimientos matemáticos o difícil manejo de excepciones.	
10. Reusabilidad: indica si gran parte de la funcionalidad del proyecto, está pensada para un uso intensivo por otras aplicaciones.	
11. Facilidad de instalación: un valor de 5 denota que la instalación del sistema es tan importante que requiere un esfuerzo especial para desarrollar el	

software necesario para realizarla.

12. Facilidad operacional: un valor de 5 indica que el sistema realiza pocas operaciones

13. Adaptabilidad: una puntuación máxima indicaría que el sistema se ha diseñado para soportar múltiples instalaciones en diferentes entornos y organizaciones.

14. Versatilidad: Determina si la aplicación se ha realizado para facilitar los cambios y para ser utilizada por el usuario.

Total grados de influencia

El cálculo de los grados de influencia se realiza con la siguiente ecuación:

$$GI = \sum_1^{14} C$$

Como resultado obtenemos los puntos de función ajustados.

$$PF = CF * (0.65 + (0.01 * GI))$$

PF: Puntos función ajustados

CF: Puntos función sin ajustar

GI: Grados de influencia.

V.3.7. Calcular el número de líneas de código

Para calcular las líneas de código se utiliza la siguiente ecuación:

$$LC = PF * (LP)$$

$$KLDC = \frac{LC}{1000}$$

PF: Puntos función ajustados

LC: Líneas de código

KLD: Miles de líneas de código

LP: Líneas de código por el lenguaje de programación, descritos en la tabla 14

Tabla 14.- Líneas de código por lenguaje de programación

Lenguaje (o entorno de programación)	Líneas de Código por Punto función
4GL	40
Ada 83	71

Lenguaje (o entorno de programación)	Líneas de Código por Punto función
Ada 95	49
APL	32
BASIC - compilado	91
BASIC - interpretado	128
BASIC ANSI/Quick/Turbo	64
C	128
C++	29
Clipper	19
Cobol ANSI 85	91
Delphi 1	29
Ensamblador	320
Ensamblador (Macro)	213
Forth	64
Fortran 77	105
FoxPro 2.5	34
Generador de Informes	80
Hoja de Cálculo	6
Java	53
Modula 2	80
Oracle	40
Oracle 2000	23
Paradox	36
Pascal	91
Pascal Turbo 5	49
Power Builder	16
Prolog	64
Visual Basic 3	32
Visual C++	34
Visual Cobol	20

Fuente: Fuentes(1999)

V.3.8. Identificación de supuestos de estimación

Debe indicarse todas las suposiciones en que se realizó la estimación, aquellas razones dentro de las cuales se va a realizar el estimado. Estos supuestos parten de los atributos de costos del modelo COCOMO que tratan de capturar el impacto del entorno del proyecto en el costo de desarrollo. La representación de este apartado es el que sigue:

Supuestos de estimación:

Seleccionar de acuerdo a la información que se maneje al momento cada valor de los atributos descritos en la tabla 15. Posteriormente se multiplica cada valor elegido y se totaliza como factor de ajuste de estimación:

Tabla 15.- Supuestos de estimación Modelo COCOMO

Atributos	Muy bajo	Bajo	Normal	Alto	Muy alto	Extra alto	Valor elegido
Atributos del producto							
<u>Garantía de funcionamiento requerida al software:</u> Indica las posibles consecuencias para el usuario en el caso que todavía existan defectos en el producto. Una puntuación "muy bajo" indica que solamente hace falta eliminar los defectos sin ninguna otra consecuencia. "Baja" el efecto de un fallo software es una pérdida fácilmente recuperable para los usuarios. "Normal" el efecto es una moderada pérdida para los usuarios, pero es una situación de la que se puede salir sin excesiva dificultad. "Alto": el efecto es una gran pérdida financiera o una inconveniencia masiva humana. "Muy Alto": el efecto es una pérdida de vidas humanas.	0.75	0.88	1.00	1.15	1.40	-	
<u>Tamaño de la base de datos:</u> Indica el tamaño de la base de datos a desarrollar en relación con el tamaño del programa. Tenemos cuatro segmentos con la razón 10-100-1000, que determinan las puntuaciones de 'bajo' a 'muy alto'.	-	0.94	1.00	1.08	1.16	-	
<u>Complejidad del producto:</u> Indica la complejidad de cada módulo y se utiliza para determinar la complejidad compuesta del sistema. Entonces la puntuación puede variar de 'muy bajo' si el módulo está compuesto de expresiones matemáticas simples a 'extremadamente alto' para módulos que utilizan muchos recursos de planificación.	0.70	0.85	1.00	1.15	1.30	1.65	
Atributos del computador							
<u>Restricción de tiempo de ejecución:</u> Siempre será más exigente para un programador escribir un programa que tiene una restricción en el tiempo de ejecución. Esta puntuación se expresa en el porcentaje de tiempo de ejecución disponible. Es "normal" cuando el porcentaje es el 50%, y 'extremadamente alto' cuando la restricción es del 95%	-	-	1.00	1.11	1.30	1.66	
<u>Tiempo de respuesta del computador:</u> Cuantifica el tiempo de respuesta del computador desde el punto de vista del programador. Cuanto mayor sea el tiempo de respuesta, más alto será el esfuerzo humano. Puede variar desde 'bajo' para un sistema interactivo a 'muy alto', cuando el tiempo medio de respuesta es de más de 12 horas.	-	0.87	1.00	1.07	1.15	-	

Atributos	Muy bajo	Bajo	Normal	Alto	Muy alto	Extra alto	Valor elegido
<u>Restricción del almacenamiento principal:</u> Se espera que un cierto porcentaje del almacenamiento principal sea utilizado por el programa. El esfuerzo de programación se incrementa si el programa tiene que correr en un volumen menor del almacenamiento principal. Esta variable captura este esfuerzo extra de "normal" cuando la reducción del almacenamiento principal es del 50% a 'extremadamente alto' cuando la reducción es del 95%.	-	-	1.00	1.06	1.21	1.56	
<u>Volatilidad de la máquina virtual:</u> Durante el desarrollo del software la máquina (hard y soft) en la que el programa se va a desarrollar puede sufrir algunos cambios. Esta variable lo refleja desde 'bajo' a 'muy alto'	-	0.87	1.00	1.15	1.30	-	
Atributos del personal							
<u>Capacidad del equipo de proyecto:</u> La capacidad del grupo de analistas, en términos de habilidad de análisis, eficiencia y capacidad para cooperar tiene un impacto significativo en el esfuerzo humano. Cuanto más capaz sea el grupo, menos esfuerzo será necesario. Esta variable puede estar en un rango desde 'muy bajo' a 'muy alto'	1.46	1.19	1.00	0.86	0.71	-	
<u>Experiencia en la aplicación:</u> La experiencia del grupo en una aplicación similar tiene una gran influencia en el esfuerzo. Puede variar desde 'muy bajo' (menos de cuatro meses de experiencia) a 'muy alto' (mayor de 12 años de experiencia). "Muy bajo" < 4 meses de experiencia. "Bajo" 1 año de experiencia media. "Normal" 3 años de experiencia media. "Alto": 6 años de experiencia media. "Muy Alto" > 12 años o reimplantación de un sistema.	1.29	1.13	1.00	0.91	0.82	-	
<u>Capacidad del programador:</u> La cuantificación es similar a la de capacidad del equipo, pero en este caso relacionado con los programadores. Se aplica a los programadores como grupo, pero no a los programadores individuales	1.42	1.17	1.00	0.86	0.70	-	
<u>Experiencia en máquina virtual:</u> Cuanto mayor sea la experiencia del grupo de programación con el procesador, menor será el esfuerzo necesario. Puede variar desde 'muy bajo', cuando la experiencia es menor de un mes, a 'alto' cuando esta experiencia es mayor de 3 años. "Muy bajo": < 1 mes experiencia media. "Bajo": 4 meses "Normal": 1 año. "Alto": > 3 años	1.21	1.10	1.00	0.90	-	-	
<u>Experiencia en lenguaje de programación:</u> Un grupo de programadores con amplia experiencia en un lenguaje determinado programará de una manera mucho más segura, generando un menor número de defectos y de requerimientos humanos. Puede variar desde	1.14	1.07	1.00	0.95	-	-	

Atributos	Muy bajo	Bajo	Normal	Alto	Muy alto	Extra alto	Valor elegido
'muy bajo' a 'alto' para un grupo de un mes a tres años de experiencia, respectivamente. "Muy bajo": < 1 mes experiencia media. "Bajo": 4 meses "Normal": 1 año. "Alto": > 3 años							
Atributos del proyecto							
Prácticas de programación modernas: Utilización de modernas prácticas de programación. Varía de 'muy bajo' a 'muy alto'. Estas prácticas incluyen, por ejemplo, programación estructurada y desarrollo 'top-down'. "Muy bajo": no se utilizan prácticas modernas de programación (PMP). "Bajo": uso experimental de algunas PMP. "Normal": experiencia razonable en el uso de algunas PMP. "Alto": experiencia razonable en gran parte de PMP. "Muy alto": uso habitual de PMP	1.24	1.10	1.00	0.91	0.82	-	
Utilización de herramientas software: El uso adecuado de herramientas software es un multiplicador de la productividad. La puntuación varía desde 'muy bajo' cuando sólo se utilizan herramientas básicas, a 'muy alto' cuando se utilizan herramientas específicas.	1.24	1.10	1.00	0.91	0.83	-	
Plan de desarrollo requerido: El tiempo nominal de desarrollo es el plazo que requiere menor esfuerzo humano. Cualquier apresuramiento ('muy bajo') o retraso ('muy alto') demandarán más esfuerzo.	1.23	1.08	1.00	1.04	1.10	-	
Factor de ajuste de estimación total	$FAet = \prod_{1}^{15} Atr$						

V.3.9. Estimar el costo total del proyecto

Para calcular el esfuerzo de construcción del software, se debe en primer lugar, definir en que modo de desarrollo se realizará el software, mediante la siguiente definición:

- Orgánico. Proyectos de no más de 50 KLDC (50.000 LDC), sobre áreas muy específicas y bien conocidas por el equipo participante.
- Semiempotrado (semilibre). El nivel de experiencia del equipo de desarrollo se sitúa en niveles intermedios y suelen ser sistemas con interfaces con otros sistemas, siendo su tamaño menor a 300 KLDC.

- Empotrado (restringido). Proyectos de gran envergadura, con una exigencia de altos niveles de fiabilidad y en los que participan muchas personas.

Una vez definido el modo de desarrollo se calculan las variables del modelo intermedio del COCOMO utilizando la siguiente tabla:

Tabla 16.- Estimación del costo

Variables de estimación	Modo de desarrollo		
	Orgánico	Semiempotrado	Empotrado
Esfuerzo nominal	$EN=3,2(KLDC)^{1,05}h-m$	$EN=3,0(KLDC)^{1,12}h-m$	$EN=3,8(KLDC)^{1,20}h-m$
Esfuerzo estimado	$ED=EN * \text{Factor de ajuste de estimación total}$		
Tiempo de desarrollo	$TD=2,5(ED)^{0,38}m$	$TD=2,5(ED)^{0,35}m$	$TD=2,5(ED)^{0,32}m$
Productividad	$PR = LDC / ED$		
Nº medio de personas	$FSP \text{ (Full-Time equivalent Software Personel) } PE= ED/ TDh$		
Esfuerzo De Mantenimiento	<p>TCA (Tráfico de cambio anual): porción de instrucciones fuente que sufren algún cambio durante un año, bien sea por adición o por modificación.</p> <p>$EM= TCA \times ED$</p> <p>Y por tanto el valor medio del número de personas a tiempo completo, dedicadas a mantenimiento durante 12 meses sería:</p> <p>$(PE)M= EM/ 12$</p>		

h=hombre, m=mes, h-m=hombres-mes
Fuente : De La Fuente (1999)

V.3.10. Estimar los costos para cada fase del proyecto

Una vez que se estima el esfuerzo global se pueden realizar los estimados para las distintas fases del proyecto. Todo esto en base al tamaño del proyecto en KDL y a los modos de desarrollo del modelo COCOMO.

Tabla 17.- Estimación del costo por fase del proyecto

Fase	Esfuerzo				Tiempo			
	Pequeño (2 KDLC)	Intermedio (8 KDLC)	Mediano (32 KDLC)	Largo (128 KDLC)	Pequeño (2 KDLC)	Intermedio (8 KDLC)	Mediano (32 KDLC)	Largo (128 KDLC)
Modo Orgánico: sobre áreas muy específicas y bien conocidas por el equipo participante								
Planificación y requerimientos	6%	6%	6%	6%	10%	11%	12%	13%
Diseño General	16	16	16	16	19	19	19	19
Diseño Detallado	26	25	24	23	63	59	55	51
Construcción y pruebas unitarias	42	40	38	36				
Pruebas de integración	16	19	22	25	18	22	26	30
Modo Semilibre: El nivel de experiencia del equipo de desarrollo se sitúa en niveles intermedios y suelen ser sistemas con interfaces con otros sistemas								
Planificación y requerimientos	7%	7%	7%	7%	16%	18%	20%	22%
Diseño General	17	17	17	17	24	25	26	27
Diseño Detallado	27	26	25	24	56	52	48	44
Construcción y pruebas unitarias	37	35	33	31				
Pruebas de integración	19	22	25	28	20	23	26	29
Modo restringido: Proyectos de gran envergadura, con una exigencia de altos niveles de fiabilidad y en los que participan muchas personas								
Planificación y requerimientos	8%	8%	8%	8%	24%	28%	32%	36%
Diseño General	18	18	18	18	30	32	34	36
Diseño Detallado	28	27	26	25	48	44	40	36
Construcción y pruebas unitarias	32	30	28	26				
Pruebas de integración	22	25	28	31	22	24	26	28

V.3.11. Preparación del informe de estudio de factibilidad económica del proyecto

Se recomienda que el informe de estudio de factibilidad tenga el siguiente esquema:

INFORME DE ESTUDIO DE FACTIBILIDAD ECONÓMICA

Sistema: _____ Código: _____

Preparado por: _____ Fecha: _____

Revisado por: _____ Fecha: _____

I.- DEFINICIÓN DEL ALCANCE DEL PROYECTO

RESUMEN DEL PROYECTO

NATURALEZA GENERAL DE SISTEMA:

HISTORIA DEL PROYECTO:

INVOLUCRADOS O AFECTADOS (STAKEHOLDERS):

OBJETIVOS DEL PROYECTO

ALCANCE DEL PROYECTO

CONDICIONES, RESTRICCIONES Y RIESGOS

II.- PREPARACION DEL ESTIMADO

LISTA DE LOS TIPOS DE OBJETOS A CONSTRUIR

Software sin programas de cálculo

Tipo Componente	Simple	Medio	Complejo	Total
Entradas Externas	___ *3= ___	___ *4= ___	___ *6= ___	
Salidas Externas	___ *4= ___	___ *5= ___	___ *7= ___	
Consultas Externas	___ *7= ___	___ *10= ___	___ *15= ___	
Tablas de base de datos de uso interno	___ *5= ___	___ *7= ___	___ *10= ___	
Tablas de base de datos de uso externo	___ *3= ___	___ *4= ___	___ *6= ___	
Total Puntos Función sin ajustar				

Software con programas de cálculo

Tipo Componente	Puntos asignados	Total
Entradas Externas	___ *4= ___	
Salidas Externas	___ *5= ___	
Consultas Externas	___ *4= ___	
Tablas de base de datos de uso interno	___ *7= ___	
Tablas de base de datos de uso externo	___ *7= ___	
Programas de cálculo	___ *3= ___	
Total Puntos Función sin ajustar		

Complejidad del proceso

Características	Grados	Características	Grados
C1. Comunicaciones de datos		C8. Actualización de datos en línea	
C2. Procesamiento distribuido		C9. Procesamiento complejo	
C3. Objetivos de rendimiento		C10. Reusabilidad	
C4. Configuración de uso intensivo		C11. Facilidad de instalación	
C5. Tasas de transacción rápidas		C12. Facilidad operacional	
C6. Entrada de datos en línea		C13. Adaptabilidad	
C7. Amigabilidad en el diseño		C14. Versatilidad	

$$\text{Total grados de influencia} \quad GI = \sum_{i=1}^{14} C$$

Escala de grados de influencia

No influye = 0	Media = 3
Insignificante = 1	Significativa = 4
Moderada = 2	Fuerte = 5

Total puntos de función	$PF = CF * (0.65 + (0.01 * GL))$
-------------------------	----------------------------------

Nº de líneas de código	$LC = PF * (LP)$
------------------------	------------------

Miles de líneas de código	$KLDC = \frac{LC}{1000}$
---------------------------	--------------------------

Parámetros de costos							
Atributos	Muy bajo	Bajo	Normal	Alto	Muy alto	Extra alto	Valor elegido
Atributos del producto							
Garantía de funcionamiento requerida al software	0.75	0.88	1.00	1.15	1.40	-	
Tamaño de la base de datos	-	0.94	1.00	1.08	1.16	-	
Complejidad del producto	0.70	0.85	1.00	1.15	1.30	1.65	
Atributos del computador							
Restricción de tiempo de ejecución	-	-	1.00	1.11	1.30	1.66	
Tiempo de respuesta del computador	-	0.87	1.00	1.07	1.15	-	
Restricción del almacenamiento principal	-	-	1.00	1.06	1.21	1.56	
Volatilidad de la máquina virtual	-	0.87	1.00	1.15	1.30	-	
Atributos del personal							
Capacidad del equipo de proyecto	1.46	1.19	1.00	0.86	0.71	-	
Experiencia en la aplicación	1.29	1.13	1.00	0.91	0.82	-	
Capacidad del programador	1.42	1.17	1.00	0.86	0.70	-	
Experiencia en máquina virtual	1.21	1.10	1.00	0.90	-	-	
Experiencia en lenguaje de programación	1.14	1.07	1.00	0.95	-	-	
Atributos del proyecto							
Prácticas de programación modernas	1.24	1.10	1.00	0.91	0.82	-	
Utilización de herramientas software	1.24	1.10	1.00	0.91	0.83	-	
Plan de desarrollo requerido	1.23	1.08	1.00	1.04	1.10	-	

$$\text{Factor de ajuste de estimación total } FAet = \prod_1^{15} Atr$$

Estimación total del proyecto			
	Orgánico	Semiempotrado	Empotrado
Esfuerzo nominal	$E_N=3,2(KLDC)^{1,05}h-m$	$E_N=3,0(KLDC)^{1,12}h-m$	$E_N=3,8(KLDC)^{1,20}h-m$
Esfuerzo estimado	$E_D=E_N * \text{Factor de ajuste de estimación total}$		

Tiempo de desarrollo	$T_D=2,5(E_D)^{0,38}m$	$T_D=2,5(E_D)^{0,35}m$	$T_D=2,5(E_D)^{0,32}m$
Productividad	$PR = LDC / E_D$		
Nº medio de personas	FSP (Full-Time equivalent Software Personal) $P_E= E_D/ T_{Dh}$		
Esfuerzo De Mantenimiento	<p>TCA (Tráfico de cambio anual): porción de instrucciones fuente que sufren algún cambio durante un año, bien sea por adición o por modificación.</p> <p>$E_M= TCA \times E_D$</p> <p>Y por tanto el valor medio del número de personas a tiempo completo, dedicadas a mantenimiento durante 12 meses sería:</p> <p>$(P_E)_M= E_M/ 12$</p>		

Estimación de costos para cada fase del proyecto

Modo de desarrollo

Tamaño en SDLC

Esfuerzo y tiempo estimado por cada fase

Fase	Esfuerzo	Tiempo
Planificación y requerimientos	___ KDLC * ___ % = ___	___ KDLC * ___ % = ___
Diseño General	___ KDLC * ___ % = ___	___ KDLC * ___ % = ___
Diseño Detallado	___ KDLC * ___ % = ___	___ KDLC * ___ % = ___
Construcción y pruebas unitarias	___ KDLC * ___ % = ___	___ KDLC * ___ % = ___
Pruebas de integración	___ KDLC * ___ % = ___	___ KDLC * ___ % = ___

CAPITULO VII: CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

CAPITULO VII: CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

VII.1. Conclusiones

A continuación se explican las fases que se ejecutaron para realizar el presente estudio.

-Fundamentos teóricos de la investigación

En esta fase se buscó información en Internet, libros, manuales para conocer las metodologías de estimación de proyectos existentes. Se investigó sobre las mejores prácticas recopiladas en los fundamentos de la dirección de proyectos por el Project Management Institute (PMI) y se estudiaron los modelos que permiten definir las especificaciones de producto requerido en el entendido que la base para una buena planificación es conocer con un alto nivel de profundidad el alcance del proyecto.

-Diagnóstico de la situación actual

Para determinar las causas por las cuales existen desviaciones mayores a las esperadas en un estimado de estudio de factibilidad económica se realizó un diagnóstico de la situación actual en la Coordinación Funcional de Estudios.

Esta fase comprendió en primer lugar seleccionar una muestra de proyectos realizados previamente en la unidad de estudio. Se recolectó la mayor cantidad de información y documentos con el fin de obtener los valores de las variables definidas. Se realizaron entrevistas al personal de la Coordinación Funcional de Estudios con el fin de obtener experticias sobre el tema que nos ocupa y a su vez obtener información sobre los proyectos seleccionados.

Con la información obtenida de los proyectos desarrollados y la opinión de los expertos se determinaron los elementos principales de la estimación presupuestaria. Se compararon estos elementos con los lineamientos definidos por los procedimientos de la formulación anual de presupuestos, los estándares, requisitos y restricciones por los cuales debe regirse el diseño de la guía de

estimación presupuestaria a proponer. Se analizaron e interpretaron los resultados de los proyectos seleccionados para obtener como resultado el diagnóstico de la situación actual.

- Análisis de la información

En primer lugar se analizó la metodología de gerencia de proyectos planteada por el Project Management Institute (PMI) y el proceso de estimación de proyectos existente en la Coordinación Funcional de Estudios para determinar las restricciones, supuestos y requerimientos que debe contemplar la guía de estimación. Así como se revisaron las metodologías de estimación de proyectos.

Una vez analizada las metodologías se estudió la muestra seleccionada para detectar los factores relevantes para el éxito o el fracaso de los proyectos y que influyen en el desvío de los estimados. De este análisis se obtienen los elementos requeridos para la guía de estimación a definir.

- Diseño y desarrollo de la guía de estimación propuesta

En esta fase se determinaron los elementos que formarían parte de la guía de estimación así como bases teóricas y técnicas de estimación que se utilizarán para el diseño de la guía de estimación. Se definió el esquema de presentación de la guía. Se desarrollo la guía y se validó con expertos y con el personal operativo.

VII.2. Recomendaciones

1. Se requiere la definición de estándares de documentación y desarrollo para todas las fases de desarrollo de sistemas. En este sentido, existen metodologías de diseño, desarrollo y construcción de sistemas que, luego de evaluarlas, pueden adaptarse a las necesidades de la organización.
2. Preparar círculos de control de calidad que busquen mejorar los tiempos de respuesta de las aplicaciones así como definir los estándares de calidad aplicable al desarrollo de software. Puede utilizarse la norma ISO9126 la cual define un conjunto de características de calidad. Para ello deben definirse métricas para cada atributo o característica.
3. Crear una unidad de pruebas que se encargue de realizar las pruebas de los sistemas. Para entregar un producto de calidad deben ejecutarse una serie de chequeos que permita navegar por todas las opciones y condiciones del software.
4. Crear un equipo de planificación de sistemas para cada Coordinación o área de desarrollo donde se oriente a los analistas en la preparación de estimados y elaboración de informes de factibilidad económica.
5. Promover el desarrollo de una metodología de estimación donde, entre otras cosas, se establezcan métricas que permitan retroalimentar los procesos de estimación.
6. Almacenar información post-mortem de los proyectos con el fin de aplicar métodos estadísticos de estimación que permitan asumir compromisos bajo premisas de estimación sólidas y así cumplir con la atención de las áreas del negocio.
7. Realizar procesos de gestión de riesgos que permitan anticiparse a los eventos adversos al proyecto y minimizar o controlar su impacto.

Referencias bibliográficas

Arias, F. (2004) *El proyecto de investigación. Introducción a la metodología científica*. Caracas: Episteme.

Asociación Latinoamericana de QFD (2007). *¿Qué es el QFD?*. Consultado en Agosto,17,2007 en <http://www.qfdlat.com>.

Banco Central de Venezuela (SF). *Información Institucional*. Consultado en Febrero,15,2007 en www.bcv.org.ve.

Banco Central de Venezuela (2000). *Manual de Normas y Procedimientos de Ejecución del Presupuesto de Egresos de Funcionamiento*. Caracas.

Center for Systems and Software Engineering (2002). *COCOMO* Consultado en Octubre, 15,2007 en http://sunset.usc.edu/research/COCOMOII/cocomo_main.htm

De La Fuente, Antonio (1999). *COCOMO V2*. Consultado en Octubre, 15,2007 en <http://alarcos.inf-cr.uclm.es/doc/pgsi/doc/especiales.htm#t8>

Dirección de sistemas (SF). *Universidad Nacional Autónoma de México*. Consultado en Abril, 2,2007 en <http://www.sistemas.unam.mx/desarrollosistemas.html>

García, Manuel; Jesús Ibáñez y Francisco Alvira, (compiladores) (1986). *El análisis de la realidad social, métodos y técnicas de investigación*. Madrid: Alianza.

Guía, Marlyn (2007). *Modelo para la gestión de proyectos de desarrollo de aplicaciones privadas o a la medida (Tesis de Maestría en Administración Mención Gerencia de Empresas, Universidad Metropolitana)*

Gujarati, Damodar (2001). *Econometria*. Bogotá: McGraw-Hill.

Instituto Argentino de Administración de Proyectos (SF) *La estimación de tareas utilizando el método Pert*. Consultado en Agosto,12,2007 en <http://iaap.wordpress.com>

International Function Point User Group (SF) *Brief History*. Consultado en Agosto,12,2007 en <http://www.ifpug.org>

Kavoussanakis, Terry Sloan (2007). UKHEC Report on Software Estimation. Consultado en Febrero,15,2007 en www.ukhec.ac.uk/publications/reports/estimation.pdf

Kitchenham, B. (1996), *Software Metrics: Measurement for Software Process Improvement.*, Oxford: NCC Blackwell.

Landeta, Jon. (1999) *El método Delphi. Una Técnica de previsión para la incertidumbre*. Ariel. Barcelona.

Linstone, H., Turoff (1975) M. *The Delphi Method. Techniques and Applications*. Addison-Wesley

Llorens, Juan (1991). *Planificación, Análisis y Diseño de Sistemas de Información* Caracas, Reverte Venezolana.

Mora, José Luis; Molino, Enzo(1979). *Introducción a la Informática*, México D.F., Trillas.

Object Management Group (2007). *Introduction to OMG's Unified Modeling Language*. Consultado en Agosto,15,2007 en www.omg.org.

Ovejero, José (2006). *Estimación de proyectos para sistemas basados en conocimiento*. Tesis de magister en Ingeniería del Software Consultado en Agosto,12,2007 en www.itba.edu.ar

PDVSA (1991). *Guías de Gerencia para Proyectos de Inversión de Capital (GGPIC)*. Caracas

PMI (2004). *Guía de los fundamentos de la dirección de proyectos*. Pennsylvania

Pressman, Robert (2002). *Ingeniería del Software*. México D.F. McGraw-Hill.

Sánchez , Ana. (1996). *Control y gestión de proyectos software*. Buenos Aires, Argentina.

Sabino, C. (2000). *El proceso de investigación*. Caracas, Venezuela: Panapo.

Salkind, Neil. *Métodos de investigación*. Ciudad de México: Prentice Hall.

Selltiz, C. Jahoda, M., Deutsch, M. y Cook, S.W. (1980). *Métodos de investigación en las relaciones sociales*. Madrid: Rialp.

Senn, James (1991). *Análisis y diseño de sistemas de información*. México D.F.: McGraw-Hill.

Universidad Católica Andrés Bello (2007). *Guía Práctica para la Elaboración del Trabajo Especial de Grado (TEG)*. Caracas.

Yáber, Guillermo y Valarino, Elizabeth (2003) *Tipología, fases y modelo de gestión para la investigación de postgrado en Gerencia*. Ponencia presentada en el Seminario sobre líneas de investigación en gerencia y economía de la empresa. Universidad Metropolitana. Caracas-Venezuela

Yacuzzi, Enrique (2006) *DFC: Conceptos, aplicaciones y nuevos desarrollos*
www.cema.edu.ar/publicaciones/download/documentos/234.pdf (08/01/06)

Zayas Miranda, E. *El proceso de las decisiones y de soluciones de problemas*. Grupo Técnicas de Dirección GETEDI. Serie: Temas de dirección. No 004, ISTH, Holguín, 1990.

ANEXOS