



# **Universidad de las Ciencias Informáticas**

## **Facultad 3**

**Título:** “Propuesta de procedimiento para la estimación de esfuerzo a partir del análisis en el proyecto Banco de la línea Finanzas.”

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

Autor: Yamilka Telmo Galindo

Tutor: Ing. Lianet Guevara Álvarez

Ing. Ileana Centelles Rubiera

**Ciudad de La Habana**

**Junio 2011**

**Pensamiento**

*... lo más importante en la vida  
no es el triunfo, sino la lucha. Lo esencial no  
es haber vencido, sino haber luchado bien...*

*Pierre de Coubertin.*

## Declaración de Autoría

Declaro ser la única autora de este trabajo y autorizo a la Universidad de las Ciencias Informáticas hacer uso del mismo en su beneficio.

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

Yamilka Telmo Galindo

\_\_\_\_\_  
Firma del autor

Ing.Lianet Guevara Álvarez

\_\_\_\_\_  
Firma del tutor

Ing. Ileana Centelles Rubiera

\_\_\_\_\_  
Firma del tutor

### Datos de Contacto

**Ing. Lianet Guevara Álvarez:** Ingeniera en Ciencias Informáticas, graduada de la Universidad de las Ciencias Informáticas en el 2008. Actualmente se desempeña como Jefa y Analista del proyecto Banco de la línea Finanzas del centro CEIGE. [lquevara@uci.cu](mailto:lquevara@uci.cu)

**Ing. Ileana Centelles Rubiera:** Ingeniera en Ciencias Informáticas, graduada de la Universidad de las Ciencias Informáticas en el 2007. Actualmente se desempeña como Analista del proyecto Costo de la línea Finanzas del centro CEIGE. [icentelles@uci.cu](mailto:icentelles@uci.cu)

### Agradecimientos

*Ante todo quiero agradecerle a mi mamita bella y mi pito por todo su amor incondicional, su dedicación y esmero, por lograr que mis sueños se hicieran realidad, sino fuera por ustedes no sabría qué decir, gracias por todo, los amo con toda mi vida, no tengo palabras para decir lo que siento por ustedes. Espero haberles hecho sentir orgullosos.*

*A mi hermana por siempre darme tanto amor, apoyo, consejos y los sobrinos (Rocío y Liván) más bellos del mundo, eres mi tesoro más lindo...*

*A mis abuelitas (tita y Ricelda) a ti Ricelda por siempre estar al tanto de mí, por tu dedicación y por tus consejos te quiero. Y a ti mi tita por ser para mí como mi madre por tanto amor, preocupación, paciencia y por tenerme como una hija, te amo mi viejita linda.*

*Mi cuñado (Liván) por tanta paciencia dedicación eres una persona muy especial para mí, sabes que te debo la vida te quiero al igual que mi hermana.*

*A mi prima Diana por compartir tanto tiempo conmigo por tu inmensurable preocupación, por estar conmigo en los momentos buenos y malos. Eres para mí como una hermana te quiero mucho.*

*A mi novio Dayan, por apoyarme, confiar en mí, quererme cada día más y por tanta paciencia, gracias por ser tan especial te quiero mi tatoco.*

*A mi tío Félix por ser para mí como mi segundo padre.*

*A mis tíos (Eguer, Chucho, Juan Antonio y Pedro) por siempre tenerme presente, por su preocupación y todas sus gentilezas. Los quiero.*

*A mis tías (Divis y María) por su apoyo y preocupación. Gracias por todo.*

*A mis suegros (Ana y Ervidés) por acogerme en sus vidas como si fuera una hija, los quiero mucho siempre les estaré agradecida.*

*A mis tutoras Lianet Guevara e Ileana Centelles por tener tanta paciencia, dedicación y por ser tan profesionales, son extraordinarias. Gracias por ser como son.*

*A mis amigas de toda la vida Zurima, Elizabeth y Madelaine, que donde quiera que estén siempre están al tanto de mí, por todos los momentos lindo que hemos pasados y por los amargos también.*

*A Indiana y Mavis por ser las personas con que he podido contar en estos 5 años de universidad, por estar conmigo cuando más lo necesite, dándome apoyo y fuerzas para seguir adelante. Gracias por su amistad.*

*A mi amigo Jorge que es una de las personas que más le tengo que agradecer en esta universidad, ya que siempre estuvo ahí para mí en todos los momentos que lo necesite, eres una persona incondicional te quiero y lo sabes, gracias por todo no tengo como pagártelo siempre estaré agradecida.*

*Al tribunal por sus críticas constructivas y consejos.*

*A todas aquellas personas que de una forma u otra hicieron posible que mis sueños se hieran realidad.*

*A la UCI por formarme como profesional.*

*Yamilka*

## Dedicatoria

*Dedico este trabajo a mi madre ya que ella es mi razón de ser, la luz emprendedora para que yo siga adelante cada día y por todos sus sacrificios, para que hoy yo pueda hacer mis sueños realidad, siempre serás la fuente de mi inspiración. Gracias por darme tantas fuerzas, comprensión y amor.*

*Te amo*

### **Resumen**

La investigación surge por la necesidad de definir un procedimiento para estimar esfuerzos en el proyecto Banco de la línea Finanzas debido a que las insuficientes estimaciones de esfuerzo en el mismo afectan el cumplimiento de los cronogramas en relación al aprovechamiento de los recursos y cumplimiento de los compromisos con los clientes. Para el logro del objetivo propuesto se realizó una amplia revisión bibliográfica, lo que permitió elaborar y exponer la fundamentación teórica de la estimación de esfuerzos. El procedimiento se estructura en tres fases en las cuales se tienen entradas, salidas y una técnica para su mejor desarrollo. La validación de la propuesta del procedimiento se ha desarrollado mediante un comité de expertos con el empleo de un método cuantitativo, el cual ha permitido determinar que la aplicación del procedimiento va a ofrecer favorables resultados en el proyecto Banco de la línea Finanzas.

### **PALABRAS CLAVE**

Estimación de esfuerzos, Gestión de alcance, Gestión de proyecto.

## ÍNDICE

<b>Introducción.....</b>	<b>1</b>
<b>Capítulo 1: Fundamentación Teórica.....</b>	<b>5</b>
1.1 Introducción.....	5
1.3 Gestión de alcance y tiempo. ....	6
1.4 Estimación de esfuerzo. ....	7
1.5 Técnicas de Estimación de esfuerzo.....	8
1.5.1 Basados en la experiencia.....	9
1.5.2 Basado exclusivamente en los recursos (Parkinson). ....	10
1.5.3 Basado en los componentes del producto o proceso de desarrollo. ....	10
1.5.4 Métodos algorítmicos. ....	10
1.6 Modelo de desarrollo orientado a componentes (Metodología). ....	17
1.7 Fase de análisis. ....	18
1.7.1 Roles que intervienen en el análisis. ....	18
1.7.2 Artefactos que se generan durante la fase de análisis. ....	20
1.8 Conclusión del capítulo. ....	21
<b>Capítulo II: Propuesta de Solución. ....</b>	<b>22</b>
2.1 Introducción.....	22
2.2 Objetivos del Procedimiento.....	22
2.3 Roles y responsabilidades. ....	22
2.4 Fase 1: Recopilación de la información.....	23
2.4.1 Recopilación de la Información: Entradas. ....	24
2.4.2 Recopilación de la Información: Técnica. ....	24
2.4.3 Recopilación de la Información: Salidas. ....	25
2.5 Fase 2: Procesamiento de los datos. ....	26

---

2.5.1 Procesamiento de los datos: Entradas.....	27
2.5.2 Procesamiento de los datos: Técnica.....	27
2.5.2.1 Cálculos de los puntos de complejidad del sistema sin ajustar.....	28
2.5.2.2 Ajustes de los puntos de complejidad del sistema.....	32
2.5.2.3 Cálculo de la estimación del esfuerzo.....	44
2.5.3 Procesamiento de los datos: Salidas.....	50
2.6 Fase 3: Comunicación de los resultados.....	50
2.6.1 Comunicación de los resultados: Entradas.....	51
2.6.2 Comunicación de los resultados: Técnica.....	51
2.6.3 Comunicación de los resultados: Salidas.....	51
2.7 Conclusión del capítulo.....	52
<b>Capítulo III Validación de la propuesta.....</b>	<b>53</b>
3.1 Introducción.....	53
3.2 Método para la validación de la propuesta.....	53
3.3 Análisis de la evaluación técnica de la propuesta.....	57
3.4 Conclusión del capítulo.....	60
<b>Conclusiones Generales.....</b>	<b>61</b>
<b>Referencias Bibliográficas.....</b>	<b>63</b>
<b>Bibliografía.....</b>	<b>64</b>
<b>Glosario de términos.....</b>	<b>66</b>

## Índice de Tablas

Tabla 1. Conversión Líneas de código a Puntos de función.....	16
Tabla 2. Descripción de los roles que intervienen en la fase de análisis (4).....	18
Tabla 3. Clasificación de las Entradas Externas.....	30
Tabla 4. Clasificación de las Salidas Externas y Consultas Externas.....	30
Tabla 5. Asignación de valores numéricos a cada complejidad de las transacciones.....	31
Tabla 6. Clasificación de los Archivos Lógicos Internos y Archivos de Interfaz Externos.....	31
Tabla 7. Asignación de valores numéricos a cada complejidad de los archivos.....	32
Tabla 8. Valores asignados por factores.....	33
Tabla 9. Factores de complejidad propuestos Albrecht.....	33
Tabla 10. Factores de complejidad propuestos por Gustav Karner.....	34
Tabla 11. Factores ambientales propuestos Gustav Karner.....	34
Tabla 12. Descripción de los factores de complejidad técnica para el proyecto Banco.....	35
Tabla 13. Descripción de los Factores de Ambiente del proyecto Banco.....	42
Tabla 14. Clasificación de los requisitos.....	46
Tabla 15. Clasificación de las Entradas Externas.....	46
Tabla 16. Clasificación de las Consultas Externas.....	47
Tabla 17. Clasificación de las Salidas Externas.....	47
Tabla 18. Clasificación de los Archivos Lógicos Internos.....	47
Tabla 19. Aporte de todos los elementos.....	47
Tabla 20. Asignación de Valores a los factores de complejidad técnica.....	48
Tabla 21. Asignación de valores a los factores ambientales.....	48
Tabla 22. Duración de cada Fase del proyecto Banco.....	49
Tabla 23. Esfuerzo Total del proyecto Banco.....	50
Tabla 24. Resumen de la evaluación emitida por los expertos.....	54
Tabla 25. Tabla resumen para el cálculo de concordancia de Kendall.....	55

Tabla 26. Resumen de la clasificación de cada criterio. ....	56
Tabla 27. Evaluación emitida por los expertos. ....	57
Tabla 28. Cálculo de concordancia de Kendall. ....	58
Tabla 29. Clasificación de los criterios emitidos por los expertos. ....	59

## Índice de Figuras

Figura. 1. Éxito de proyectos de software según Standish Group .....	8
Figura. 2 Evolución de los métodos de estimación basados en Puntos de función. ....	14
Figura. 3 Fase1: Recopilación de información.....	23
Figura. 4 Fase2: Procesamiento de los datos.....	27
Figura. 5 Fase3: Comunicación de los resultados. ....	51

## Introducción

El creciente desarrollo tecnológico que existe en la actualidad ha provocado que el mercado de la industria del software vaya cobrando cada día más fuerza. La mayoría de las organizaciones dependen en gran medida de las tecnologías de la información para digitalizar los procesos que en ellas se realizan, logrando agilizarlos y haciéndolos más fiables, esto explica la alta demanda de los productos de software para llevar a cabo el trabajo de forma eficiente.

Para lograr la agilización y eficiencia en los proyectos de desarrollo de software se lleva a cabo la Gestión de proyectos, ya que permite lograr la administración y organización de los recursos que intervienen en los mismos de manera tal que este se pueda culminar dentro del alcance, del tiempo y del costo definido, con la planificación, el seguimiento y el control de las actividades que intervienen en el desarrollo de cualquier proyecto. Definitivamente, es un avance para quien la utilice formalmente, dentro de la gestión de proyecto se tienen nueve áreas de conocimientos las cuales cumplen con funciones diferentes y tienen objetivos específicos como son: integración, alcance, tiempo, costo, calidad, recursos humanos, comunicación, riesgos y suministros.

La gestión de alcance es un proceso crítico dentro de la Gestión de proyectos porque es donde se describe específicamente cómo debe ser y qué debe realizar el producto. Es donde se cuenta con un criterio más objetivo de las estimaciones de plazo, esfuerzo y recursos necesarios para cumplir los compromisos. Su objetivo fundamental se ocupa de que el proyecto desarrolle todo el trabajo necesario, y solamente el trabajo necesario, para cumplir los objetivos marcados al inicio. El alcance de un proyecto es la base sobre la que se construye los otros aspectos de planificación y descomposición detallada de trabajo, por lo que se considera una herramienta básica para ello.

La estimación de esfuerzo de un proyecto, consiste en la aplicación de una serie de técnicas y procedimientos, que una organización utiliza para conocer con adelanto el esfuerzo y el costo que conlleva al desarrollo, implantación y pruebas de un sistema. La estimación precisa de los recursos y tiempo necesarios para el desarrollo de un proyecto, lo cual es esencial para el perfecto desarrollo de cualquiera de estos.

La Universidad de las Ciencias Informáticas (UCI) es un programa de la Revolución, cuyo objetivo principal es formar profesionales, específicamente en la rama de Informática; actualmente es una de las mayores productoras de software de Cuba, donde se tiene un vínculo estudio, producción e investigación.

La producción está concentrada en una gran cantidad de proyectos de desarrollo de software en los cuales la planificación de un proyecto se basa en una estimación del esfuerzo requerido para realizarlo, para apoyar esta difícil tarea, se han implementado varios métodos y técnicas. Ejemplo de esto es la usada por los jefes de proyectos hoy en día basada en la experiencia, esta técnica puede funcionar muy bien cuando el proyecto tiene parecido con otros que ya se hayan desarrollado. La desventaja de su implementación es la de requerir información de mediciones efectuadas en proyectos pasados que no siempre están disponibles y en los que además no siempre intervienen la misma cantidad de variables humanas, técnicas, de entorno, políticas que pueden afectar al costo final del software. Debido a esto se tienen varios contratiempos con los cronogramas de entrega del producto y el compromiso del cumplimiento de la entrega con los clientes.

En el Centro de Informatización para la Gestión de Entidades (CEIGE), específicamente en el proyecto Banco de la línea Finanzas se ha realizado una investigación y a lo largo de su estudio se ha demostrado que no se encuentra exento de todas las deficiencias que se evidencian hoy en la UCI con relación a este tema. En dicho proyecto no se tiene definido un método para la estimación de esfuerzo, no se lleva a cabo una planificación detallada por lo cual se dejan al azar aspectos importantes al no realizarse un cálculo preciso del esfuerzo y no llevarse una explotación completa de los recursos financieros, materiales y de capital humano que se brindan.

Por la problemática anteriormente planteada y la importancia que tiene la estimación de esfuerzo específicamente en el área de gestión de proyectos se plantea el **siguiente problema a resolver** las insuficientes estimaciones de esfuerzo en el proyecto Banco afectan el cumplimiento de los cronogramas en relación al aprovechamiento de los recursos y cumplimiento de los compromisos con los clientes.

Se define como **objeto de estudio** la estimación de esfuerzo dentro de la gestión de alcance y tiempo, enmarcado en el **campo de acción** la estimación de esfuerzo en el proyecto Banco de la Línea Finanzas.

Como **objetivo general** se persigue desarrollar un procedimiento para la estimación de esfuerzo a partir de la información generada en la fase de análisis que contribuya al cumplimiento de los cronogramas en relación al aprovechamiento de los recursos y cumplimiento de los compromisos con los clientes.

Para dar cumplimiento al objetivo general planteado se trazaron los siguientes **objetivos específicos**:

- Elaborar el marco teórico de la investigación.
- Caracterizar los métodos, procedimientos y técnicas de la estimación de esfuerzo dentro de la Gestión de Alcance y Tiempo.
- Desarrollar un procedimiento para la estimación de esfuerzo a partir del análisis.
- Validar el procedimiento propuesto a través de un panel de expertos.

En relación al problema planteado, se traza la siguiente **idea a defender**: con el desarrollo de un procedimiento para la estimación de esfuerzo a partir de la información generada en la fase de análisis en el proyecto Banco se contribuirá al cumplimiento de los cronogramas en relación al aprovechamiento de los recursos y cumplimiento de los compromisos con el cliente.

Para el cumplimiento de los objetivos trazados se han propuesto un conjunto de **tareas** que ayudarán a que la investigación se haga de forma eficaz, a continuación se relacionan:

- Evaluación y análisis del estado del arte de la estimación de esfuerzo dentro de la Gestión de Alcance y Tiempo en el proceso de desarrollo de software.
- Estudio y valoración de los métodos, procedimientos y técnicas de estimación de esfuerzo.
- Identificación de la información generada por los analistas que sirva de base para la estimación de esfuerzos.
- Definición y desarrollo de la propuesta de solución.
- Validación de la propuesta.

### **Métodos científicos de investigación.**

La investigación estuvo guiada por el uso de diferentes métodos que la organizaron metodológicamente conllevando al cumplimiento del objetivo. Se aplicaron también diferentes habilidades que contribuyeran al buen desarrollo del estudio planificado como las que se explican a continuación:

#### **Métodos Teóricos:**

**Análisis histórico – lógico:** Se aplica para lograr un mejor entendimiento de los antecedentes y las tendencias actuales referidas a la Gestión del alcance, tiempo y costo; conociendo así la trayectoria histórica que tiene la estimación de esfuerzo dentro de la Gestión del alcance a través del origen del conocimiento, conceptos, términos y vocabularios como conocimiento, información y herramientas.

**Análisis y síntesis:** Son dos procesos que permiten buscar la esencia de los fenómenos, los riesgos que lo caracterizan y distinguen. Su aplicación en esta investigación persigue analizar las teorías, documentos, y conceptos, permitiendo la extracción de los elementos más importantes que se relacionan con el objeto de estudio.

### **Métodos empíricos:**

**Entrevista:** Es una conversación planificada para obtener información. El uso de este método constituye un medio para el conocimiento cualitativo de los fenómenos que se relacionan con la estimación de esfuerzo, y sobre características personales del entrevistado y la percepción que tiene este sobre la investigación que se lleva a cabo.

**Encuesta:** Realizada para que varias personas puedan dar a un cuestionario (elaborado previamente) respuestas en varias preguntas relacionadas a la investigación. En la encuesta se pretende obtener la percepción del fenómeno que se investiga.

El documento tiene una estructura de tres capítulos:

### **Capítulo I: “Fundamentación teórica.”**

Se realiza el análisis del estado del arte y se contextualizan conceptos sobre la gestión de proyectos informáticos. Se exponen y discuten ideas sobre la estimación de esfuerzo como fenómeno evidenciado en la gestión de proyectos.

### **Capítulo II: “Solución propuesta.”**

Se realiza un análisis de la información generada por los analistas en el proyecto Banco y luego se realiza la propuesta de procedimiento para la estimación de esfuerzo indicando cada una de sus actividades, etapas y artefactos.

### **Capítulo III: “Validación de la propuesta.”**

El capítulo refleja la evaluación de la propuesta que se propone en el capítulo anterior, la cual es valorada por un panel de expertos, seleccionados por sus conocimientos en el tema de investigación.

## Capítulo 1: Fundamentación Teórica

### 1.1 Introducción

En el presente capítulo se realiza un estudio de algunos conceptos como es, el de Gestión de proyectos, Gestión de alcance y tiempo en los marcos actuales del desarrollo de software, realizándose un estudio específico del proceso de estimación de esfuerzo dentro del área de Gestión de alcance y tiempo. Se estudian y valoran los métodos, procedimientos y técnicas de estimación de esfuerzo, la metodología de desarrollo que usa en el proyecto ERP (Enterprise Resource Planning) y dentro del proceso de desarrollo de software se analiza además la fase de análisis y dentro de ella los roles que intervienen y artefactos que se generan.

### 1.2 Definición y características de la gestión de proyectos informáticos.

Los proyectos se originan y desarrollan por dos motivos; en primer lugar, con el fin de aprovechar una oportunidad de negocio o para resolver alguna problemática o dificultad que se esté experimentando el lugar en el cual se va a implantar. Los proyectos cuestan esfuerzo, tiempo y dinero; por eso, deben definirse y llevarse a cabo tanto para representar una mejora sustancial, como con el objetivo de cumplir con sus expectativas de calidad, costo y tiempo. El cumplimiento de estos objetivos es fundamental, para determinar si un proyecto fue exitoso o no. Para determinar el éxito de los mismos se realiza un análisis financiero y un estudio de factibilidad económico. Donde sí se cumple que el VAN  $> 0$  se puede decir que es factible desarrollar el proyecto.

Los proyectos informáticos no escapan a estas características. Primero que todo, deben resultar exitosos y aportar una herramienta para el negocio, por eso la dirección de proyectos debe asegurarse de que los proyectos emprendidos contarán con las condiciones necesarias para salir adelante.

La correcta gestión de un proyecto informático ha de asegurar la consecución de los objetivos: cumplimiento de las especificaciones, los plazos y el costo acordado. Para ello, el líder de proyecto ha de conocer y utilizar las herramientas y las técnicas más adecuadas en cada caso. Enfrentar los proyectos informáticos con una metodología definida; seleccionando aquellas que sean la mejor opción en todos los sentidos; llevando a cabo una planificación detallada para no dejar al azar aspectos importantes; desarrollándolo de acuerdo con lo planificado; y suministrando, oportunamente, los recursos, y el mantenimiento de un registro de lecciones aprendidas el cual sirva de base para nuevos procesos, todo

esto, será muestra, que se ha madurado en la gestión de proyectos. Más allá de definir qué se va a llevar a cabo de la gestión de proyectos, lo importante es aplicarla con disciplina para que los proyectos sean cada vez más eficientes y efectivos al constituirse.

En resumen, la gestión de proyectos brinda una serie de beneficios a quien la aplica: establece claras medidas de éxito en los proyectos en cuanto a calidad, alcance, tiempo y costo. Permite disciplinar los esfuerzos y los objetivos estratégicos, optimiza el uso de los recursos, pone en práctica los planes estratégicos, permite el control del proyecto de principio a fin, y brinda la posibilidad de realizar un buen plan y una mejor utilización de los recursos disponibles.

### **1.3 Gestión de alcance y tiempo.**

El alcance describe las fronteras de un proyecto, lo que el proyecto entregará y también lo que no entregará, describe los límites del mismo, qué información se necesita y qué partes de la organización se verán afectadas. Está conformada por un grupo de procesos en los que se define, describe, verifica y controla que se debe hacer para completar todos los requerimientos del proyecto (1).

El alcance, en el contexto de un proyecto, según la Guía del PMBOK en su tercera edición del Project Management Instituto (PMI), puede tener dos enfoques: el alcance del producto y el alcance del proyecto. El alcance del producto se refiere a las características y funciones que determinan un producto, servicio o resultado. El alcance del proyecto es el trabajo que debe realizarse para entregar un producto, servicio o resultado con las funciones y características especificadas. Entender el alcance lleva consigo: comprender las necesidades del cliente, el contexto del negocio, las restricciones del proyecto, la motivación del cliente, comprender las posibles alternativas de cambio.

La Gestión del tiempo del proyecto según la Guía del PMBOK incluye los procesos necesarios para lograr la conclusión del proyecto a tiempo y los procesos incluyen una serie de actividades las cuales son: definición de las Actividades, establecimiento de la Secuencia de las Actividades, estimación de Recursos de las Actividades, estimación de la Duración de las Actividades, desarrollo del Cronograma y control del Cronograma. Estos procesos interaccionan entre sí y también con los procesos de las demás Áreas de Conocimiento. Cada proceso puede implicar el esfuerzo de una o más personas o grupos de personas, dependiendo de las necesidades del proyecto. Cada proceso tiene lugar por lo menos una vez en cada proyecto y se produce en una o más fases del proyecto, si el proyecto se encuentra dividido en fases. A

pesar de que los procesos aquí se presentan como componentes discretos con interfaces bien definidas, en la práctica pueden superponerse e interactuar en formas que no se detallan en esta guía (PMI, 2004).

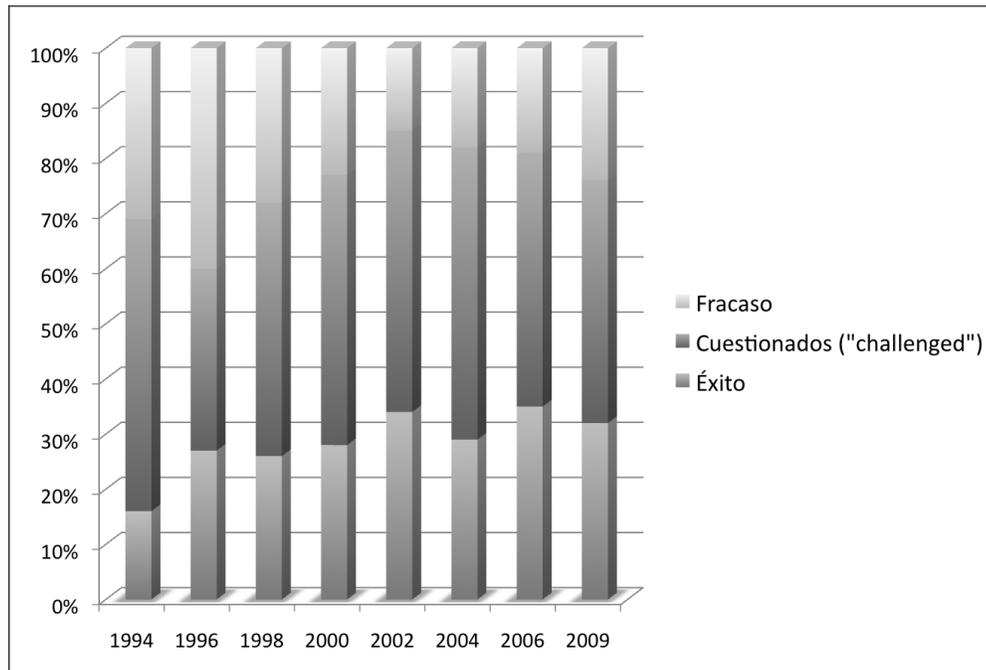
Son muchos los casos de proyectos de software que fracasan o retrasan sus cronogramas de trabajo por disímiles factores que atentan contra la entrega eficiente y en tiempo del producto solicitado. Se puede decir que una de las principales razones es la incorrecta gestión de alcance y tiempo, desde los principios de la construcción del producto. Por ello existen varios procesos que ayudan a gestionar estos contratiempos, uno de ellos es la estimación de esfuerzo.

### **1.4 Estimación de esfuerzo.**

Es una pequeña planeación sobre qué es lo que va a realizar en un proyecto. Una de las actividades cruciales del proceso de gestión del proyecto del software es la planificación. Cuando se planifica un proyecto se tienen que obtener estimaciones del esfuerzo, estas apoyan la evaluación del impacto de los cambios y la reprogramación de un proyecto, permitiendo asignar recursos al mismo y facilitar su gestión, obteniéndose planificaciones realistas con resultados más consistentes con lo planificado. Para que la estimación sirva a estos fines debe ser lo suficientemente temprana y precisa.

La precisión en una estimación de proyectos de software se predice basándose en una serie de parámetros: el grado en el que el planificador ha estimado adecuadamente el tamaño del producto a construir, la habilidad de traducir la estimación del tamaño en esfuerzo humano, tiempo y dinero, el grado en el que el plan de proyecto refleje las habilidades del equipo de software, la estabilidad de los requisitos de software y el entorno que soporta el esfuerzo de la ingeniería de software.

La estimación es importante no solo para predecir el valor de variables concretas dentro de un proyecto sino para determinar su viabilidad, no tiene sentido iniciar un proyecto que está destinado al fracaso por no contar con el tiempo, el esfuerzo o los recursos necesarios para llevarlo a cabo. En la actualidad son muchos los proyectos que fracasan, e incumplen sus plazos de entrega por esta causa. En la figura 1 se muestra un gráfico con el éxito de proyectos de software por año según el Standish Group.



**Figura. 1. Éxito de proyectos de software según Standish Group.**

En la mayoría de los casos las estimaciones se hacen valiéndose de la experiencia pasada como única guía. Aunque en algunos casos puede que la experiencia no sea suficiente.

La planificación de un proyecto se basa en una buena estimación del esfuerzo requerido para realizarlo, y para apoyar esta difícil tarea, se han desarrollado varios métodos que han encontrado aceptación comercial en forma creciente en la planificación del desarrollo de software. Estas técnicas son muy útiles para la estimación de esfuerzos, de costos y de tiempos. Y dado que la estimación es la base de todas las demás actividades de planificación del proyecto, no es aconsejable empezar a trabajar en el proyecto sin ella.

### **1.5 Técnicas de Estimación de esfuerzo.**

Las técnicas más usadas para la estimación de esfuerzo en el desarrollo de un software son las que a continuación se mencionan: basadas en la experiencia, basadas exclusivamente en los recursos, en los componentes del producto o en el proceso de desarrollo y métodos algorítmicos. A continuación se procede a realizar un análisis de cada una de estas para así poder llevar a cabo el desarrollo de una nueva propuesta en función de las condiciones y necesidades que hoy se presentan en el proyecto Banco.

### 1.5.1 Basados en la experiencia.

- **Juicio experto Puro:** Esta técnica se basa fundamentalmente en los conocimientos de un experto, estudia las especificaciones y hace sus estimaciones, si no existe un experto entonces no se pueden realizar estimaciones (2).
- **Juicio experto Delphi:** Las técnicas Delphi fueron desarrolladas en la corporación Rand en el año de 1948, con el fin de obtener el consenso de un grupo de expertos, el procedimiento se desarrolla de la siguiente forma, un coordinador proporciona a cada experto la documentación con la definición del sistema y una papeleta para que escriba su estimación, cada experto estudia la definición y determina su estimación en forma anónima; los expertos pueden consultar con el coordinador, pero no entre ellos, el coordinador prepara y distribuye un resumen de las estimaciones efectuadas, incluyendo cualquier razonamiento extraño efectuado por alguno de los expertos, los expertos realizan una segunda ronda de estimaciones, otra vez anónimamente, utilizando los resultados de la estimación anterior. En los casos que una estimación difiera mucho de las demás, se podrá solicitar que también en forma anónima el experto justifique su estimación, el proceso se repite varias veces como se juzgue necesario, impidiendo una discusión grupal durante el proceso.
- **Analogía:** Consiste en comparar las especificaciones de un proyecto, con las de otros proyectos. Pueden variar los siguientes factores, tamaño, complejidad, usuarios, sistema operativo, entornos, hardware, personal del proyecto (2).

Estas técnicas son muy empleadas en la actualidad por empresas que cuentan con expertos en la materia, una amplia trayectoria en el desarrollo de proyectos con un buen grado de certeza y un equipo de desarrollo con una suficiente experiencia en cuanto a la implementación y desarrollo de soluciones informáticas. Tienen una gran importancia ya que se pueden realizar las estimaciones comparando las especificaciones con proyectos pasados y basándose en la experiencia de expertos. Pero aun así el empleo de estas técnicas en el proyecto Banco de la línea Finanzas no es factible ya que no se cuenta con expertos, se tiene muy pocos años de experiencia ya que todos los profesionales son recién graduados, además se cuenta con un gran porcentaje de estudiantes de diferentes años que forman parte del equipo de desarrollo y no cuentan con la experiencia necesaria dentro de la práctica profesional; tampoco se cuenta con proyectos pasados que contengan las mismas especificaciones y se adiciona a esta situación el constante cambio de las características del proyecto. Se resalta además que las

técnicas analizadas no tienen en cuenta factores importantes como son, el tamaño, la complejidad y la cantidad de personas por lo que las estimaciones no siempre son tan certeras. (10)

### **1.5.2 Basado exclusivamente en los recursos (Parkinson).**

La estimación consiste en ver cuánto personal y durante cuánto tiempo se dispondrá de él, haciendo esa estimación. En la realización de la estimación el trabajo se expande hasta consumir todos los recursos disponibles (2).

Esta técnica puede ser de gran utilidad ya que se puede saber la cantidad de personas con las que se cuenta en un proyecto y el tiempo que se dispone de ellas, pero aún no es suficiente con saber la cantidad de personas con que se cuenta o el tiempo que se dispone de las mismas porque hay que tener en cuenta otros factores como, la complejidad y el tamaño. No siempre intervienen la misma cantidad de variables humanas, técnicas, de entorno y políticas. Además, hay que saber qué nivel tiene el personal con que se cuenta, en cuanto a experiencia para lograr el desarrollo de una certera estimación.

### **1.5.3 Basado en los componentes del producto o proceso de desarrollo.**

- **Bottom-up (De abajo hacia arriba):** Se descompone el proyecto en las unidades lo menores posibles, y se estima cada unidad y se calcula el costo total (2).
- **Top-Down (De arriba hacia abajo):** Se ve todo el proyecto, se descompone en grandes bloques o fases, y se estima el coste de cada componente (2).

A pesar de que esta técnica se emplea para la estimación de costo es provechoso el empleo de la descomposición del proyecto por partes para la estimación de esfuerzos ya que tiene una forma más cómoda de trabajo y se precisa una estimación más exacta.

### **1.5.4 Métodos algorítmicos.**

La medición del tamaño del producto software es una actividad esencial para estimar o planificar un proyecto, la obtención de este valor influye considerablemente en la estimación del proyecto, a partir del mismo se pueden obtener medidas directas e indirectas del tamaño, las primeras suelen venir expresadas en líneas de código (LOC- por sus siglas en inglés) y a las segundas en Puntos de función (PF). A partir de este valor se pueden obtener datos adicionales una vez que se han realizado las primeras estimaciones, como por ejemplo (9):

- Esfuerzo necesario para realizar cada fase del ciclo de vida.
- Esfuerzo para mantener el proyecto.
- Tamaño del sistema.
- Defectos por LOC.

Muchos métodos algorítmicos de estimación de esfuerzo se apoyan en métodos o métricas de estimación del tamaño funcional, para a partir de estas obtener el esfuerzo, tal es el caso del **método de Puntos de función** publicado por Allan J. Albrecht en 1979 cuyo propósito es medir el software cualificando la funcionalidad que proporciona externamente, basándose en el diseño lógico del sistema. Los objetivos de los puntos de función son:

- Medir lo que el usuario pide y lo que el usuario recibe.
- Medir independientemente la tecnología utilizada en la implantación del sistema.
- Proporcionar una métrica de tamaño que de soporte al análisis de la calidad y la productividad.
- Proporcionar un medio para la estimación del software.
- Proporcionar un factor de normalización para la comparación de distintos software.

Esta técnica proporciona un factor de normalización para la comparación de distintos software y mide el tamaño del software desde el punto de vista del usuario, independientemente de la tecnología usada para el desarrollo e implementación.

Los enfoques para estimar Puntos Función facilitan la estimación temprana de un proyecto de software (costo, esfuerzo, cronograma) cuando los requerimientos no están completamente definidos. La menor precisión de una estimación de puntos de función frente a la medición estándar estará balanceada por una menor inversión en tiempo y esfuerzo.

El análisis de los puntos de función se desarrolla considerando cinco parámetros básicos externos del sistema:

1. Entrada
2. Salida
3. Consultas
4. Ficheros Lógicos Internos
5. Ficheros Lógicos Externos

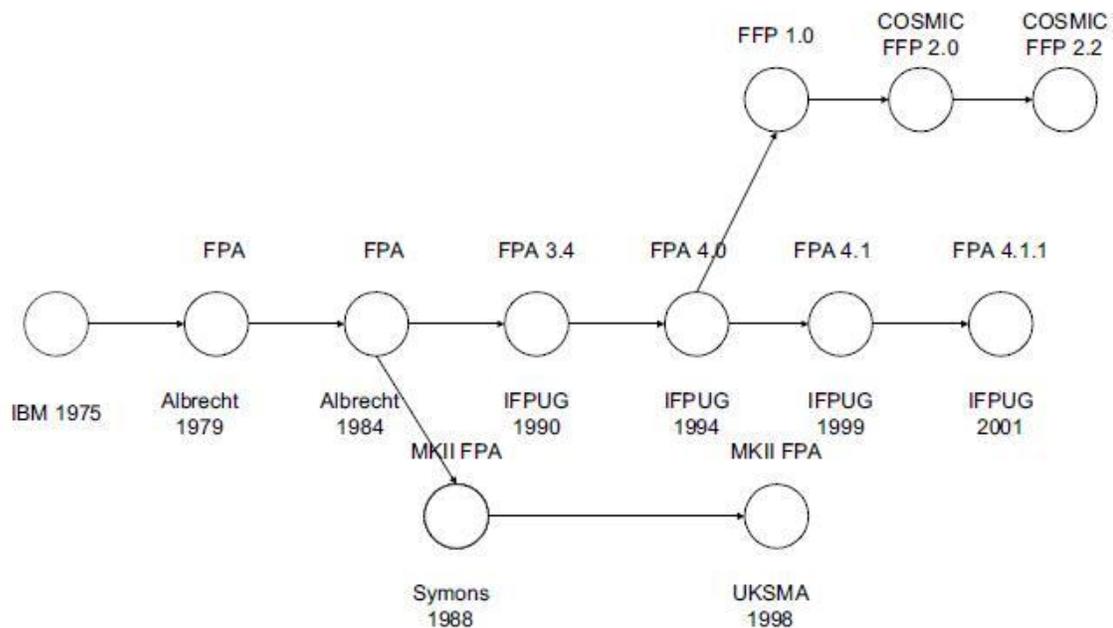
Con estos parámetros, se determinan los Puntos de Función sin Ajustar. A este valor, se le aplica un factor de ajuste obtenido sobre la base de unas valoraciones subjetivas sobre la aplicación y su entorno; es decir, las características generales del sistema, que dan paso a la obtención de los Puntos de Función Ajustados.

Luego de obtener los Puntos de Función Ajustados, se pueden aplicar coeficientes que conviertan ese valor a otros como el esfuerzo, el costo o el tiempo. Estos coeficientes se obtienen fundamentalmente de la información histórica de proyectos de la organización, aunque existen algunos valores medios disponibles, recopilados estadísticamente de la industria del software.

Los Puntos de función fueron diseñados desde un inicio para sistemas de gestión de información y al verse limitada su aplicación a sistemas de ingeniería y sistemas embebidos con el pasar del tiempo surgieron variantes de esta técnica tales como:

- Feature Points (Puntos de Características): este método fue propuesto por Caper Jones como una alternativa que permitiera obtener puntos de función en software científico y de ingeniería. Para evitar confusiones con los PF, Jones le denominó puntos de característica (en inglés feature points). Actualmente es usado con mucho éxito en software del tipo CAD (del inglés Computer Aided Design), sistemas embebidos y sistemas en tiempo real. (9)
- MK II FPA: propuesto por Charles R. Symons [Symons, 1998], este método es una derivación de los FP de Albrecht, el que considera al sistema que se está analizando, compuesto por cinco tipos de componentes (entradas externas, salidas externas, consultas externas, grupos de datos lógicos internos y externos), mientras que el MK II FPA mira al sistema como una colección de transacciones lógicas discretas, compuestas cada una de ellas por entrada, proceso y salida. Si se usan herramientas modernas de diseño para el desarrollo del software, y esas herramientas permiten identificar fácilmente las transacciones lógicas, resulta apropiado el uso de este método. (9)
- 3-D Function Point: entre los años 1989 y 1992, Scott Whitmire desarrolló un método para la empresa internacional de aeronavegación Boeing. El objetivo fue ampliar su espectro a sistemas con elevada complejidad como los sistemas en tiempo real. El término 3D, se refiere a que considera tres dimensiones en las que puede proyectarse un sistema software; ellas son: datos, funciones y control. (9)  
(9) Visto de esta forma, resulta atractivo el uso del método, para aquel tipo de software, pero presenta el inconveniente de la necesidad de disponer de mayor cantidad de información acerca del sistema, sobre todo de la complejidad de los Puntos de Función. (9)

- Full Function Points (Puntos de Función Completos): esta técnica ha sido desarrollada por un equipo de la Universidad de Québec en Montreal (Canadá), siendo muy eficiente en la medición de puntos de función en sistemas de control, tiempo real y embebidos. Particularmente, los sistemas en tiempo real presentan dos factores críticos: primero, el tiempo de respuesta y en segundo lugar, su interacción con entidades externas. Los FP de Albrecht tienen limitaciones para medir sistemas software en tiempo real. Estos últimos trabajan con dos tipos de estructura de datos de control: grupo lógico de ocurrencia múltiple, que puede tener más de una instancia por cada tipo de registro y el grupo lógico de ocurrencia única, que puede tener solamente una instancia por cada tipo de registro. En lo que respecta a las transacciones, los sistemas en tiempo real, presentan una variación importante en la cantidad de subprocesos por proceso; es decir, el método debería contemplar que unos procesos contarían con unos pocos subprocesos y otros en cambio, con un número significativo de ellos. Los PF se basan más en el número de procesos que en el de subprocesos. Para paliar este inconveniente, FFP introduce en el cálculo no solamente a los procesos, sino que también incluye a los subprocesos. (9)
- COSMIC FFP: a finales de 1998, un grupo de expertos en métricas de software, establecieron el Common Software Measurement International Consortium. La iniciativa de COSMIC, ha sido básicamente la de dar respuesta a proveedores y a clientes de servicios de desarrollo de software, principalmente en aquellos contratos de terceros donde no había reglas claras acerca del valor de este tipo de servicio. En tal sentido COSMIC apunta a satisfacer tanto a proveedores de software que deben traducir los requerimientos del cliente en un tamaño del software como un paso clave en la estimación de los costos del proyecto, como a los clientes que quieren conocer ese tamaño recibido como un componente importante para la medición del rendimiento del proveedor. El método se puede aplicar a dominios de software de gestión, tiempo real e híbridos. (9)



**Figura. 2 Evolución de los métodos de estimación basados en Puntos de función.**

Todos estos métodos derivados de la técnica de Puntos de función (PF) propuesta por Albrecht surgieron, como bien se explicaba anteriormente, para satisfacer las necesidades de aquellos proyectos que no fueron contemplados por Albrecht en su propuesta inicial, como es el caso de los sistemas embebidos y de tiempo real. Otros como el MKII FPA necesitan del auxilio de una herramienta para poder calcular el tamaño funcional del sistema, por lo que teniendo en cuenta que:

- la técnica base de Puntos de función logra determinar esta valor a partir de los requisitos de software,
- es compatible con los sistemas de gestión,
- toma consideraciones para el ajuste de estos puntos a partir de Factores de complejidad técnica, elemento que el autor considera de gran importancia
- y además propone una vía de calcular el esfuerzo a partir de este tamaño,

se tomará como una de las técnicas a considerar para el desarrollo del procedimiento a elaborar para el Proyecto Banco de la Línea de Finanzas.

### **Puntos de Casos de uso.**

Por otra parte, existen otros métodos para cálculo y estimaciones factibles que son aplicados en proyectos que utilicen orientación a objetos, como es el **método de Puntos de Casos de uso** que se definió como extensión del Punto de Función. (7)

Los casos de uso por sí mismos no permiten efectuar una estimación del tamaño que tendrá el sistema, ni del esfuerzo y el tiempo necesario para implementarlo; estos permiten documentar los requerimientos del software de una manera compacta y precisa, luego con los puntos de función se puede estimar el tamaño del software a partir de los requerimientos obtenidos de los casos de uso.

Por lo que un Punto de función de caso de uso puede verse como la forma de evaluar la complejidad de un sistema por medio de una técnica en la que se asigna una cantidad de puntos de peso, que califican diferentes elementos que conforman el sistema así como algunos factores del entorno, para obtener una aproximación del tiempo requerido y la cantidad de esfuerzo necesario para la implementación del mismo.

Así se da el resultado de los casos de uso ajustados, que caracteriza la complejidad del sistema y este es usado para obtener una idea del número de horas - hombre para un proyecto.

En términos simples, el método requiere de casos de uso en modo textual, y gráfico solo en términos de mayor claridad, se revisan en detalle los casos de uso seleccionados en la etapa del proyecto que se defina y se realizan los siguientes pasos. (7)

Paso 1: Cuantificación de características funcionales del Sistema.

- Clasificación de Actores, obtención del Peso de Actores Sin Ajustar (PASA).
- Clasificación de los Casos de Uso, obtención del Peso de Transacciones Sin Ajustar (PTSA).
- Obtención del Peso o Puntos de Casos de uso Sin Ajustar (PCUSA).

Paso 2: Cuantificación de características no funcionales del Sistema.

- Clasificación de Factores de Complejidad Técnica (FCT).
- Clasificación de Factores Ambientales (FA).
- Cálculo de Puntos de Casos de uso Ajustados (PCU).

Esta técnica no puede ser aplicada del todo en el proyecto Banco, ya que la metodología que se definió para su desarrollo no se apoya en el uso de Casos de uso, pero el autor considera que esta técnica recoge elementos a considerar como es el hecho de tomar en consideración factores del entorno para evaluar el impacto de los mismos en el esfuerzo necesario para el desarrollo de un producto.

### **COCOMO II.**

Esta técnica consiste básicamente en la aplicación de ecuaciones matemáticas sobre los Puntos de Función sin ajustar (PFSA) o la cantidad de líneas de código (LDC) estimados para un proyecto. Estas ecuaciones se encuentran ponderadas por ciertos factores de costo que influyen en el esfuerzo requerido para el desarrollo del software.

Para realizar la conversión de los PFSA a LDC esta técnica se apoya en la siguiente tabla de correspondencia entre algunos de los lenguajes de programación más conocidos con su número de equivalencia entre líneas de código por punto de función propuestas por Casper Jones:

**Tabla 1. Conversión Líneas de código a Puntos de función.**

<b>Lenguajes</b>	<b>Líneas de Código/Puntos de Función</b>
<b>Ensamblador</b>	320
<b>C</b>	150
<b>Cobol</b>	106
<b>Pascal</b>	91
<b>Basic</b>	64
<b>TCL</b>	64
<b>Java</b>	53
<b>C++</b>	29

Esta técnica a pesar de ser muy empleada para estimar esfuerzo, no puede ser aplicada para la estimación del mismo en los proyectos del CEIGE, ya que estos se apoyan en el marco de trabajo Sauxe, que incide directamente en la variación de las líneas de código y que emplea además varios lenguajes para el desarrollo del sistema desde el lado del cliente y del servidor.

Se realizó un análisis algunas de las técnicas y métodos más usados en la actualidad para la estimación de esfuerzo donde se pudo evidenciar que todos tienen un objetivo específico que es hacer una estimación lo más certera posible. Sin embargo estos métodos realizan sus cálculos por vías diferentes, donde ninguno se adecua a las características y necesidades del proyecto Banco, pero aun así servirán de apoyo las técnicas de Puntos de Función y Puntos de Casos de uso para realizar el procedimiento propuesto.

### **1.6 Modelo de desarrollo orientado a componentes (Metodología).**

Una metodología para el desarrollo de un proceso de software es un conjunto de filosofías, fases, procedimientos, reglas, técnicas, herramientas, documentación y aspectos de formación para los desarrolladores de Sistemas Informáticos, además, son las que definen *Quién* debe hacer *Qué*, *Cuándo* y *Cómo* debe hacerlo. Por esa razón realizar una correcta elección de la metodología que va a guiar el proceso de desarrollo del sistema es un paso de gran importancia.

En la actualidad existe una gran variedad de metodologías que se emplean de acuerdo a lo que se necesite para la construcción del software deseado. El Modelo de desarrollo orientado a componentes es la metodología definida para ser usada en el proyecto ERP y por tanto la utilizada para este trabajo. Este es un modelo de desarrollo orientado a las necesidades y artefactos generados durante el proceso de desarrollo del programa ERP. Es una combinación de diferentes metodologías de las cuales se ha tomado lo que sería más conveniente para llevar a término el proyecto. Entre las características que posee se encuentran que se modela el negocio mediante procesos; la ingeniería de requisitos es mucho más clara que en otras metodologías; es orientada a componentes, posibilitando la independencia de funciones del sistema a la hora de mantener o modificar el sistema funcional. (3)

La metodología que se utiliza en el proyecto Banco de la línea Finanzas es la definida para ser usada en el proyecto ERP, donde se definen 6 fases como son el análisis, diseño, implementación, pruebas internas, pruebas de liberación y soporte, donde el trabajo realizado por los equipos de desarrollo en los proyectos está enfocado en las tres primeras fases, ya que en las restantes se integra el trabajo de equipos de otros departamentos.

Por el marco de trabajo definido para el desarrollo de aplicaciones en los proyectos del CEIGE, conocido por Sauxe, se definen una serie de lenguajes para la programación:

## Programación del lado del servidor:

- PHP versión 5.2 para la implementación de la lógica del negocio. (En inglés Hypertext Pre-Processor. En español Procesador de Hipertexto).
- PL/PGSQL para la implementación de consultas a la base de datos. (En inglés Procedural Language/PostgreSQL. En español es un Lenguaje Procedimental para PostgreSQL).

## Programación del lado del cliente:

- tecnología AJAX (En inglés Asynchronous JavaScript And XML. En español: JavaScript asíncrono y XML).
- JavaScript.
- HTML (En inglés Hyper Text Markup Language. En español: Lenguaje de Marcado de Hipertexto).

## 1.7 Fase de análisis.

En el proceso de desarrollo de software, específicamente en la fase de análisis, se analizan los requisitos que fueron descritos en la captura de requisitos, refinándolos y estructurándolos. El objetivo de hacerlo es conseguir una comprensión más precisa de los requisitos y una descripción de los mismos que sea fácil de mantener y que ayude a estructurar todo el sistema, incluyendo su arquitectura. Aunque en el análisis se haga un refinamiento de los requisitos, no se tiene en cuenta el lenguaje de programación a usar en la construcción, la plataforma en la que se ejecutará la aplicación, los componentes prefabricados o reusables de otras aplicaciones, entre otras características que afectan al sistema, ya que el objetivo del análisis es comprender perfectamente los requisitos del software y no precisar cómo se implementará la solución. En dicha fase se generan una serie de artefactos y roles los cuales facilitan el trabajo.

### 1.7.1 Roles que intervienen en el análisis.

Tabla 2. Descripción de los roles que intervienen en la fase de análisis (4).

Rol	Responsabilidades
Administrador de configuración	- Analizar el efecto de los cambios en los elementos de la matriz. - Actualizar la matriz de trazabilidad.
Administrador de la calidad	- Revisar las inconsistencias entre los requisitos, los productos de trabajo y los planes del proyecto.

	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Registrar las inconsistencias en el Registro de Inconsistencias manteniendo este documento actualizado.</li> </ul>
Analista	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Participar en la planificación de los requisitos.</li> <li>- Determinar los proveedores válidos de requisitos.</li> <li>- Modelar de procesos del negocio si el proyecto lo requiere (CUN, BPM, otros).</li> <li>- Modelar el dominio si el proyecto lo requiere.</li> <li>- Identificar y describir actores, casos de uso, requisitos funcionales, requisitos no funcionales, salidas del sistema, priorizar los requisitos.</li> <li>- Elaborar Diccionario de datos.</li> <li>- Elaborar Documento de salidas del sistema si el proyecto lo requiere.</li> <li>- Elaborar el documento Reglas del Negocio.</li> <li>- Actualizar el Glosario de Términos.</li> <li>- Especificar los requisitos.</li> <li>- Participar en las reuniones de aceptación con el cliente.</li> <li>- Validar requisitos del producto asignados.</li> </ul>
	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Actualizar la matriz de trazabilidad.</li> <li>- Insertar el elemento en la matriz de trazabilidad.</li> </ul>
Arquitecto de información	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Definir pautas de diseño gráfico.</li> <li>- Definir arquitectura de información.</li> <li>- Validar requisitos del producto asignados.</li> </ul>
Arquitecto de software	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Elaborar y actualizar el documento de arquitectura de software.</li> <li>- Elaborar y actualizar el Diagrama de Despliegue.</li> <li>- Validar requisitos del producto asignados.</li> </ul>
Jefe de proyecto	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Planificar la administración de los requisitos (actualizar el WBS y Calendario con las actividades y recursos humanos referentes a Requisitos).</li> <li>- Participa en la validación de los proveedores de requisitos asegurándose que el cliente está de acuerdo con la selección del proveedor responsable.</li> <li>- Coordina las reuniones con el cliente y la logística necesaria para realizar estos encuentros.</li> <li>- Realizar reuniones de aceptación con el cliente.</li> <li>- Asignar requisitos del producto a su equipo de trabajo mediante la utilización de los tickets de la herramienta de gestión de proyectos.</li> <li>- Analizar el efecto de los cambios en los elementos de la matriz.</li> <li>- Asigna a los responsables de las inconsistencias para que las resuelvan y monitorea el cierre de estas inconsistencias.</li> </ul>
Implantador de soluciones	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Instala y configura las herramientas necesarias para la administración de los requisitos.</li> </ul>
Planificador	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Planificar la administración de los requisitos (actualizar el WBS y Calendario con las actividades y recursos humanos referentes a</li> </ul>

	Requisitos). - Validar requisitos del producto asignados.
Proveedor de requisitos	- Proveer los requisitos a los miembros del proyecto. - Participar en los encuentros coordinados por los miembros del proyecto. - Validar la especificación de requisitos de software. - Aceptar la especificación de requisitos de software. - Participa en la definición de las prioridades, costo, tiempo y alcance de los requisitos de software.

### 1.7.2 Artefactos que se generan durante la fase de análisis.

- **Mapa de procesos:** Documento donde se describen todos los procesos del negocio y sus artefactos.
- **Descripción de procesos de negocio:** Documento donde se realiza la descripción de cada proceso del negocio.
- **Especificación de requisitos de software:** Documento donde se tiene una visión del producto y una noción de lo que voy a realizar.
- **Descripción de requisitos del producto:** Documento que especifica la visión y objetivos del proyecto, además de representar las principales planificaciones necesarias para su correcto desarrollo, describe los requisitos a cumplir.
- **Matriz de Trazabilidad:** Documento que especifica la visión y objetivos del proyecto, además de representar las principales planificaciones necesarias para su correcto desarrollo: describir la trazabilidad de los requisitos y realizar los reportes de trazabilidad.
- **Diagrama de clases del análisis:** Documento que especifica la visión y objetivos del proyecto, además de representar las principales planificaciones necesarias para su correcto desarrollo: describir el diseño de clases del componente, diagramas de clases web y diagramas de clases de negocio.

En esta investigación se hará énfasis en la fase de análisis, a partir de la cual se realizará la propuesta del procedimiento de estimación de esfuerzo, ya que el autor considera que es de las primeras fases en el desarrollo de software donde se generan artefactos provechosos para ser empleados en la estimación de esfuerzo, aportando datos consistentes en cuanto a extensión y complejidad de las funcionalidades.

### **1.8 Conclusión del capítulo.**

A partir del estudio realizado se puede concluir que la gestión de proyectos, la gestión de alcance y tiempo y la estimación de esfuerzos son procesos críticos para la realización de un software. En este capítulo se realizó un análisis de varios métodos y técnicas usados en la actualidad para la estimación de esfuerzo donde se pudo evidenciar que todos tienen un objetivo específico que es hacer una estimación lo más certera posible. Sin embargo estos métodos realizan sus cálculos por vías diferentes, donde ninguno se adecua a las condiciones y necesidades del proyecto Banco por lo que se decide hacer una nueva propuesta de un procedimiento para la estimación de esfuerzos a partir de la información generada en la fase de análisis debido a la importancia que atribuye la misma en cuanto a artefactos generados y requisitos.

Servirán de base para el desarrollo del procedimiento las técnicas Puntos de fusión y la Estimación basada en Puntos de Casos de uso se tendrán en cuenta las particularidades de la metodología de desarrollo basada en componentes establecida en el proyecto.

## Capítulo II: Propuesta de Solución.

### 2.1 Introducción.

En el presente capítulo se realiza el procedimiento para la estimación de esfuerzo el cual va a estar estructurado en tres fases: como primera fase se tendrá la Recopilación de la información, seguidamente se realiza el Procesamiento de los datos y por último la Comunicación de los resultados, en todas las fases se tienen entradas, una técnica y salidas, indicándose cada una de sus actividades, etapas y artefactos que parten de la información generada por los analistas en el proyecto Banco de la línea Finanzas.

### 2.2 Objetivos del Procedimiento.

La propuesta de procedimiento para la estimación de esfuerzo a partir del análisis en el proyecto Banco de la línea Finanzas tiene como objetivos:

- Definir a través de una secuencia de pasos el esfuerzo necesario para desarrollar el proyecto, de forma tal que cumpla: el tiempo establecido para los cronogramas, los compromisos con los clientes y se aprovechen al máximo los recursos.
- Establecer una planificación en el proyecto Banco para lograr con calidad y efectividad la ejecución de las actividades.
- Reducir el esfuerzo y el costo para cumplir en tiempo con las tareas trazadas.
- Satisfacer las necesidades de los clientes para proporcionarle seguridad de que su producto tiene la calidad esperada.

### 2.3 Roles y responsabilidades.

A continuación se definen los roles que intervienen en el desarrollo del procedimiento propuesto para estimar esfuerzo y las responsabilidades que estos van a asumir para lograr los objetivos trazados.

**Líder del proyecto:** Encargado de planificar, administrar, asignar recursos, definir prioridades e identificar riesgos en el proyecto. Es el máximo responsable de mantener al equipo enfocado e integrado, de coordinar la interacción con clientes y usuarios, monitorear y controlar el avance del proyecto mediante

informes mensuales, semanales y diarios, y gestionar adecuadamente las situaciones imprevistas que se presenten.

**Analista:** Su responsabilidad está dada en participar en la planificación de los requisitos, priorizar los requisitos, elaborar el Diccionario de datos y especificar los requisitos.

**Planificador:** Su responsabilidad está en planificar la administración de los requisitos. Además actualiza las EDT y el Calendario con las actividades y recursos humanos planificados.

**Arquitecto del sistema:** Su responsabilidad está dada en definir los factores de complejidad técnica a medir en el procedimiento, aprobar los valores asignados a cada factor teniendo en cuenta el nivel de importancia con el que repercute cada uno de estos en el proyecto.

## 2.4 Fase 1: Recopilación de la información.

En la fase Recopilación de la información se hará la captura de toda la información necesaria mediante la técnica de análisis de datos para la confección del Plan de estimación de esfuerzo, donde se tendrá en cuenta factores del ambiente de desarrollo como el control de recursos humanos, materiales y el cronograma para ver la distribución de las personas por computadoras y horarios correspondientes, además de tenerse en cuenta algunos de los artefactos que se generan durante la fase de análisis.

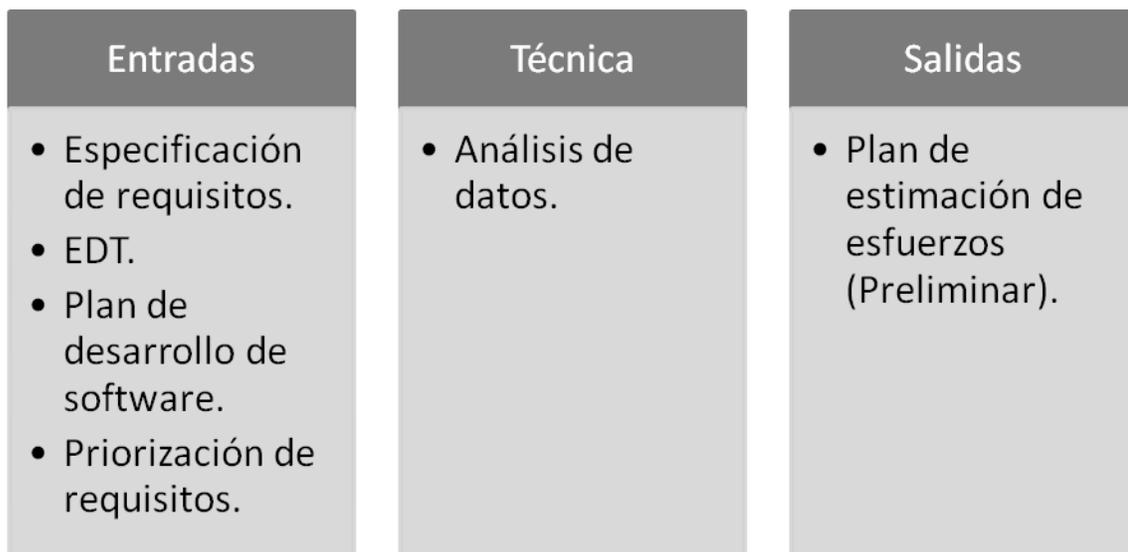


Figura. 3 Fase1: Recopilación de información.

## 2.4.1 Recopilación de la Información: Entradas.

- **Especificación de requisitos de software:** Documento donde se tiene una visión del producto y una noción de lo que se va a realizar y que incluye además el listado de todos los requisitos (4).
- **Estructura de Desglose del Trabajo (EDT):** es un documento donde se genera una descomposición jerárquica con orientación hacia el producto entregable relativo al trabajo que será ejecutado por el equipo del proyecto para lograr los objetivos del proyecto y crear los productos entregables requeridos. Organiza y define el alcance total del proyecto. A partir de la EDT se podrán determinar las diferentes fases en que se ha desglosado el proyecto así como las tareas a realizar en un tiempo establecido (5).
- **Plan de Desarrollo de Software:** Documento que especifica la visión y objetivos del proyecto, además de representar las principales planificaciones necesarias para su correcto desarrollo: Plan de recursos humanos, Cronogramas, Plan de riesgos, Plan de monitoreo y control, entre otros (4).
- **Priorización de los requisitos:** Documento en el que se establece una clasificación de los requisitos de software teniendo en cuenta atributos como la complejidad y la criticidad (4).

## 2.4.2 Recopilación de la Información: Técnica.

### Análisis de los datos.

La técnica de análisis de datos representa la forma de cómo será procesada la información recolectada, esta se puede procesar de dos maneras, cualitativa o cuantitativa. En el caso de esta investigación se hará uso de las dos técnicas de análisis de datos (cualitativo y cuantitativo) ya que estas permitirán tener una idea más clara de lo que se tendrá que hacer para lograr los objetivos propuestos.

Se tiene como objetivo recopilar toda la información referente al proyecto Banco de la línea Finanzas en cuanto al Control del capital humanos (Datos persona, tipo, año, horas de trabajo y rol), Control de los recursos materiales (Cantidad de puestos de trabajo disponibles para el proyecto), el Cronograma (Distribución de personas por puestos de trabajo y horarios) y requisitos de software. Luego de recopilados los datos obtenidos como resultado de la técnica aplicada es necesario analizarlos de forma clara para así poder determinar cuáles son las condiciones y necesidades en las que se encuentra hoy el

proyecto Banco de la línea Finanzas para poder realizar el procedimiento con una mayor exactitud y calidad.

### **2.4.3 Recopilación de la Información: Salidas.**

#### **Plan de estimación de esfuerzo (preliminar).**

En la fase de Recopilación de información se tiene como objetivo conformar el plan de estimación de esfuerzo el cual representa la salida de la fase en su estado preliminar. En este documento se tienen en cuenta una serie de aspectos a medir en el proyecto como es el control del capital humano, el control de los recursos materiales, el cronograma del proyecto, el plan de riesgo y requisitos de software. **(Ver anexo 1)**

#### **Control del capital humano.**

Con el control del capital humano se gestiona el personal del proyecto, las capacidades, actitudes y conocimientos de cada miembro del mismo, en ocasiones se hace necesario la capacitación de algunos estudiantes y profesionales para dar cumplimiento a la misión a desempeñar en el proyecto por lo que se crea un plan de capacitación. La eficiente gestión del mismo, es la clave del éxito en la búsqueda de la excelencia.

#### **✚ Control de recursos materiales.**

El control de los recursos materiales posibilita tener registrado el nombre del recurso la cantidad de recursos con se cuenta el periodo en que se necesita, la criticidad del recurso y el estado, además permite saber la cantidad de personas que usan el recurso.

#### **✚ Cronograma del proyecto.**

El cronograma del proyecto es el conjunto de actividades con sus plazos correspondientes (fecha de inicio y fin). Es decir, relaciona actividades y tiempo. Sirve para la toma de decisiones, por ejemplo saber la implicación de un retraso en una actividad o de la modificación del alcance (nuevas tareas). Es donde se tiene un plazo de ejecución del proyecto, de duración de las actividades, los hitos del proyecto, las iteraciones y fases.

#### **✚ Plan de Riesgos del proyecto.**

Se hace necesaria la confección de un plan de riesgo en la realización del plan de estimación de esfuerzos ya que se debe tener en cuenta las acciones que se deben gestionar ante la aparición de un evento inesperado o para el cual no se tiene un plan de acción o contingencia.

Esto provoca acciones imprevistas que pueden retrasar la producción y el desarrollo de la misma, alteran el presupuesto y los tiempos planificados inicialmente. Por eso es recomendable realizar una adecuada identificación, cuantificación de impacto, planificación de respuestas y control de riesgos que permitan anticipar las acciones y controles que mitiguen el impacto de los riesgos cuando llegan a ocurrir.

### **Requisitos de software.**

Se tiene el listado de los requisitos necesarios para el procedimiento, donde se clasifica cada requisito en transacción (Entradas Externas, Salidas Externas o Consultas Externas) y archivos (Archivos lógicos internos o Archivos de interfaz externa) se da una complejidad (alta media o baja) a los mismos.

### **2.5 Fase 2: Procesamiento de los datos.**

En la siguiente fase, Procesamiento de los datos, se va a tener como entrada el Plan de estimación de esfuerzo (preliminar), la descripción de los requisitos y el diccionario de datos donde se tiene una mejor comprensión de la información necesaria para calcular el valor estimado del esfuerzo necesario para el desarrollo del proyecto Banco de la línea Finanzas. Para lograrlo se aplica la técnica Método de estimación temprana basada en requisitos (METRE) y los resultados obtenidos se incluirán al plan en una versión actualizada de este.

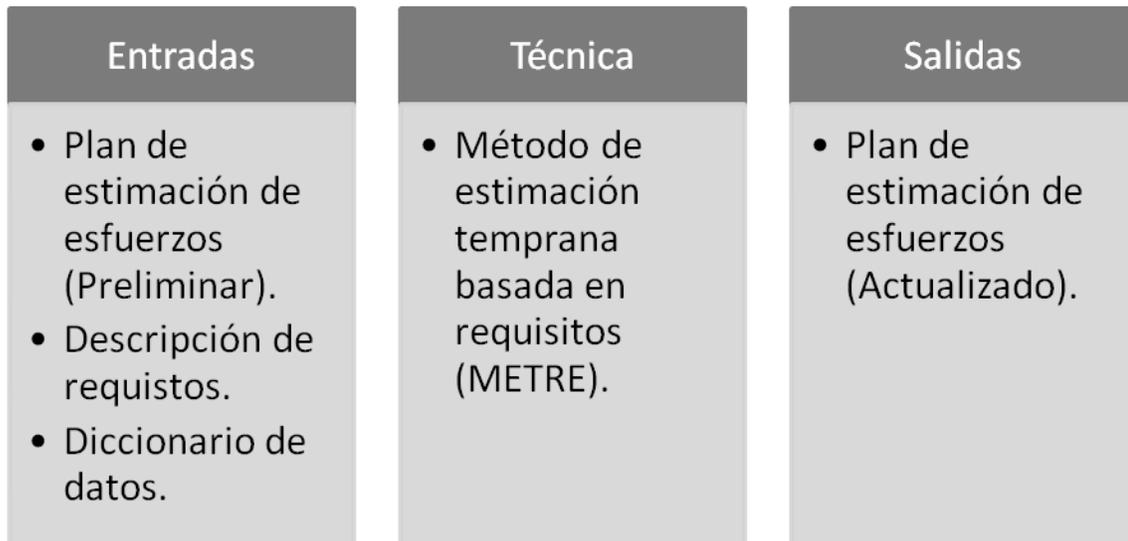


Figura 4. Fase 2: Procesamiento de los datos.

## 2.5.1 Procesamiento de los datos: Entradas.

Para realizar el procesamiento de los datos necesarios para estimar el esfuerzo, se tienen como entrada:

- **Plan de estimación de esfuerzos (preliminar):** Donde esta entrada representa la salida de la fase anterior.
- **Descripciones de los requisitos:** Documentos que especifican la visión y objetivos del proyecto, además de representar las principales planificaciones necesarias para su correcto desarrollo, especificando los flujos de cada requisito en las acciones realizadas.
- **Diccionario de datos:** Documento donde se tiene todos los conceptos necesarios para poder entender los términos e identificar las entidades del negocio para desarrollar el método para estimar esfuerzos.

## 2.5.2 Procesamiento de los datos: Técnica.

Método de Estimación Temprana basada en Requisitos (METRE) esta técnica es la que se propone para calcular el esfuerzo en el proyecto Banco de la línea Finanzas, es una técnica que se ha elaborado apoyándose en las técnicas de Puntos de función y la Estimación basada en casos de usos, ambas

técnicas aunque se rigen por el empleo de Casos de Uso, servirán de base para la determinación del esfuerzo esperado.

El estudio realizado a las técnicas reflejó que las características de estas no se correspondían con las del proyecto, por lo que fue necesario tomar de ellas aquellos puntos que se ajustaran.

Las técnicas de Puntos de Función y Estimación por Casos de Uso se rigen para la estimación de esfuerzo por los siguientes pasos:

- Cálculos de los puntos de complejidad del sistema sin ajustar (Puntos de CU o puntos de función).
- Ajustes de los puntos de complejidad del sistema.
- Cálculo de la estimación del esfuerzo.

### 2.5.2.1 Cálculos de los puntos de complejidad del sistema sin ajustar.

Al analizar cómo cada técnica desarrollaba estos pasos, se determinó emplear para el cálculo de los puntos de complejidad del sistema sin ajustar la técnica de Puntos de función desarrollada por Albrecht.

Esta técnica se seleccionó porque permite determinar las clasificaciones de las transacciones por requisitos, en cambio la técnica de estimación por Puntos de Casos de uso, además de medir las transacciones a partir de un caso de uso general, o sea a una agrupación de requisitos, presenta el inconveniente de necesitar el cálculo del Factor de Peso de los Actores sin ajustar, lo que no se corresponde con la metodología empleada en el proyecto, donde no se determinan casos de uso y por ende no se definen actores del sistema.

A continuación se definen algunos conceptos de importancia utilizados en el análisis de Puntos de Función.

Una transacción representa una interacción, ya sea interna o externa con el sistema; en esta interviene un flujo de entrada o salida de datos que genera un resultado. Por lo que un requisito puede estar determinado por una o más transacciones y, para la técnica de Puntos de función, se clasifican en:

- **Entradas Externas:** se definen como un proceso elemental mediante el cual ciertos datos cruzan la frontera del sistema desde afuera hacia adentro, los cuales pueden tratarse de información para adicionar, modificar o eliminar de un Archivo Lógico Interno, o bien información de control o del negocio.

- **Salidas Externas:** se definen como un proceso elemental con componentes de entrada y de salida mediante el cual datos simples y datos derivados (datos que se calculan a partir de otros datos) cruzan la frontera del sistema desde adentro hacia afuera. Adicionalmente, las Salidas Externas pueden actualizar un Archivo Lógico Interno. Los datos crean reportes o archivos y estos crean uno o más Archivos Lógicos Internos o Archivos de Interfaz Externos.
- **Consultas Externas:** se definen como un proceso elemental con componentes de entrada y de salida. Los datos de entrada no actualizan ni mantienen ningún archivo (lógico interno o de interfaz externo) y los datos de salida no contienen datos derivados (es decir, los datos de salida son básicamente los mismos que se obtienen de los archivos). Dentro de este tipo de transacción entran los listados y las búsquedas de los sistemas.(6)

Las transacciones serán identificadas a partir del análisis realizado a la descripción de requisitos, artefacto descritos en la entrada de la segunda fase conteniendo la información específica de los flujos de cada requisito en las acciones realizadas.

Otro de los conceptos de importancia para el desarrollo de la técnica son los **archivos**, estos se refieren a los conceptos o entidades que se definen en el negocio y representarán grupos lógicos de datos. Se clasifican en:

- **Archivos Lógicos Internos:** grupo de datos relacionados lógicamente e identificables por el usuario, que residen enteramente dentro de los límites del sistema y se mantienen a través de las Entradas Externas.
- **Archivos de Interfaz Externos:** grupo de datos relacionados lógicamente e identificables por el usuario, que se utilizan solamente para fines de referencia. Los datos residen enteramente fuera de los límites del sistema y se mantienen por las Entradas Externas de otras aplicaciones, es decir, cada Archivo de Interfaz Externo es un Archivo Lógico Interno de otra aplicación. (6)

Los archivos lógicos serán identificados a partir del análisis realizado al Diccionario de datos, artefacto que representa una entrada en la segunda fase y contiene la información referente a los conceptos y entidades del negocio descritos en la fase de análisis, así como a las Descripciones de requisitos, ya que en estas se representan la relación que existen entre dichas entidades y los requisitos definidos.

Una vez identificados estos se procede a establecer la complejidad (Alta, Media o Baja) de las transacciones y archivos de cada uno de los requisitos, esta complejidad se halla de acuerdo a las escalas

establecidas para cada tipo de transacción y archivo, en las que se mide el número de archivos referenciados y elementos de datos para el caso de la transacciones y para los archivos se mide la cantidad de elementos de datos y tipos de registro.

 **Transacciones.**

**Clasificación de las Entradas Externas:**

**Tabla 3. Clasificación de las Entradas Externas.**

Archivos referenciados	Elementos de datos		
	1-4	5-15	>15
0-1	Baja	Baja	Media
2	Baja	Media	Alta
3 o más	Media	Alta	Alta

En la misma, "Archivos referenciados" representa el número de Archivos Lógicos Internos mantenidos por la Entrada Externa, y "Elementos de datos" representa la cantidad de elementos que componen la Entrada Externa.

**Clasificación de las Salidas Externas y Consultas Externas:**

**Tabla 4. Clasificación de las Salidas Externas y Consultas Externas.**

Archivos referenciados	Elementos de datos		
	1-5	6-19	>19
0-1	Baja	Baja	Media
2	Baja	Media	Alta
>3	Media	Alta	Alta

En la misma, "Archivos referenciados" representa el número de Archivos Lógicos Internos o Archivos de Interfaz Externos vinculados con la Salida Externa o la Consulta Externa, y "Elementos de datos" representa la cantidad combinada de elementos de datos de entrada y de salida que componen la Salida Externa o Consulta Externa.

✓ **Asignación de valores numéricos. Tipos de Transacción.**

Los valores numéricos que se asignan a cada complejidad (Baja, Media o Alta), se muestran en la siguiente tabla, para cada uno de los tipos de transacción (Entrada Externa, Salida Externa, Consulta Externa):

**Tabla 5. Asignación de valores numéricos a cada complejidad de las transacciones.**

Clasificación	Valores		
	Salidas Externas	Consultas externas	Entradas Externas
Baja	4	3	3
Media	5	4	4
Alta	7	6	6

 **Archivos.**

**Clasificación de los Archivos Lógicos Internos y Archivos de Interfaz Externos:**

**Tabla 6. Clasificación de los Archivos Lógicos Internos y Archivos de Interfaz Externos.**

Tipos de Registro	Elementos de datos		
	1-19	20-50	>50
1	Baja	Baja	Media
2-5	Baja	Media	Alta
>5	Media	Alta	Alta

Donde "Tipos de registro" representa un subgrupo de elementos de datos reconocibles por el usuario, y "Elementos de datos" representa la cantidad de elementos de datos básicos (campos únicos) que componen el Archivo.

✓ **Asignación de valores numéricos. Tipos de archivos.**

Los valores numéricos que se asignan a cada complejidad (Baja, Media o Alta), se muestran en la siguiente tabla, para cada uno de los tipos de archivo (Archivo Lógico Externo, Archivo de Interfaz Externo):

Tabla 7. Asignación de valores numéricos a cada complejidad de los archivos.

Clasificación	Valores	
	Archivos Lógicos Internos	Archivos de Interfaz Externos
Baja	7	5
Media	10	7
Alta	15	10

Luego de haber determinado la complejidad se procede a calcular los **Puntos de función sin conciliar** (PFSC), que no es más que la sumatoria del producto de las complejidades por los valores numéricos asignados a cada complejidad, lo que atribuye a un aporte total y la sumatoria del aporte de cada complejidad son los **PFSC**.

$$PFSC = \sum EE_i + \sum CE_i + \sum SE_i + \sum ALI_i + \sum EIE_i \quad (1)$$

Donde:

PFSC: Puntos de Función sin conciliar.

EE: Entradas Externas.

CE: Consultas Externas.

SE: Salidas Externas.

ALI: Archivos Lógicos Internos.

AIE: Archivos de Interfaz Externos.

### 2.5.2.2 Ajustes de los puntos de complejidad del sistema.

Los Puntos de Función sin conciliar son una aproximación de la complejidad del sistema, pero quedan características externas que no se han contemplado, así como características del proceso de desarrollo del sistema informático que influirán en el costo del sistema y que se pueden cuantificar desde las primeras fases del desarrollo.

Estos factores adicionales según Albrecht son catorce. Cada factor tomará un valor entre 0 y 5, de modo

que cuanto más importancia tenga un factor mayor valor se le asignará.

La siguiente tabla indica los valores posibles de un factor y su significado.

**Tabla 8. Valores asignados por factores.**

Valor asignado	Significado del valor
0	Sin influencia, factor no presente
1	Influencia insignificante, muy baja
2	Influencia moderada o baja
3	Influencia media, normal
4	Influencia alta, significativa
5	Influencia muy alta, esencial

A continuación se muestran los valores definidos por Albrecht para la técnica de Puntos de función:

**Tabla 9. Factores de complejidad propuestos Albrecht.**

Factores de complejidad técnica definidos por Albrecht		
Factor	Descripción	Valor (0...5)
T1	Comunicación de datos	
T2	Procesamiento distribuido de datos	
T3	Rendimiento	
T4	Configuraciones fuertemente utilizadas	
T5	Frecuencia de transacciones	
T6	Entrada de datos online	
T7	Eficiencia del usuario final	
T8	Actualizaciones online	
T9	Procesamiento complejo	
T10	Reusabilidad	
T11	Facilidad de instalación	
T12	Facilidad de operación	
T13	Instalación en distintos lugares	
T14	Facilidad de cambio	
<b>FCT (Albrecht)</b>		$\Sigma \text{valor}_i$

Por otro lado Gustav Karner, en la técnica de estimación por Puntos casos de uso, emplea los siguientes factores.

**Tabla 10. Factores de complejidad propuestos por Gustav Karner.**

<b>Factores de complejidad técnica definidos por Karner</b>		
<b>Factor</b>	<b>Descripción</b>	<b>Peso</b>
<b>T1</b>	Sistema distribuido	2
<b>T2</b>	Objetivos de performance o tiempo de respuesta	1
<b>T3</b>	Eficiencia del usuario final	1
<b>T4</b>	Procesamiento interno complejo	1
<b>T5</b>	El código debe ser reutilizable	1
<b>T6</b>	Facilidad de instalación	0.5
<b>T7</b>	Facilidad de uso	0.5
<b>T8</b>	Portabilidad	2
<b>T9</b>	Facilidad de cambio	1
<b>T10</b>	Concurrencia	1
<b>T11</b>	Incluye objetivos especiales de seguridad	1
<b>T12</b>	Provee acceso directo a terceras partes	1
<b>T13</b>	Se requieren facilidades especiales de entrenamiento a usuarios	1

Los factores propuestos por ambas técnicas se enfocan a todas las fases del desarrollo del software, sin embargo el proyecto Banco, al igual que el resto de los proyectos de la línea de Finanzas, tiene un alcance definido hasta la implementación del producto, por lo que el procedimiento se enfocará hasta esta fase. Esto conlleva a que los factores de complejidad técnica tengan que ajustarse necesariamente a las características del proyecto.

La técnica propuesta por Gustav Karner mide, además de los factores de complejidad técnicas, factores ambientales, ya que deben de tenerse en cuenta para una estimación más acertada, pues estos parten de características propias del equipo de desarrollo de un proyecto. A continuación se muestra en la siguiente tabla los Factores ambientales propuestos por Karner.

**Tabla 11. Factores ambientales propuestos Gustav Karner.**

<b>Factores ambientales definidos por Karner</b>		
<b>Factor</b>	<b>Descripción</b>	<b>Peso</b>
<b>E1</b>	Familiaridad con el modelo de proyecto utilizado	1.5

<b>E2</b>	Experiencia en la aplicación	0.5
<b>E3</b>	Experiencia en orientación a objetos	1
<b>E4</b>	Capacidad del analista líder	0.5
<b>E5</b>	Motivación	1
<b>E6</b>	Estabilidad de los requerimientos	2
<b>E7</b>	Personal part-time	-1
<b>E8</b>	Dificultad del lenguaje de programación	-1

Estos factores no se enfocan en las características del equipo de desarrollo, que es específicamente lo que se hace en el proyecto Banco al igual que en el resto de la línea Finanzas, por lo que se hace necesario tener que realizar un ajuste a estos factores de acuerdo a las características del proyecto.

Con el objetivo de ajustar la técnica propuesta por Gustav Karner (estimación basada por puntos de función) a las particularidades del proyecto, se hicieron adaptaciones a los factores de complejidad técnica y ambientales, y al peso de los factores de complejidad técnica. Parte de estos nuevos factores de complejidad técnica fueron tomados del documento de arquitectura de diseño y de las entrevistas realizadas a los arquitectos del proyecto de la línea de Finanzas. Y parte de los factores ambientales fueron tomados del Plan de estimación de esfuerzos.

### **Factor de complejidad técnica (FCT) para METRE.**

Para la aplicación de la técnica METRE se definieron los siguientes factores de complejidad técnica.

En la siguiente tabla se muestra los factores y el peso de cada uno de estos:

**Tabla 12. Descripción de los factores de complejidad técnica para el proyecto Banco.**

<b>Factor</b>	<b>Descripción</b>	
<b>T1</b>	Distribución del Sistema	<b>1.0</b>
<b>T2</b>	Rendimiento y Tiempo de Respuesta	<b>1.0</b>
<b>T3</b>	Restricciones de eficiencia definidas por el usuario	<b>1.0</b>
<b>T4</b>	Complejidad del Procesamiento Interno	<b>1.0</b>

<b>T5</b>	Reutilización del código	<b>1.0</b>
<b>T6</b>	Sistemas de Control de Cambio	<b>1.0</b>
<b>T7</b>	Estandarización del código y Normalización	<b>1.0</b>
<b>T8</b>	Requisitos especiales de seguridad	<b>1.0</b>
<b>T9</b>	Interoperabilidad con sistemas externos	<b>0.5</b>
<b>T10</b>	Entrenamiento a usuarios	<b>1.0</b>
<b>T11</b>	Concurrencia	<b>1.0</b>
<b>T12</b>	Mantenimiento	<b>1.0</b>

A continuación se describen los factores de complejidad técnica y se proponen formas de evaluarlos a partir de indicadores que los caractericen:

### **Sistema Distribuido.**

Se debe evaluar si existen procesos o datos distribuidos y cómo el control de estos forman parte del sistema.

0 ↔ Si el sistema es totalmente centralizado o no tiene como objetivo el transferir datos o procesos entre los componentes del sistema.

1 ↔ El sistema realiza sus procesos en un equipo, pero las salidas se preparan de modo que son utilizadas vía software de otros equipos. Por ejemplo a la salida del sistema se accede vía una hoja de cálculo o un procesador de textos en una computadora.

2 ↔ El sistema captura los datos en un equipo, que les da formato, siendo enviados a otro equipo del sistema que los trata.

3 ↔ Proceso distribuido pero con transferencia de datos "en línea" en una sola dirección.

4 ↔ Proceso de datos distribuidos y transferencia de datos "en línea" en ambas direcciones. Por ejemplo una red de cajeros automáticos en donde estos procesan parte la transacción.

5 ↔ El sistema está ejecutándose en una red con procesos cooperantes ejecutándose en distintos equipos.

### **Rendimiento y tiempo de respuesta.**

Evalúa si el rendimiento es un requisito del sistema, es decir, si es crítico el tiempo de respuesta o cantidad de operaciones por hora. Se tendrá que hacer consideraciones especiales durante el diseño, codificación y mantenimiento.

- 0 ↔ Rendimiento normal (el que suelen dar los sistemas informáticos en los que no se pone énfasis en este tema).
- 1 ↔ Se indican requerimientos de rendimiento y del diseño que son revisados, pero no es necesario tomar medidas especiales.
- 2 ↔ El tiempo de respuesta o cantidad de operaciones por hora es crítico en algunos momentos. No se solicita que se realice un diseño de la utilización de la unidad central de procesamiento (CPU). Los procesos deberán estar terminados antes de la siguiente sesión de trabajo (próximo día).
- 3 ↔ El tiempo de respuesta o cantidad de operaciones por hora es crítico durante todas las horas de trabajo. No se solicita que se realice un diseño de la utilización de la unidad central de procesamiento (CPU). Los requerimientos indican que los procesos con sistemas de interfaz deberán estar terminados según ciertas restricciones.
- 4 ↔ Además, los requerimientos indican que el tiempo de respuesta o la cantidad de operaciones por hora es lo suficientemente crítico, como para requerir tareas de análisis de rendimiento durante la fase de diseño.
- 5 ↔ Además se utilizan herramientas de análisis de rendimiento durante el diseño, desarrollo e instalación, con el objetivo de alcanzar el rendimiento demandado por el usuario.

### **Restricciones de eficiencia definidas por el usuario.**

Se demanda eficiencia para el usuario en su trabajo, o sea se tiene que diseñar e implementar la aplicación con interfaces fáciles de usar y con ayudas integradas. Los tipos de elementos asociados a la eficiencia del usuario son:

- Menús.
- Ayudas "en línea".
- Movimiento automático del cursor.
- Efectos de Scroll.

- Impresión remota (mediante transacciones en línea).
- Teclas de función predefinidas.
- Selección mediante cursor de datos de la pantalla.
- Documentación impresa de las operaciones “en línea”.
- Uso de ratón.
- Forzar la aplicación a tener el menor número posible de pantallas por transacción.
- Aplicación bilingüe (cuenta por cuatro).
- Aplicación Multilingüe (más de dos, cuenta por seis).

Toma el valor:

0↔ No hay especial énfasis en los interfaces de uso con el usuario.

1↔ De uno a tres de los factores anteriores.

2↔ De cuatro a cinco.

3↔ Seis o más factores, pero sin requerimientos especiales de eficiencia.

4↔ Más de seis factores, con requerimientos lo suficientemente específicos como para justificar en el diseño estudios de los factores humanos. Ejemplo: minimizar la cantidad de pulsaciones, proveer valores por defecto, uso de marcos estandarizados, entre otros.

5↔ Igual al anterior, pero los requerimientos son tan fuertes que se demanda la construcción de prototipos y utilización de herramientas para su evaluación y comprobar que se alcanzarán los objetivos.

### **Complejidad del procesamiento interno.**

La complejidad de los procesos es una característica de la aplicación. Algunas de las siguientes características están presentes:

- Los algoritmos matemáticos especificados complejos.
- Procesos con lógica compleja.
- Se han especificado muchas excepciones, consecuencia de transacciones incompletas, que deberán tratarse.
- Manejar múltiples dispositivos de entrada/salida.

- La aplicación llevará incorporados sistemas de seguridad y control.

El ajuste se realiza por tratarse de un sistema de gestión empresarial.

La valoración será la siguiente:

- 0 ↔ No se da ninguna de las características anteriores.
- 1 ↔ Se da una característica de las enunciadas.
- 2 ↔ Se dan dos características de las enunciadas.
- 3 ↔ Se dan tres características de las enunciadas.
- 4 ↔ Se dan cuatro características de las enunciadas.
- 5 ↔ Se dan las cinco características de las enunciadas.

### **Reutilización de código.**

Se tendrán que hacer consideraciones especiales durante el diseño, codificación y mantenimiento para que el código se reutilice en otras aplicaciones.

- 0 ↔ No se piensa en reutilizar el código a generar.
- 1 ↔ Se pretende reutilizar el código a generar dentro de la propia aplicación.
- 2 ↔ Menos del 10% de la aplicación tiene en cuenta las necesidades de más de un usuario (sistema).
- 3 ↔ El 10% de la aplicación o más tiene en cuenta las necesidades de más de un usuario (sistema).
- 4 ↔ La aplicación ha sido específicamente empaquetada y/o documentada para ser fácil de reutilizar. La aplicación se adaptará a las necesidades de los usuarios a nivel de código.
- 5 ↔ La aplicación ha sido específicamente empaquetada y/o documentada para ser fácil de reutilizar. La aplicación se adaptará a las necesidades de los usuarios por medio de parámetros.

### **Sistemas de control de cambio.**

Para llevar un control de la evolución del sistema que se desarrolla es necesaria la implementación de una estrategia que administre la configuración del software y dentro de ella el control de los cambios

realizados por la repercusión que tiene dentro del alcance planificado. Un buen sistema de control de este tipo debe tener presentes los siguientes aspectos:

- Debe existir un sistema de control de versiones.
- Se dispone de un método para designar las diferentes configuraciones de manera sistemática u organizada.
- Se definen líneas bases a partir del desarrollo evolutivo del software, mediante cambios sucesivos realizados de una manera disciplinada.
- Se debe contar con un repositorio o almacén general de versiones.
- Se debe contar con una estrategia de administración de la configuración que garantice la correcta gestión de los cambios.
- Se deben definir las herramientas para el control de versiones.

La valoración será la siguiente:

0 ↔ No se da ninguno de los aspectos anteriores.

1 ↔ Se da uno de los aspectos anteriores.

2 ↔ Se dan dos de los aspectos anteriores.

3 ↔ Se dan tres de los aspectos anteriores.

4 ↔ Se dan cuatro de los aspectos anteriores.

5 ↔ Se dan las cinco o seis de los aspectos anteriores.

### **Estandarización del código y normalización.**

La estandarización del código del sistema y la normalización son factores importantes a partir de los que se determina la calidad de procesos como el control de cambios y el mantenimiento del código. Para la misma deben tomarse en cuenta:

- Utilizar reglas de nomenclatura y estándares definidos para los objetos de la base de datos.
- Normalizar las estructuras de árboles para su tratamiento en las bases de datos.
- Emplear normas de comentarios para el código.

- Emplear estándares de nomenclatura (clases controladoras, clases modelos, variables globales, variables locales, servicios, entre otros).

La valoración será la siguiente:

0↔ No se da ninguno de los aspectos anteriores.

1↔ Se da uno de los aspectos anteriores.

2 o 3↔ Se dan dos de los aspectos anteriores.

4↔ Se dan tres de los aspectos anteriores.

5 ↔ Se dan todos los aspectos anteriores.

Para evaluar los siguientes factores se parte de interrogantes a las que se les asignará como respuesta un valor de 0 a 5 según lo especificado en la tabla 3:

### **Requisitos especiales de seguridad.**

¿Se definieron requisitos especiales de seguridad para el sistema a desarrollar?

### **Interoperabilidad con sistemas externos.**

¿Se requiere para el buen funcionamiento del sistema que este mantenga una interoperabilidad con sistemas externos?

### **Entrenamiento a usuarios.**

¿Está incluido en el alcance del proyecto el entrenamiento a usuarios?

### **Mantenimiento.**

¿Dentro de las políticas definidas en el proyecto representa un factor importante el mantenimiento del sistema?

### **Concurrencia.**

¿Hay concurrencia en el sistema?

Después de haber evaluado cada uno de los factores, se procede a calcular los puntos de complejidad técnica del sistema sin ajustar. Según la técnica que propone Albretch para calcular esta complejidad primero se obtiene en Grado Total de Influencia (TDI por sus siglas en inglés) que consiste en la suma de

los pesos asignados a estos factores, luego para calcular la complejidad a la que llama Factor de ajuste (AF por sus siglas en inglés) aplica la siguiente fórmula:

$$AF = TDI * 0.01 + 0.65 \quad (2)$$

Esta fórmula indica que en principio cada factor de complejidad puede actuar sobre los PFSC incrementando o decrementando en un 2,5% la cantidad de puntos de función ajustados. De forma global producirá una valoración de los PFC de entre el 65% y el 135% del PFSC.

Por su parte en el método de estimación por casos de usos propuesto por Karner se calcula el Factor de complejidad técnica (TCF por sus siglas en inglés) de la siguiente manera:

$$FCT = 0.6 + 0.01 * \sum (\text{Peso}_i * \text{Valor Asignado}_i) \quad (3)$$

Como se puede observar ambas fórmulas tienen en cuenta la influencia de cada factor sobre el tamaño funcional sin ajustar obtenido hasta el momento. El autor considera que la asignación de un peso a cada factor, como es el caso de Karner, permite evaluar de una forma más certera este impacto, por lo que se decide aplicar su fórmula para el cálculo de la complejidad técnica.

$$FCT = 0.6 + 0.01 * \sum (\text{Peso}_i * \text{Valor Asignado}_i)$$

### **Factor de ambiente (FA) para METRE.**

Partiendo de la propuesta de factores ambientales de Karner, se realizó una adaptación de los mismos a partir de las características del proyecto, manteniendo la correspondencia de los pesos propuestos por Karner. En la siguiente tabla se muestran los mismos.

**Tabla 13. Descripción de los Factores de Ambiente del proyecto Banco.**

<b>Factor</b>	<b>Descripción</b>	<b>Peso</b>
<b>A1</b>	Familiaridad con la metodología de desarrollo software definida para el proyecto.	0.5
<b>A2</b>	Experiencia con el marco de Trabajo	1
<b>A3</b>	Capacidad de los Miembros del Equipo	0.5
<b>A 4</b>	Capacidad del analista líder	1
<b>A 5</b>	Factores Motivacionales del Equipo	1
<b>A 6</b>	Estabilidad de los requerimientos	2

<b>A 7</b>	Personal Par-time	-1
<b>A 8</b>	Dificultades con el Marco de Trabajo y la Metodología Definida	-1

Estos factores, al igual que los factores de complejidad técnica, se evalúan cuantitativamente asignándole un valor de 0 a 5 a partir de las respuestas a preguntas como las siguientes:

**Familiaridad con la metodología de desarrollo software definida para el proyecto.**

¿El equipo de Desarrollo está familiarizado con la metodología definida para el proyecto?

**Experiencia con el marco de Trabajo.**

¿La mayoría del equipo tiene suficiente experiencia con el marco de trabajo?

**Capacidad de los Miembros del Equipo.**

¿Los miembros del equipo ya sea estudiantes o profesionales tienen suficiente capacidad?

**Capacidad del analista líder.**

¿Qué experiencia presenta el analista?

**Factores Motivacionales del Equipo.**

¿El equipo está altamente motivado?

**Estabilidad de los requerimientos.**

¿Cómo es la estabilidad de los requisitos en cuanto al cambio?

**Personal Par-time.**

¿Qué tipo de personal es el que hay en el equipo de desarrollo Par-time o Full time?

**Dificultades con el Marco de Trabajo y la Metodología Definida.**

¿Todo el equipo de desarrollo domina el marco de trabajo y la metodología definida?

Una vez evaluados los factores, se proceda a determinar el valor de los mismos, para ello se aplicará la fórmula propuesta por Karner. Se hace elección de la misma, ya que permite medir las habilidades y entrenamiento del equipo de desarrollo, en cambio la técnica propuesta por Albrecht no propone el uso de factores ambientales para el ajuste de los puntos de complejidad del sistema.

$$FA = 1.4 - 0.03 * \sum (\text{Peso}_i * \text{ValorAsignado}_i) \quad (4)$$

### **Cálculo de Puntos de Función conciliados (PFC).**

Con el objetivo de reflejar las características ambientales del equipo, así como la complejidad técnica del proceso de desarrollo de software en la conciliación de los puntos de función obtenidos, se decidió aplicar la ecuación del método de Karner para realizar este paso. La fórmula es la que sigue:

$$PFC = PFSC * FCT * FA \quad (5)$$

**PFC:** Puntos de Función Conciliados.

**PFSC:** Puntos de Función sin Conciliar.

**FCT:** Factor de complejidad técnica.

**FA:** Factor de ambiente.

### **2.5.2.3 Cálculo de la estimación del esfuerzo.**

Para calcular el esfuerzo estimado existen varias técnicas que parten del tamaño funcional (dado en puntos de función), de las líneas de código o la combinación de ambos como es el caso de COCOMO II.

Teniendo en cuenta las características del proyecto Banco, las ventajas que reporta el marco de trabajo Sauxe en la etapa de implementación y los lenguajes de programación usados en el desarrollo de la aplicación, se define no usar el método que propone COCOMO II, pues no se ajusta a estas particularidades. El estándar usado por COCOMO II para realizar la conversión de puntos de función a LDC no incluye coeficientes de conversión para los lenguajes definidos para el proyecto; otro punto a tener en cuenta es que el empleo de un marco de trabajo influye en la variación de líneas de códigos por lo que no se puede considerar esta solución.

Por su parte Albrecht con la técnica de puntos de función, luego de obtener los Puntos de Función Ajustados, aplica coeficientes que convierten ese valor a otros como el esfuerzo, el costo o el tiempo. Estos coeficientes se obtienen fundamentalmente de la información histórica de proyectos de la organización, aunque existen algunos valores medios disponibles, recopilados estadísticamente de la industria del software. La aplicación de este método no se aplica al proyecto porque se tratan valores empíricos de una empresa profesional con mucha experiencia laboral, además estos valores se refieren a todas las fases del ciclo de vida y este no es el caso del proyecto Banco. De la misma forma hay factores

que representan una desventaja para su aplicación pues hay que considerar que cada miembro del equipo tiene su propio ritmo de trabajo por lo que no se ajusta a estas particularidades.

Por su parte Karner en un principio sugirió que cada Punto de Casos de uso, correspondiente al tamaño funcional del sistema a desarrollar, requiere 20 horas-hombre. Luego realizó un refinamiento basándose en el impacto de los factores ambientales sobre el proceso de desarrollo y determinó los siguientes criterios para determinar un factor de conversión (FC) que llevaría el tamaño funcional al esfuerzo necesario. Para calcular el FC se procede de la siguiente manera:

Se contabilizan cuántos factores de los que afectan al Factor de ambiente, ver tabla 16, están por debajo del valor medio (3), para los factores F1 a F6.

Se contabilizan cuántos factores de los que afectan al Factor de ambiente están por encima del valor medio (3), para los factores F7 y F8.

Si el total es 2 o menos, se utiliza el factor de conversión 20 horas-hombre/Punto de Casos de uso, es decir, un Punto de Caso de uso toma 20 horas-hombre.

Si el total es 3 o 4, se utiliza el factor de conversión 28 horas-hombre/Punto de Casos de uso, es decir, un Punto de Caso de uso toma 28 horas-hombre.

Si el total es mayor o igual que 5, se recomienda efectuar cambios en el proyecto, ya que se considera que el riesgo de fracaso del mismo es demasiado alto.

El esfuerzo en horas-hombre viene dado por:

$$E = UCP \times CF .$$

donde,

E: esfuerzo estimado en horas-hombre .

UCP: Puntos de Casos de uso ajustados .

CF: Factor de conversión .

Para obtener el esfuerzo necesario en el proyecto Banco se decide aplicar el método de estimación que propone Karner basado en los siguientes fundamentos:

- El método de estimación por Casos de uso se definió como una extensión de Puntos de función (7).

- El análisis realizado a la tesis presentada por Peralta en año 2004, demuestra la similitud entre los valores del tamaño funcional sin ajustar que se obtienen a partir de las técnicas Puntos de Caso de uso y Puntos de función (5).
- La obtención del tamaño funcional sin ajustar del proyecto se realiza a partir de la técnica de Puntos de función por lo que el ajuste de dicho tamaño y la obtención final del esfuerzo necesario aplicando la fórmulas de ajuste y estimación que propone Puntos de caso de uso no se verá afectado, pues se partiría de un valor aproximado al que se obtendría en el caso de aplicarla completamente.

### Aplicación de METRE al proyecto Banco.

A continuación se aplica la técnica de estimación basada en requisitos (METRE) en el proyecto Banco de la Línea Finanzas donde se parte primeramente de un analisis a los requisitos del mismo y sus descripciones, se realizan las clasificaciones de las transacciones y los archivos. Donde se obtuvieron las siguientes clasificaciones:

**Tabla 14. Clasificación de los requisitos.**

<b>Total de requisitos</b>	<b>114</b>
Entradas Externas	66
Salidas Externas	16
Consultas Externas	32
Archivos lógicos Internos	28
Archivos de Interfaz Externa	-

Entonces se tiene de acuerdo a la clasificación la siguiente complejidad:

**Tabla 15. Clasificación de las Entradas Externas.**

<b>Entradas Externas(EE)</b>		
<b>Complejidad</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Valor</b>
Alta	10	6
Media	54	4

Baja	2	3
------	---	---

Tabla 16. Clasificación de las Consultas Externas.

CosultasExternas(CE)		
Complejidad	Cantidad	Valor
Media	10	4
Baja	22	3

Tabla 17. Clasificación de las Salidas Externas.

Salidas Externas(SE)		
Complejidad	Cantidad	Valor
Alta	2	7
Media	11	5
Baja	3	4

Tabla 18. Clasificación de los Archivos Lógicos Internos.

Archivos Lógicos Internos		
Complejidad	Cantidad	Valor
Alta	9	15
Media	12	10
Baja	7	7

Tabla 19. Aporte de todos los elementos.

Clasificación	Complejidad			Aporte
	Baja	Media	Alta	
Entradas Externa	2	54	10	282
Consultas Externa	22	10		106
Salidas Externa	3	11	2	81
Archivos Lógicos Internos	7	12	9	304
Archivos de Interfaz Externos	-	-	-	-
			<b>Total</b>	<b>773</b>

Aplicando la formula (1) a los valores obtenidos:

$$PFSC = 282 + 106 + 81 + 304 = 773 .$$

Se obtienen 773 PFSC.

Se procede a calcular los PFC.

**Factor de Complejidad Técnica (FCT).**

**Tabla 20. Asignación de Valores a los factores de complejidad técnica.**

Factor	Descripción	Valor	Peso
T1	Distribución del Sistema	4	1.0
T2	Rendimiento y Tiempo de Respuesta	1	1.0
T3	Restricciones de eficiencia definidas por el usuario	5	1.0
T4	Complejidad del Procesamiento Interno	1	1.0
T5	Reutilización del código	4	1.0
T6	Sistemas de Control de Cambio	4	1.0
T7	Estandarización del código	4	1.0
T8	Requisitos especiales de seguridad	3	1.0
T9	Interoperabilidad con sistemas externos	0	0.5
T10	Entrenamiento a usuarios	1	1.0
T11	Concurrencia	2	1.0
T12	Mantenimiento	2	1.0

Aplicando la ecuación (3) el factor de complejidad Técnica resulta:

$$FCT = 0.6 + 0.01 \times 31 = 0.91$$

**Factor de ambiente (FA)**

**Tabla 21. Asignación de valores a los factores ambientales.**

Factor	Descripción	Valor	Peso
A1	Familiaridad con la metodología de desarrollo software definida para el proyecto.	4	0.5

<b>A2</b>	Experiencia con el marco de Trabajo	4	1
<b>A3</b>	Capacidad de los Miembros del Equipo	3	0.5
<b>A 4</b>	Capacidad del analista líder	3	1
<b>A 5</b>	Factores Motivacionales del Equipo	3	1
<b>A 6</b>	Estabilidad de los requerimientos	4	2
<b>A 7</b>	Personal Par-time	3	-1
<b>A 8</b>	Dificultades con el Marco de Trabajo y la Metodología Definida	3	-1

Aplicando la ecuación (4) el factor de ambiente resulta:

$$FA = 1.4 - 0.03 \times 15.5 = 0.935.$$

Aplicando la ecuación (5):

$$PFC = 773 \times 0.91 \times 0.935 = 657.70.$$

Finalmente se obtienen 657.70 PFC.

Finalmente, para una estimación más completa de la duración total del proyecto, hay que agregar a la estimación del esfuerzo obtenida por los Puntos de Función, las estimaciones de esfuerzo de las demás actividades relacionadas con el desarrollo de software. Como son el diseño e implementación.

Partiendo de la información que brinda el Plan de estimación de esfuerzo en el epígrafe 4.1 Fases del proyecto donde se especifican las fases definidas para el proyecto y la duración de cada una, se especifica el porcentaje que representa cada una con respecto a la duración total del proyecto. Para el proyecto Banco se obtienen los siguientes datos:

**Tabla 22. Duración de cada Fase del proyecto Banco.**

<b>Actividad</b>	<b>Duración(Semanas)</b>	<b>Porcentaje</b>
Diseño	6	5.00
Programación	48	40.00
Sobrecarga (otras actividades)	6	5.00

Obviamente, estos valores no son absolutos pueden variar de acuerdo a las características del proyecto.

Con este criterio, y tomando como entrada la estimación de tiempo calculada a partir de los Puntos de Función, se pueden calcular las demás estimaciones para obtener la duración total del proyecto.

$$E = 657.70 * 20 = 13154 \text{ horas-hombre.}$$

Si además se considera que este esfuerzo representa un porcentaje del esfuerzo total del proyecto, de acuerdo a los valores porcentuales de la tabla anterior, se obtiene:

**Tabla 23. Esfuerzo Total del proyecto Banco.**

Actividad	Porcentaje	Esfuerzo
Diseño	5.00	13154
Programación	40.00	
Sobrecarga (otras actividades)	5.00	1461,5
<b>Total</b>		<b>14615,5</b>

Por todo lo antes planteado se obtuvo un esfuerzo total de 14615,5 horas-hombre.

### **2.5.3 Procesamiento de los datos: Salidas.**

Para la salida de esta fase se tiene el plan de estimación de esfuerzo (actualizado), donde se tiene una duración total de 14615,5 horas-hombre.

### **2.6 Fase 3: Comunicación de los resultados.**

En la fase Comunicación de los resultados el objetivo que se persigue es comunicarle al equipo la duración total del proyecto y la necesidad de llevar a término el plan de estimación de esfuerzo, donde los resultados serán comunicados a través de una reunión.

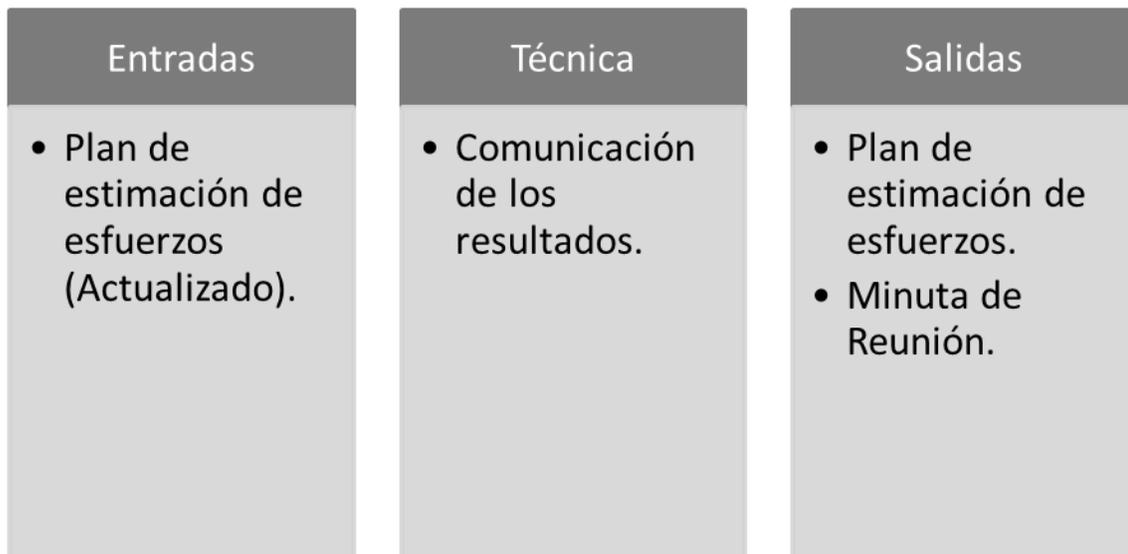


Figura 5. Fase 3: Comunicación de los resultados.

### 2.6.1 Comunicación de los resultados: Entradas.

La entrada de esta fase es el Plan de estimación de esfuerzo (actualizado) que representa la salida de la fase anterior.

### 2.6.2 Comunicación de los resultados: Técnica.

La comunicación de los resultados se realizará mediante una reunión con el equipo de desarrollo. Esta técnica es la que se va a utilizar en la última fase del procedimiento para la comunicación de los resultados al equipo de desarrollo. Para llevarla a término se realiza una reunión con el objetivo de comunicar la duración total del proyecto y explicar la necesidad de llevar a cabo un plan de estimación de esfuerzos que contribuya al cumplimiento de los cronogramas en relación al aprovechamiento de los recursos y cumplimiento de los compromisos con los clientes. En la reunión deben estar presentes todos los implicados como son el líder de proyecto, analista, planificador y arquitecto.

### 2.6.3 Comunicación de los resultados: Salidas.

El plan de estimación de esfuerzos y la comunicación al equipo es la salida de la tercera y última fase del procedimiento, donde se tiene la tarea de comunicarle al equipo de desarrollo la duración del proyecto en

general. Los resultados de esta actividad se reflejarán en una minuta de reunión, la cual representa una salida de la fase.

### **2.7 Conclusión del capítulo.**

Teniendo en cuenta el procedimiento propuesto para la estimación de esfuerzo se puede concluir que se lograron los objetivos que se perseguían, calcular el esfuerzo requerido del proyecto Banco de la línea Finanzas, obteniéndose como resultado la duración total del proyecto en horas-hombre. Para realizar la correcta estimación de la duración total del mismo se crea el Método de estimación temprana basada en requisitos (METRE) que es obtenido de la unión de dos técnicas que basan sus cálculos Mediante Casos de Usos, por lo que se ha hace necesario adecuarlas a las características del proyecto Banco ya que la metodología de desarrollo definida para ser usada en el proyecto es basada en requisitos definidos a partir de los procesos del negocio.

## Capítulo III Validación de la propuesta

### 3.1 Introducción

En el presente capítulo se realizará la validación del procedimiento descrito en el capítulo anterior. Para la evaluación técnica del procedimiento se empleará el Método de Expertos propuesto por el Dr. Rolando Alfredo Hernández León, escrito en el libro Una Introducción a la gestión de proyectos, en enero del año 2009, en que tiene como fundamento la evaluación por parte de expertos. En el trayecto del capítulo se describirá la forma de aplicar este método y los elementos necesarios para el mismo, posteriormente se muestran los resultados obtenidos de la evaluación.

### 3.2 Método para la validación de la propuesta.

Para realizar la evaluación técnica del procedimiento propuesto se utilizara el método de criterios de expertos por la posibilidad que ofrece de obtener información de forma independiente, de intercambio de información y de evitar evaluaciones superficiales. El criterio de expertos es un instrumento rápido y eficaz por el potencial que posee para conformar, valorar y enriquecer criterios, concepciones, modelos y metodologías.

Para el desarrollo del método se siguen a continuación una serie de pasos (8).

1. Se elaboran los criterios de evaluación de acuerdo a las características de la propuesta del procedimiento y se organizan por grupos (Ver anexo 3).
2. Se le asigna un peso relativo a cada grupo de criterios de acuerdo al porcentaje que representa cada grupo del total y los intereses a evaluar, como se muestra a continuación.

Grupo No.1----- 20

Grupo No.2----- 30

Grupo No.3----- 20

Grupo No.4 -----30

3. Se organiza un comité de expertos con una cantidad mínima de 7. Para la elección de los especialistas se hace necesario medir una serie de indicadores como son la especialidad (Gestión de proyectos), grado científico (Ingeniero o Máster), currículum (Más de 1 año y medio de experiencia

como planificador, líder de gestión o líder de proyecto), calidad profesional y prestigio en el colectivo de trabajo.

4. Se les entrega a los expertos la propuesta para que estudien el tema a evaluar y dos modelos, uno para que valore el peso relativo de cada criterio y así poder calcular la concordancia entre los expertos (Ver anexo 3) y otro para calcular el nivel de aceptación de la propuesta con una escala de 1-5 y la apreciación cualitativa con una clasificación final de la propuesta en excelente, bueno, aceptable, cuestionable y malo. También se da la posibilidad de emitir su opinión haciendo una valoración final de la propuesta, proponiendo todas aquellas consideraciones que estimaron convenientes (Ver anexo 4).
5. Para calcular la concordancia en el trabajo de los expertos después de recibir los valores del peso relativo de cada criterio, se construye la Tabla 19 donde:

E: Es el número de expertos que realizan la evaluación.

C: Es el número de criterios que son evaluados.

G: Es el número del grupo al que pertenecen los criterios.

**Tabla 24. Resumen de la evaluación emitida por los expertos.**

<b>G</b>	<b>C/E</b>	<b>E1</b>	<b>E2</b>	<b>E3</b>	<b>E4</b>	<b>E5</b>	<b>E6</b>	<b>E7</b>	<b>Ep</b>
<b>20</b>	C1								
	C2								
	C3								
<b>30</b>	C4								
	C5								
	C6								
	C7								
<b>20</b>	C8								
	C9								
	C10								
<b>30</b>	C11								
	C12								
	C13								
<b>T</b>									

6. Se utiliza el coeficiente de concordancia de Kendall y el estadígrafo Chi cuadrado ( $\chi^2$ ) para verificar la consistencia en el trabajo de los expertos, para esto se sigue con el siguiente procedimiento.

Para cada criterio se determina:

$\Sigma E$ : Sumatoria del peso dado por cada experto.

$E_p$ : Puntuación promedio del peso dado por cada experto.

$M\Sigma E$ : Media de los  $\Sigma E$ .

$\Delta C$ : Diferencia entre  $\Sigma E$  y  $M\Sigma E$ .

- Se determina la desviación de la media, que posteriormente se eleva al cuadrado para obtener la dispersión (S) por la expresión:

$$S = \Sigma (\Sigma E - \Sigma \Sigma E / C)^2.$$

- Conociendo la dispersión se puede calcular el coeficiente de concordancia de Kendall (W).

$$W = S / E_2(C_3 - C) / 12$$

- El coeficiente de concordancia de Kendall permite calcular el Chi cuadrado real.

$$\chi^2 = E(C-1)W.$$

Los valores obtenidos del cálculo de la concordancia de Kendall se muestran en la siguiente tabla:

**Tabla 25. Tabla resumen para el cálculo de concordancia de Kendall.**

Expertos /Criterios	E1	E2	E3	E4	E5	E6	E7	$\Sigma E$	$E_p$	$\Delta C$	$\Delta C^2$
<b>C1</b>											
<b>C2</b>											
<b>C3</b>											
<b>C4</b>											
<b>C5</b>											
<b>C6</b>											
<b>C7</b>											
<b>C8</b>											
<b>C9</b>											

<b>C10</b>												
<b>C11</b>												
<b>C12</b>												
<b>C13</b>												
<b>DC</b>												
<b>M ΣE</b>												
<b>W</b>												
<b>X2</b>												

✚ El Chi cuadrado calculado se compara con el obtenido de las tablas estadísticas

✚ Si se cumple:

$$X^2 \text{ real} < X^2 (\alpha, c-1)$$

Existe concordancia en el trabajo de expertos.

7. Si no existe concordancia se hace necesario repetir el trabajo de expertos

Una vez comprobada la consistencia del trabajo de expertos se puede determinar el nivel de aceptación de la propuesta entre los expertos, para esto se deben seguir los siguientes pasos.

1. Para determinar el nivel de aceptación se debe definir el peso relativo de cada criterio (P).
2. Conociendo el peso de cada criterio y la calificación dada por los evaluadores en una escala de 1-5 se puede construir la Tabla No.20, para obtener el valor de  $P \times c$ , donde (c), es el criterio promedio concebido por los expertos.

**Tabla 26. Resumen de la clasificación de cada criterio.**

Criterios	Calificación(c)					P	PxC
	1	2	3	4	5		
<b>C1</b>							
<b>C2</b>							
<b>C3</b>							
<b>C4</b>							
<b>C5</b>							
<b>C6</b>							

C7								
C8								
C9								
C10								
C11								
C12								
C13								

Se calcula el Índice de Aceptación del proyecto (IA).

$$IA = \Sigma (P \times c) / 5.$$

3. Por último se determina la probabilidad de éxito de la propuesta y para esto se debe conocer los siguientes rangos predefinidos de índice de aceptación:

IA > 0,7 Existe alta probabilidad de éxito

0,7 > IA > 0,5 Existe probabilidad media de éxito

0,5 > IA > 0,3 Probabilidad de éxito baja

0,3 > IA Fracaso seguro (1)

### 3.3 Análisis de la evaluación técnica de la propuesta.

Para la validación de la propuesta se seleccionaron 7 expertos, teniendo en cuenta su currículo, experiencia laboral, área a la que pertenece en estos momentos, calidad profesional y prestigio en el colectivo de trabajo.

A cada experto se les entregó una encuesta con dos modelos, para que formularan su opinión dándole peso a cada criterio, con estos valores se construyó la tabla de peso relativo de cada criterio. (Ver tabla 27)

Tabla 27. Evaluación emitida por los expertos.

G	C/E	E <sub>1</sub>	E <sub>2</sub>	E <sub>3</sub>	E <sub>4</sub>	E <sub>5</sub>	E <sub>6</sub>	E <sub>7</sub>	E <sub>p</sub>
	C <sub>1</sub>	5	7	5	5	10	7	6	6,42857143
	C <sub>2</sub>	10	10	10	10	5	5	10	8,57142857
20	C <sub>3</sub>	5	3	5	5	5	8	4	5
	C <sub>4</sub>	5	6	8	5	5	10	5	6,28571429

	<b>C<sub>5</sub></b>	10	10	10	15	10	5	10	10
<b>30</b>	<b>C<sub>6</sub></b>	10	6	5	5	5	10	10	7,28571429
	<b>C<sub>7</sub></b>	5	8	7	5	10	5	5	6,42857143
	<b>C<sub>8</sub></b>	5	2	6	5	10	4	6	5,42857143
<b>20</b>	<b>C<sub>9</sub></b>	10	8	7	5	5	6	6	6,71428571
	<b>C<sub>10</sub></b>	5	10	7	10	5	10	8	7,85714286
	<b>C<sub>11</sub></b>	10	10	10	10	10	10	15	10,7142857
	<b>C<sub>12</sub></b>	10	10	5	10	10	7	7	8,42857143
<b>30</b>	<b>C<sub>13</sub></b>	10	10	15	10	10	13	8	10,8571429
<b>T</b>		100	100	100	100	100	100	100	100

Luego se calculó la concordancia entre los expertos. Con los valores de la tabla anterior, lo que dio como resultado: (Ver tabla 28)

**Tabla 28. Cálculo de concordancia de Kendall.**

Expertos/Criterios	E <sub>1</sub>	E <sub>2</sub>	E <sub>3</sub>	E <sub>4</sub>	E <sub>5</sub>	E <sub>6</sub>	E <sub>7</sub>	ΣE	E <sub>p</sub>	ΔC	ΔC <sup>2</sup>
<b>C<sub>1</sub></b>	5	7	5	5	10	7	6	45	6,42857143	-8,84615385	78,25443787
<b>C<sub>2</sub></b>	10	10	10	10	5	5	10	60	8,57142857	6,15384615	37,8698224
<b>C<sub>3</sub></b>	5	3	5	5	5	8	4	35	5	-18,84615385	355,1775149
<b>C<sub>4</sub></b>	5	6	8	5	5	10	5	44	6,28571429	-9,84615385	96,9467456
<b>C<sub>5</sub></b>	10	10	10	15	10	5	10	70	10	16,15384615	260,9467454
<b>C<sub>6</sub></b>	10	6	5	5	5	10	10	51	7,28571429	-2,84615385	8,1008917
<b>C<sub>7</sub></b>	5	8	7	5	10	5	5	45	6,42857143	-8,84615385	78,25443787
<b>C<sub>8</sub></b>	5	2	6	5	10	4	6	38	5,42857143	-15, 84615385	251,1005918
<b>C<sub>9</sub></b>	10	8	7	5	5	6	6	47	6,71428571	-6, 84615385	46,8698225
<b>C<sub>10</sub></b>	5	10	7	10	5	10	8	55	7,85714286	1,15384615	1,3313609
<b>C<sub>11</sub></b>	10	10	10	10	10	10	15	75	10,7142857	21,15384615	447,4852069
<b>C<sub>12</sub></b>	10	10	5	10	10	7	7	59	8,42857143	5,15384615	26,5621301
<b>C<sub>13</sub></b>	10	10	15	10	10	13	8	76	10,8571429	22,15384615	490,7928992
<b>DC</b>	100	100	100	100	100	100	100	700	100	22,69230765	2179,692607
<b>MΣE</b>	53,84615										
<b>W</b>	0,244415										
<b>X<sup>2</sup></b>	20,53085										

$X^2$  real es 20,53085, para seleccionar el  $X^2$  de la tabla de Distribución Chi Cuadrado (Ver anexo 5) se toma  $1-\alpha=0.95$ .

Donde  $\alpha$  es el error permisible, entonces  $\alpha=0.05$ .

Se escoge el error permisible de 0.05 basado en:

- Las encuestas realizadas a profesores de la asignatura de probabilidad y estadística, donde llegan al conceso que para proyectos informáticos el  $\alpha$  que arroja una mayor exactitud es la mencionada anteriormente.
- En el Libro escrito por el Dr. Rolando Alfredo Hernández León en el año 2009, Una introducción a la Gestión de proyectos se propone usar el alfa de 0.05.

Debe cumplirse que  $X^2 < X^2(\alpha, c-1)$ . El cálculo arrojó como resultado:

**20,53085 < 21,0261.**

Por lo que se llega a la conclusión de que existe concordancia entre los expertos con un 95% de confianza y se puede pasar a la construcción de la tabla de clasificación de cada criterio para saber el índice de aceptación que tuvo la propuesta. (Ver tabla 29)

**Tabla 29. Clasificación de los criterios emitidos por los expertos.**

Criterios	Clasificación (c)					P	P x c
	1	2	3	4	5		
C1				x		0.0642857143	0,257142857
C2				x		0.0857142857	0,342857143
C3				x		0.05	0,2
C4				x		0.0628571429	0,251428572
C5					x	0.1	0,5
C6				x		0.0728571429	0,291428572
C7				x		0.0642857143	0,257142857
C8				x		0.0542857143	0,217142857
C9				x		0.0671428571	0,268571428

<b>C10</b>				x		0.0785714286	0,314285714
<b>C11</b>				x		0.107142857	0,428571428
<b>C12</b>				x		0.0842857143	0,337142857
<b>C13</b>					x	0.108571429	0,542857145

Una vez que estén los datos en la tabla se calcula el Índice de Aceptación (IA) que sería: 0,841, el cual se compara con los valores que aparecen a continuación:

IA > 0,7 Existe alta probabilidad de éxito

0,7 > IA > 0,5 Existe probabilidad media de éxito

0,5 > IA > 0,3 Probabilidad de éxito baja

0,3 > IA Fracaso seguro

Se puede concluir que la propuesta tiene una alta probabilidad de éxito.

### **3.4 Conclusión del capítulo.**

Teniendo en cuenta los resultados obtenidos, el procedimiento propuesto para la estimación de esfuerzos produjo resultados significativos como se demostró con los cálculos anteriormente expuestos, además todos los especialistas concuerdan en que el procedimiento se encuentra entre los criterios de Excelente y Bueno.

Las sugerencias de los expertos permitieron corregir y perfeccionar el procedimiento propuesto para la estimación de esfuerzos en el proyecto Banco de la línea Finanzas, pues todas estas sugerencias fueron incorporadas al cuerpo del procedimiento, logrando una mejor calidad del proyecto.

### Conclusiones Generales

Con la realización de esta investigación se arribaron a las siguientes conclusiones:

- ✓ Para poder llevar a cabo el procedimiento propuesto fue necesario realizar un estudio del estado del arte, logrando de esta forma un mayor entendimiento de la estimación de esfuerzo dentro de la Gestión de Alcance y Tiempo en el proceso de desarrollo de software.
- ✓ A partir del estudio realizado a los métodos, procedimientos y técnicas de estimación de esfuerzo más usado en la actualidad, se realiza el procedimiento para la estimación de esfuerzo para el proyecto Banco de la línea Finanzas.
- ✓ Con la información generada por los analistas del proyecto Banco, se logra desarrollar el procedimiento propuesto para la estimación de esfuerzo el cual está estructurado en tres fases, donde en cada fase se definen entradas, salidas y una técnica para su mejor entendimiento.
- ✓ Se validó satisfactoriamente la propuesta a través de un panel de expertos de la UCI, que garantiza que el procedimiento propuesto cumple con las necesidades del proyecto Banco de la línea Finanzas.
- ✓ El procedimiento propuesto es efectivo, adaptable, objetivo y con amplias posibilidades de aplicación.

### Recomendaciones

Para la continuidad de la presente investigación se recomienda:

- ✓ Aplicar el procedimiento propuesto a otros proyectos del Centro de Informatización para la Gestión de Entidades (CEIGE) para mejorar la estimación de esfuerzos en los mismos.
- ✓ Profundizar en la investigación para realizar otros procedimientos con el objetivo de fortalecer las estimaciones de costo y tiempo.
- ✓ Utilizar este trabajo de diploma como bibliografía para posteriores investigaciones.

### Referencias Bibliográficas

1. El alcance del proyecto. [En línea] Dr. Norberto Figuerola (PMP), 2010. [Citado el: 15 de Junio de 2011.] <http://www.scribd.com/doc/4736336/El-Alcance-del-Proyecto>.
2. **Montesa, Andres Jose Onofre.** Estimacion de esfuerzo en el desarrollo del software. Universidad Politécnica de Valencia Escuela Universitaria de Informática : s.n., 2000. <http://pisuerga.inf.ubu.es/rcobos/anis/estimacion-del-esfuerzo-basada-en-casos-de-usos.pdf>
3. **Jiménez Sansano, Ing. Fidel.** Sistema de gestión de capital humano para el sistema Gestión Integral Cedrux. La Habana : s.n., 2010.
4. **Ramos Blanco, Kariné.** IPP-3510:2009 Libro de Proceso para la Administración de Requisitos. . Lla Habana : Programa de mejora, 2009.
5. **Proyectos, Libro de Estándares para la Gestión de.** s.l. : PMI Guía del PMBOK, 2004.
6. **Peralta, Mario.** Estimación del esfuerzo basada en casos de uso. Escuela de Postgrado. Instituto Tecnológico de Buenos Aires Centro de Ingeniería del Software e Ingeniería del Conocimiento (CAPIS) : s.n., 2004. <http://pisuerga.inf.ubu.es/rcobos/anis/estimacion-del-esfuerzo-basada-en-casos-de-usos.pdf>
7. **Bodani Hernández, Sigifredo E.** Métrica de estimación de tamaño por Puntos de Casos de uso. Septiembre 2002.
8. **León, Dr. Rolando Alfredo Hernández.** Una introducción a la gestión de proyectos. La Habana : s.n., enero 2009.
9. **Ovejero, Ing. Jose Daniel.** *Estimación de proyectos para sistemas basados en conocimiento.* Argentina : Anteproyecto de Tesis de Magíster en Ingeniería del Software, 2006.
10. Técnicas de estimación de costo y esfuerzo Diseño de sistemas. Software. [En línea] 1998. [Citado el: 15 de junio de 2001.] <http://pdf.rincondelvago.com/tecnicas-de-estimacion-de-costo-y-esfuerzo>.

## Bibliografía

**SF, Gustav Karner Objective AB Systems.** Resource Estimation for Objectory Projects. España : s.n., September 17, 1993.

Gestión de Proyectos de Desarrollo de Software. [En línea] 2000. [Citado el: 15 de junio de 2011.] <http://www.inf.udec.cl/~mvaras/gpis/apunteGPDS.pdf>.

*Flujo De trabajo análisis y diseño. elaboración, Fase de.* La Habana : s.n., Ingeniería de software, 2008-2009.

**González., Angélica Cabrera.** "Modelos para la Gestión del Alcance,Tiempo y Costos de los proyectos del polo Hardware y Automática. Lla habana : s.n., 2009.

**IFPUG.** Manual para La Medición de Puntos de Función,Versión 4.1.1. AEMES. 2000.

**Valdés, Wendy Gracia.** Estrategia para la planificación de Sistemas de Gestión Empresarial. La Habana : s.n., 2010.

**Bertolami, Mabel.** SFP: Un Procedimiento de Estimación de Puntos Función de Escenarios. [En línea] [Citado el: 15 de junio de 2011.]

Estimación De Esfuerzo En Proyectos De Software. [En línea] 1 de julio de 2007. [Citado el: 15 de junio de 2011.] [http://estim\(1\)\(1\)aciondeesfuerzo.blogspot.com/2007/07/motivacin.html](http://estim(1)(1)aciondeesfuerzo.blogspot.com/2007/07/motivacin.html).

**Montoya, Juan C.Restrepo y Murillo, Jorge I.Suárez.** Trabajo de presentado como requisito parcial para obtener el título en Ingeniero en Sitemas. . 2007. .

**Marcela Daniele, Paola Martellotto y Daniel Romero.** Una Aproximación a la Estimación Automática del Tamaño Funcional. Departamento de Computación,Córdoba, Argentina. : s.n. [En línea] [Citado el: 15 de junio de 2011.]

**Giraldó, Otoniel Pérez.** Métricas, Estimación y Planificación en Proyectos. Documento De la Universidad de Guadalajara : s.n., 2001.

**Adriana Gómez, María del C.López,Silvina Migani, Alejandra Otazú.** *COCOMO un modelo de estimacion de proyectos de software.* 1999.

**Doctorando: D. Francisco Javier Crespo Yáñez.** Un Modelo Paramétrico Matemático Difuso para la Estimación del Esfuerzo de Desarrollo del software. Doctorado en Información, Documentación y Conocimiento .Departamento de Ciencias de la Computación,Universidad de Álcala : Proyecto de tesis doctoral, 27 de Octubre de 2003.

**Lidia Fuentes, José M. Troya y Antonio Vallecillo.** Desarrollo de Software Basado en Componentes. Departamento, Lenguajes y Ciencias de la Computación. Universidad de Málaga. : s.n., 2007.

**Alberdi., Esteban.** Gestión de Proyectos. [En línea] 15 de enero de 2011. [Citado el: 15 de junio de 2011.]

**Ana Luisa Pérez, Liliana Gónzales y otros.** Revista de Ingeniería Universidad de Medellin. Colombia : s.n., 2006.

**González, Rolando Alfredo Hernández León y Sayda Coello.** El proceso de investigación científica. La Habana : Editorial Universitaria, 2011.

**Rodríguez, Yadira Suárez Cruz y Dariel Cardero.** Procedimiento de consultoría de software de gestión. La Habana : s.n., 2009. (1)

**Alain Abran, Jean-Marc Desharnais y otros.** El Método COSMIC del Tamaño Funcional del Software Versión 3.0.1. s.l. : Guía COSMIC De implementación de ISO /IEC 19761:2003, Mayo 2009.

**Antonio López fuensalida.** Definición y propuesta de un marco de estimación de proyectos de software . Doctorado U.N.E.D 2001-2002.

**Ovejero, Ing. José Daniel.** Estimación de Proyectos para Sistemas Basados en Conocimiento. . Buenos Aires : s.n., 2006.

### Glosario de términos.

**Actor:** Un conjunto coherente de roles que los usuarios de los casos de uso juegan cuando interactúan con los casos de uso.

**Artefacto:** Una pieza de información que es usada o producida por un proceso de desarrollo de software.

**Archivos:** Un archivo o fichero informático es una entidad lógica compuesta por una secuencia finita de bytes, almacenada en un sistema de archivos ubicada en la memoria secundaria de un ordenador. Los archivos son agrupados en directorios dentro del sistema de archivos y son identificados por un nombre de archivo. El nombre forma la identificación única en relación a los otros archivos en el mismo directorio.

**Control de versiones:** control de la evolución de un único elemento, o de cada elemento por separado.

**Casos de uso:** Descripción de una secuencia de acciones, incluyendo cursos de, que desarrolla un sistema y genera un resultado observable para un actor.

**Estimación:** Una suposición cercana al valor real, normalmente por medio de algún cálculo o razonamiento.

**Línea base:** se denominan así a una configuración operativa del sistema software, a partir de la cual se puede desarrollar un cambio.

**Personal part-time:** El tiempo que se dispone del personal del equipo de desarrollo es medio

**Puntos de Función (PF):** Basado en descomposición funcional, es un método de cálculo de tamaño, estimación y medida del software, desarrollado por Allan Albrecht (IBM) a fines de los 70. Aseguró independencia de la tecnología y haciendo un análisis desde el punto de vista del usuario sin inmiscuirse en las complejidades del procesamiento.

**Proceso:** Es un conjunto de actividades o eventos (coordinados u organizados) que se realizan o suceden (alternativa o simultáneamente) con un fin determinado.

**Procedimiento:** Un procedimiento es la acción de proceder o el método de ejecutar algunas cosas. Se trata de una serie común de pasos definidos, que permiten realizar un trabajo de forma correcta. En muchos casos los procedimientos se expresan en documentos que contienen el objeto y el campo de

aplicación de una actividad; qué debe hacerse y quién debe hacerlo; cuándo, dónde y cómo se debe llevar a cabo; qué materiales, equipos y documentos deben utilizarse; y cómo debe controlarse y registrarse.

**Requisito:** Condición o capacidad que debe cumplir un sistema.

**Transacción:** Las transacciones son un grupo de actividades que se ejecutan en forma completa (éxito) o bien se vuelve al estado previo a la ejecución de la transacción (fracaso), quedando siempre el sistema o repositorio en un estado consistente.