

**Universidad de las Ciencias Informáticas**

**Facultad 15**



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

**Título: Propuesta de un procedimiento para evaluar la factibilidad de las  
posibles alternativas de desarrollo de software.**

**Autor: Alberto Cabrer Rodríguez**

**Tutor: Ing. Yadira Calimano Meneses**

**Consultor: Ing. José Alejandro Lugo García**

**Ciudad de La Habana, junio del 2010**

**“Año 52 de la Revolución”**



*Honrar a la patria es una manera de pelear por ella.*

*José Martí*

# DECLARACIÓN DE AUTORÍA

---

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

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

Alberto Cabrer Rodríguez

Ing. Yaira Calimano Meneses

\_\_\_\_\_

Firma del Autor

\_\_\_\_\_

Firma del Tutor

## DATOS DE CONTACTO

---

### **Síntesis del Tutor:**

Ingeniera en Ciencias Informáticas.

Un año de experiencia

Adiestrado

Analista del proyecto SAGEB

Profesora de Ingeniería de Software

### **Síntesis del Consultor:**

Ingeniero en Ciencias Informáticas.

Dos años de Experiencia.

Especialista Centro de Calidad para Proyectos Tecnológicos (CALISOFT).

## AGRADECIMIENTOS

---

*Quisiera agradecerle*

*En primer lugar a mis padres Iraida Rodríguez y Alberto Cabrer, por su apoyo, confianza y amor incondicional.*

*A la persona que ha estado a mi lado estos últimos años, brindándome apoyo, amor y por a verme dado la felicidad de tener una niña tan preciosa como mi hija Veronica, a ti Daily por tu amor.*

*A mi hermana que me ha ayudado en todo momento y que siempre está ahí cuando la necesito.*

*A mi tutora Yadira por la paciencia y por estar siempre dispuesta a ayudarme.*

*A José Alejandro por su ayuda incondicional en todo momento.*

*A todos mis amigos que de una forma u otra me han apoyado y ayudado en el transcurso de estos cinco años en la universidad.*

## DEDICATORIA

---

*A mi hija que es mi mayor tesoro e inspiración. Mi motivación a superarme a ser un ejemplo en su formación. A ella dedico este trabajo y todos estos años de estudio.*

*A mi mujer por brindarme su amor y cariño en todo momento, por estar a mi lado estos años regalándome momentos inolvidables. Te amo.*

*A mis padres por el amor y apoyo que me han dado todos estos años de estudio, por todo el sacrificio que han tenido que hacer para que yo hoy estuviera en este lugar, por el amor que me han inculcado y la educación que he recibido de ustedes. Por esto y mucho más los quiero con el alma.*

*A toda mi familia y amigos que siempre me apoyaron en todo, a ellos que llegue este pequeño estímulo de todo mi esfuerzo.*

# RESUMEN

---

El trabajo de diploma presenta una investigación para el desarrollo de un procedimiento que facilite la toma de decisión ante las posibles alternativas de desarrollo de un proyecto de software. Las alternativas que pudieran presentarse son: el uso de un sistema ya existente, la reutilización de componentes que resuelven determinadas funcionalidades que el producto debe tener o hacer un sistema completamente nuevo.

El procedimiento que se propone se centra en la medición de una serie de criterios a evaluar, en cada alternativa de desarrollo que se presente, la parte funcional del software o componente que se reutilice y la calidad del grupo de desarrollo. Se propone la manera de medir cada criterio. El procedimiento está estructurado en fases y flujos, cada flujo presenta las posibles actividades, roles y artefactos por los que debe estar compuesto para su éxito.

Se aplican encuestas para el proceso de selección de los involucrados que participan en la puesta en práctica del procedimiento y para los expertos que validaran dicho procedimiento. Se describe la validación del procedimiento a través del Método de Expertos, específicamente utilizando el Método Delphi.

## PALABRAS CLAVES

Procedimiento, Toma de Decisión, Alternativas, Medición de Criterios, Desarrollo de Software.

# TABLA DE CONTENIDO

---

## TABLA DE CONTENIDO

<b>INTRODUCCIÓN</b> .....	<b>7</b>
<b>CAPÍTULO 1: FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA</b> .....	<b>11</b>
1.1 Introducción .....	11
1.2 Metodologías para el Desarrollo de Software.....	11
1.2.1 Rational Unified Process (RUP) .....	11
1.2.2 Extreme Programing (XP) .....	11
1.2.3 Microsoft Solution Framework (MSF) .....	12
1.3 Desarrollo de software basado en componentes o sistemas ya existentes. ....	12
1.4 Toma de Decisión .....	14
1.5 El Proceso de Toma de Decisión .....	14
1.6 Los Métodos de Evaluación y Decisión Multicriterios .....	15
1.6.1 Ponderación Lineal (scoring).....	16
1.6.2 Utilidad Multiatributo (MAUT).....	17
1.6.3 Relaciones de Superación.....	17
1.6.4 Análisis Jerárquico (AHP- The Analytic Hierarchy Process-Proceso Analítico Jerárquico) .....	17
1.7 Paquetes Informáticos para Decisión Multicriterio Discreta .....	18
1.8 Estudio de factibilidad técnica de un proyecto.....	18
1.8.1 Posibilidades de la tecnología existente .....	19
1.8.2 Herramientas informáticas y licencias disponibles .....	19
1.8.3 Proceso de producción.....	19
1.8.4 Recursos humanos disponibles.....	20
1.8.5 Tamaño del proyecto.....	20
1.8.6 Gestión de tiempo .....	20
1.9 Necesidad del Procedimiento.....	21
1.10 Conclusiones Parciales.....	21
<b>CAPÍTULO 2: DESCRIPCIÓN DEL PROCEDIMIENTO</b> .....	<b>23</b>
2.1 Introducción .....	23
2.2 Procedimiento .....	23
2.2.1 Propósito.....	23
2.2.2 Alcance del procedimiento .....	23
2.2.3 Principios del Procedimiento .....	23
2.2.4 Premisas para su aplicación.....	24
2.2.5 Diagrama de Flujo .....	26
2.2.6 Fases .....	26
2.2.7 Flujos .....	27
2.3 Conclusiones Parciales.....	47
<b>CAPÍTULO 3: VALIDACIÓN DEL PROCEDIMIENTO</b> .....	<b>48</b>
3.1 Introducción .....	48
3.2 Justificación del uso del método Delphi.....	48
3.3 Proceso de selección de expertos.....	49



# TABLA DE CONTENIDO

---

3.4 Cálculo de Coeficiente de Competencia.....	50
3.5 Elaboración del cuestionario de validación:.....	51
3.6 Desarrollo práctico y explotación de los resultados.....	53
3.7 Resultados de la validación del modelo. ....	57
3.7.1 Utilidad y Adaptación del Procedimiento propuesto.....	57
3.8 Conclusiones Parciales.....	58
<b>CONCLUSIONES GENERALES.....</b>	<b>60</b>
<b>RECOMENDACIONES.....</b>	<b>61</b>
<b>BIBLIOGRAFÍA.....</b>	<b>62</b>
<b>REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....</b>	<b>63</b>
<b>ANEXOS.....</b>	<b>65</b>
<b>GLOSARIO DE TÉRMINOS.....</b>	<b>77</b>

## ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Porcentaje de Satisfacción.....	30
Tabla 2. Comparativa (número de pasos por funcionalidad).....	30
Tabla 3. Porcentaje de funcionalidades a modificar.....	31
Tabla 4. Nivel de la tecnología disponible.....	38
Tabla 5. Nivel de dominio sobre la tecnología.....	41
Tabla 6. Tiempo de dedicación al proyecto.....	41
Tabla 7. Años de experiencia en proyectos.....	42
Tabla 8. Nivel de experiencia y uso de las herramientas a aplicar.....	42
Tabla 9. Nivel de Conocimientos.....	43
Tabla 10. Años de Experiencia.....	43
Tabla 11. Calificación de los criterios dada por los expertos.....	45
Tabla 12. Matriz de Evaluación.....	46
Tabla 13. Resultado del Análisis del Coeficiente de Conocimiento de los Expertos.....	50
Tabla 14. Frecuencias Absolutas.....	53
Tabla 15. Frecuencias Absolutas Acumuladas.....	54
Tabla 16. Frecuencias Relativas Acumuladas.....	55
Tabla 17. Puntos de Corte.....	56
Tabla 18. Resultados de los Puntos de Corte.....	57
Tabla 19. Utilidad y Adaptación del Procedimiento propuesto.....	58
Tabla 20. Coeficiente de Argumentación.....	66
Tabla 21. Fuente de Argumentación.....	66
Tabla 22. Escala de Puntuación de las Fuentes de Argumentación.....	67

# TABLA DE CONTENIDO

---

## ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Representación de las fases y flujos del procedimiento .....	26
Figura 2. Coeficiente de Competencia de los expertos. ....	57
Figura 3. Evaluación de la utilidad y adaptación del Procedimiento propuesto.....	58

# INTRODUCCIÓN

---

## INTRODUCCIÓN

La rápida evolución de las tecnologías de información, la creciente complejidad de los requerimientos de negocio, los continuos cambios en el contexto de desarrollo, ocasiona una rápida obsolescencia del software.

Hoy en día en Cuba es frecuente encontrar dentro de las organizaciones aplicaciones que fueron desarrolladas hace mucho tiempo. Estos sistemas no presentan una descripción completa de su diseño y funcionamiento, la documentación es escasa y las funcionalidades están altamente acopladas impidiendo su separación, esto implica una tarea de mantenimiento bastante compleja (Rojas, 2007). Son sistemas construidos de forma rígida, con el objetivo específico de solucionar los requerimientos funcionales; dejando de lado aspectos importantes como la evolución, extensibilidad, portabilidad y compatibilidad.

Pueden existir disímiles alternativas a la hora de enfrentar el desarrollo de un sistema. Tal es el caso, que para desarrollar un proyecto de software se pueden tener en cuenta componentes ya existentes que resuelven funcionalidades que éste debe tener. También se puede hacer uso de una aplicación ya desarrollada, así como, implementar un determinado sistema completamente nuevo que resuelva las necesidades de los clientes.

Cada una de estas alternativas lleva un análisis previo, por parte de los desarrolladores e involucrados, basándose en las características que pueda tener el proyecto según los requisitos que propone el cliente.

Para los responsables o involucrados en el desarrollo de software se hace difícil evaluar cuál de las alternativas anteriormente mencionadas es la más factible, pues en ello influyen varios factores. Es indispensable analizar las características que posee la institución o empresa para la cual se desarrollará el producto, las necesidades que tenga el cliente, las características del personal de la institución, la tecnología de la cual se dispone, el presupuesto con que se cuenta para financiar el proyecto y otras características que pueden dificultar la decisión de los desarrolladores. Otro factor que dificulta es que no se cuenta con una guía, procedimiento, método o metodología que indique cómo hacer el proceso de análisis de cada una de las variantes, de manera tal que se garantice tomar la mejor decisión al enfrentar el desarrollo del software.

Teniendo en cuenta lo antes expuesto se desarrolla este trabajo investigativo sobre la base de darle solución al siguiente **problema científico**: ¿Cómo valorar, en el desarrollo de sistemas empresariales, la alternativa más factible para desarrollar el proyecto?

# INTRODUCCIÓN

---

Para ello, la investigación centra su **objeto de estudio**: en el Proceso de Toma de Decisión y su **campo de acción**: en el análisis de factibilidad técnica para el desarrollo de sistemas empresariales en la Universidad de las Ciencias Informáticas (UCI).

Se traza como **objetivo general**: Desarrollar la propuesta de un procedimiento que posibilite decidir cuál de las alternativas es más factible para el desarrollo de sistemas empresariales.

Además se proponen los siguientes **objetivos específicos**:

- ✓ Realizar un estudio del arte del proceso de desarrollo de software teniendo en cuenta las diferentes alternativas para el desarrollo de un sistema empresarial.
- ✓ Definir cómo medir cada uno de los indicadores a tener en cuenta en el estudio de factibilidad del proyecto.
- ✓ Validar el procedimiento propuesto.

En aras de cumplir con los objetivos y darle solución al problema científico se llevan a cabo las siguientes **tareas de investigación**:

- ✓ Identificar las tendencias actuales del desarrollo de aplicaciones a partir de interacciones con sistema ya existentes o componentes reutilizables.
- ✓ Identificar las variables que influyen en el desarrollo del software.
- ✓ Definir cómo medir éstas variables o indicadores.
- ✓ Realizar un análisis de cómo determinar la factibilidad de cada una de las variantes para desarrollar el software.
- ✓ Proponer la secuencia de actividades a definir en el procedimiento.
- ✓ Definir los roles que desempeñarán cada actividad.
- ✓ Definir las entradas y salidas de cada actividad.
- ✓ Confeccionar los artefactos a generar en el procedimiento.
- ✓ Evaluar el procedimiento.

## **Modelo Metodológico**

### **Estrategia de investigación**

# INTRODUCCIÓN

---

La estrategia de investigación que se utiliza es la **descriptiva**, esta permite descubrir la esencia del fenómeno y reflejar lo esencial, así como comprender el valor científico de los resultados obtenidos a partir de la profundidad teórica del planteamiento investigativo.

## **Métodos Investigación Científica empleados**

### **Métodos teóricos**

**Analítico-Sintético:** Facilita el entendimiento del fenómeno en el que se trabaja, es más útil la división de este en diferentes fases, y de esta forma descubrir sus características generales, lo que ayuda a seguir una correcta investigación.

A partir del análisis de toda la información obtenida acerca del estudio de factibilidad, toma de decisiones y análisis de los procedimientos se hace necesario organizarla y sintetizarla para elaborar una estructura adecuada.

### **Métodos Empíricos**

**Entrevista:** Es una conversación planificada entre el investigador y el entrevistado para obtener información.

Tiene como objetivo obtener la mayor información posible sobre las aplicaciones de estos fenómenos en proyectos financieros. Así mismo se realizan entrevistas con expertos en el tema con el fin de conocer más acerca del tema y de la utilización de estas experiencias en proyectos.

**Encuesta:** Es un conjunto de preguntas con las que se pretende obtener una información sobre el mundo interior del encuestado o su percepción del fenómeno que se investiga, por lo que no puede ser obtenida por observación.

La encuesta se utilizó para definir los criterios a medir, para la selección de expertos y para validar el procedimiento propuesto.

## ESTRUCTURA DE LA TESIS

---

**Capítulo I: Fundamentación Teórica:** Se recogen aspectos significativos referentes a las metodologías actuales de desarrollo de software además del proceso de una adecuada toma de decisión y lo referente a todo el estudio de factibilidad técnica de un proyecto.

**Capítulo II: Descripción del Procedimiento:** Se describe el procedimiento en fases y flujos, se determinan los criterios y la forma de medir cada uno y el cálculo de factibilidad que lleva implícito el procedimiento.

**Capítulo III: Validación del Procedimiento:** Se describe la validación del procedimiento para evaluar la factibilidad de las posibles alternativas de desarrollo de software, obtenido en el capítulo dos, mediante el Método de Expertos, específicamente a través del Método Delphi.

# CAPÍTULO I: FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA.

---

## **CAPÍTULO 1: FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA**

### **1.1 Introducción**

En este primer capítulo se hará referencia a los aspectos teóricos necesarios que permitan aclarar, especificar todo lo relacionado al problema a resolver. Se exponen los conceptos fundamentales respecto al tema de estudio. Constituye una guía a las personas interesadas en el tema para que logren tener un mejor entendimiento de lo que se aborda en capítulos posteriores. Quedará reflejado un estado del arte con aspectos vinculados a las metodologías actuales de desarrollo de software, toma de decisión y cálculo de factibilidad de proyectos informáticos para lograr los objetivos trazados.

### **1.2 Metodologías para el Desarrollo de Software.**

Las metodologías más importantes y usadas actualmente en el desarrollo del Software son: RUP, XP y MSF.

#### **1.2.1 Rational Unified Process (RUP)**

Requiere un grupo grande de programadores para trabajar con esta metodología. RUP es un marco del proyecto que describe una clase de los procesos que son iterativos e incrementales. Es el proceso de desarrollo más general de los existentes actualmente.

Los procesos de RUP estiman tareas y horario del plan midiendo la velocidad de iteraciones concerniente a sus estimaciones originales. Las iteraciones tempranas de proyectos conducidos RUP se enfocan fuertemente sobre arquitectura del software; la puesta en práctica rápida de características se retrasa hasta que se ha identificado y se ha probado una arquitectura firme.

Proporciona muchas ventajas sobre XP y MSF, le da énfasis en los requisitos y el diseño. La ventaja principal de RUP es que se basa todo en las mejores prácticas que se han intentado y se han probado en el campo. En comparación con XP que se basa en las prácticas inestables que utilizaron juntas se evita que se derribe. (Sanchez, 2004)

#### **1.2.2 Extreme Programming (XP)**

Es una de las metodologías de desarrollo de software más exitosas en la actualidad utilizada para proyectos de corto plazo y cortó equipo. La metodología consiste en una programación rápida o extrema, cuya particularidad es tener como parte del equipo, al usuario final, pues es uno de los requisitos para llegar al éxito del proyecto. (Sanchez, 2004)

# CAPÍTULO I: FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA.

---

Características de XP, la metodología se basa en: (Sanchez, 2004)

- ✓ **Pruebas Unitarias:** se basa en las pruebas realizadas a los principales procesos, de tal manera que adelantándonos en algo hacia el futuro, podamos hacer pruebas de las fallas que pudieran ocurrir. Es como si nos adelantáramos a obtener los posibles errores.
- ✓ **Refabricación:** se basa en la reutilización de código, para lo cual se crean patrones o modelos estándares, siendo más flexible al cambio.
- ✓ **Programación en pares:** una particularidad de esta metodología es que propone la programación en pares, la cual consiste en que dos desarrolladores participen en un proyecto en una misma estación de trabajo. Cada miembro lleva a cabo la acción que el otro no está haciendo en ese momento. Es como el chofer y el copiloto: mientras uno conduce, el otro consulta el mapa.

## 1.2.3 Microsoft Solution Framework (MSF)

Esta es una metodología flexible e interrelacionada con una serie de conceptos, modelos y prácticas de uso, que controlan la planificación, el desarrollo y la gestión de proyectos tecnológicos. MSF se centra en los modelos de proceso y de equipo dejando en un segundo plano las elecciones tecnológicas. (Sanchez, 2004)

MSF tiene las siguientes características: (Sanchez, 2004)

- ✓ **Adaptable:** es parecido a un compás, usado en cualquier parte como un mapa, del cual su uso es limitado a un específico lugar.
- ✓ **Escalable:** puede organizar equipos tan pequeños entre 3 o 4 personas, así como también, proyectos que requieren 50 personas a más.
- ✓ **Flexible:** es utilizada en el ambiente de desarrollo de cualquier cliente.
- ✓ **Tecnología Agnóstica:** puede ser usada para desarrollar soluciones basadas sobre cualquier tecnología.

## 1.3 Desarrollo de software basado en componentes o sistemas ya existentes.

El desarrollo de software basado en componentes o sistemas ya existentes se convirtió en el pilar de la Revolución Industrial del Software y se proyecta hoy en día en diversas nuevas formas de hacer software de calidad con los costos más bajos del mercado y en tiempos que antes eran impensables. Empresas



# CAPÍTULO I: FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA.

---

como Microsoft entendieron el potencial de esta metodología hace años y hoy nos ofrecen nuevas iniciativas y herramientas que buscan llevar al proceso de construcción de software hacia el sitio privilegiado en el que debió colocarse desde un principio.

El modelo de desarrollo basado en componentes o sistemas ya existentes conduce a la reutilización del software, y la reutilización proporciona beneficios a los ingenieros de software. Según estudios de reutilización, Quantitative Software Management (QSM) Associates. Informa que estas nuevas tendencias de desarrollo de software, lleva a una reducción del 70% del ciclo de desarrollo un 84% del coste del proyecto y un índice de productividad del 26.2%. No hay duda que proporciona ventajas significativas para los ingenieros del software. (C., y otros, 2007)

## **Conceptos**

La Reutilización de Software téngase en cuenta componentes o sistemas, aparece como una alternativa para desarrollar aplicaciones y sistemas de software de una manera más eficiente, productiva y rápida.

La idea es reutilizar sistemas o componentes de software en lugar de tener que desarrollarlos desde el principio. (Terreros, 2005)

- ✓ Surge formalmente en 1968 (Dough McIlroy)
- ✓ El objetivo es reutilizar lo existente sin tener que volver a rediseñarlo desde el principio.

## **Definición**

Es el proceso de creación de sistemas de software a partir de un software existente, en lugar de tener que rediseñarlo desde el principio (C. W. Krueger)

## **Ventajas**

- ✓ Reducir el tiempo de desarrollo
- ✓ Reducción de costes
- ✓ Incrementar la productividad
- ✓ No tener que “reinventar las soluciones”
- ✓ Facilitar la compartición de productos del ciclo de vida

## **Desventajas**

- ✓ Necesidad de invertir antes de obtener resultados
- ✓ Carencia de métodos adecuados

# CAPÍTULO I: FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA.

---

- ✓ Necesidad de formar al personal
- ✓ Convencer a los “managers”
- ✓ Dificultad para institucionalizar los procesos

## 1.4 Toma de Decisión

La toma de decisiones es un proceso de definición de problemas, recopilación de datos, generación de alternativas y selección de un curso de acción.

En ocasiones los ingenieros consideran la toma de decisiones como su trabajo principal ya que tienen que seleccionar constantemente qué se hace, quién lo hace y cuándo, dónde e incluso como se hará. Sin embargo la toma de decisiones es sólo un paso de la planeación; forma la parte esencial de los procesos que se siguen para elaboración de los objetivos o metas trazadas a seguir. Rara vez se puede juzgar sólo un curso de acción, porque prácticamente cada decisión tiene que estar engranada con otros planes. (Tovar, 2006)

Como dijo Harry Truman:

*“Toda mala decisión que tomo va seguida de otra mala decisión”.*

## 1.5 El Proceso de Toma de Decisión

“La toma de decisiones es un proceso de selección entre cursos alternativos de acción, basado en un conjunto de criterios, para alcanzar uno o más objetivos”.

Un proceso de toma de decisión comprende de manera general los siguientes pasos:

- ✓ Análisis de la situación;
- ✓ Identificación y formulación del problema;
- ✓ Identificación de aspectos relevantes que permitan evaluar las posibles soluciones.
- ✓ Identificación de las posibles soluciones;
- ✓ Aplicación de un modelo de decisión para obtener un resultado global; y
- ✓ Realización de análisis de sensibilidad.

La opinión de una única persona en la toma de decisión puede tornarse insuficiente cuando se analizan problemas complejos, sobre todo aquellos cuya solución puede afectar a muchas otras personas. Debido a lo anterior se debe propender por generar discusión e intercambio entre los actores, que por su experiencia y conocimiento pueden ayudar a estructurar el problema y a evaluar las posibles soluciones.

# CAPÍTULO I: FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA.

---

Para abordar una situación de un problema de toma de decisión en la que se presentan diversos objetivos o criterios que simultáneamente deben incorporarse, ha surgido la Metodología Multicriterio como Sistema de Ayuda a la Decisión del ser humano. (Mogollón, 2000)

## 1.6 Los Métodos de Evaluación y Decisión Multicriterios

“Los métodos de evaluación y decisión multicriterio comprenden la selección entre un conjunto de alternativas factibles, la optimización con varias funciones objetivo simultáneas y un agente decisor y procedimientos de evaluación racionales y consistentes”. (Martinez, 1998)

Son especialmente utilizadas para tomar decisiones frente a problemas que cobijan aspectos intangibles a evaluar.

Sus principios se derivan de la Teoría de Matrices, Teoría de Grafos, Teoría de las Organizaciones, Teoría de la Medida, Teoría de las Decisiones Colectivas, Investigación de Operaciones y de Economía.

Los métodos de evaluación y decisión multicriterio no consideran la posibilidad de encontrar una solución óptima. En función de las preferencias del agente decisor y de objetivos pre-definidos (usualmente conflictivos), el problema central de los métodos multicriterio consiste en:

1. Seleccionar la(s) mejor(es) alternativas;
2. Aceptar alternativas que parecen “buenas” y rechazar aquellas que parecen “malas”; y
3. Generar una “ordenación” (ranking) de las alternativas consideradas (de la “mejor a la “peor”). Para ello han surgido diversos enfoques, métodos y soluciones.

Un criterio clasificador en la Decisión Multicriterio corresponde al número, que puede ser finito o infinito, de las alternativas a tener en cuenta en la decisión. Dependiendo de esta situación existen diferentes métodos. Cuando las funciones objetivo, toman un número infinito de valores distintos, que conducen a un número infinito de alternativas posibles del problema se llama Decisión Multiobjetivo.

Aquellos problemas en los que las alternativas de decisión son finitas se denominan problemas de Decisión Multicriterio Discreta. Estos problemas son los más comunes en la realidad y son los que se consideran en este documento.

“Los métodos de Decisión Multicriterio Discreta se utilizan para realizar una evaluación y decisión respecto de problemas que, por naturaleza o diseño, admiten un número finito de alternativas de solución, a través de:

# CAPÍTULO I: FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA.

---

1. Un conjunto de alternativas estable, generalmente finito (soluciones factibles que cumplen con las restricciones- posibles o previsibles); se asumen que cada una de ellas es perfectamente identificada, aunque no son necesariamente conocidas en forma exacta y completa todas sus consecuencias cuantitativas y cualitativas;
2. Una familia de criterios de evaluación (atributos, objetivos) que permiten evaluar cada una de las alternativas (analizar sus consecuencias), conforme a los pesos (o ponderaciones) asignados por el agente decisor y que reflejan la importancia (preferencia) relativa de cada criterio;
3. Una matriz de decisión o de impactos que resumen la evaluación de cada alternativa conforme a cada criterio; una valoración (precisa o subjetiva) de cada una de las soluciones a la luz de cada uno de los criterios; la escala de medida de las evaluaciones puede ser cuantitativa o cualitativa, y las medidas pueden expresarse en escalas cardinal (razón o intervalo), ordinal, nominal, y probabilística;
4. Una metodología o modelo de agregación de preferencias en una síntesis global; ordenación, clasificación, partición o jerarquización de dichos juicios para determinar la solución que globalmente recibe las mejores evaluaciones;
5. Un proceso de toma de decisiones (contexto de análisis) en el cual se lleva a cabo una negociación consensual entre los actores o interesados (analista- “experto”-, decisor y usuario). (Martinez, 1998)

## ***Los principales métodos de evaluación y decisión multicriterio discretos son:***

Ponderación Lineal (scoring), Utilidad multiatributo (MAUT), Relaciones de superación y Análisis Jerárquico (AHP- The Analytic Hierarchy Process-Proceso Analítico Jerárquico).

### **1.6.1 Ponderación Lineal (scoring)**

Es un método que permite abordar situaciones de incertidumbre o con pocos niveles de información. En dicho método se construye una función de valor para cada una de las alternativas. El método de Ponderación Lineal supone la transitividad de preferencias o la comparabilidad. Es un método completamente compensatorio, y puede resultar dependiente, y manipulable, de la asignación de pesos a los criterios o de la escala de medida de las evaluaciones. Es un método fácil y utilizado ampliamente en el mundo. (Mogollón, 2000)

# CAPÍTULO I: FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA.

---

## 1.6.2 Utilidad Multiatributo (MAUT)

Para cada atributo se determina la correspondiente función de utilidad (parcial), y luego se agregan en una función de utilidad multiatributo de forma aditiva o multiplicativa. Al determinarse la utilidad de cada una de las alternativas se consigue una ordenación completa del conjunto finito de alternativas. El método de utilidad multiatributo supone la transitividad de preferencias o la comparabilidad, utiliza “escalas de intervalo”, y acepta el principio de “preservación de orden” (Rank preservation). La condición de independencia preferencial mutua entre los atributos suele aceptarse casi axiomáticamente, e implícitamente es cuestionable y no refleja la estructura de preferencias del agente decisor. El rigor y rigidez de los supuestos teóricos de este método usualmente controvertidos y difíciles de contrastar en la práctica, lo que obliga a relajarlos, requiere un elevado nivel de información del agente decisor para la construcción de funciones de utilidad multiatributo, aunque permiten abordar fluidamente cuestiones de incertidumbre y riesgo. No obstante las dificultades en su utilización este método cuenta con una variedad de experiencias prácticas en Estados Unidos e Inglaterra”. (Martinez, 1998)

## 1.6.3 Relaciones de Superación

Estos métodos usan como mecanismo básico el de las comparaciones binarias de alternativas, es decir comparaciones dos a dos de las alternativas, criterio por criterio.

Existen dos métodos de la escuela francesa: ELECTRE y PROMETHEE.

Del método ELECTRE (Elimination Et Choix Traduisant la Réalité) ya existen varias versiones que usan pseudocriterios y la teoría de conjuntos difusos. El método PROMETHEE (Preference Ranking Organization Method for Enrichment Evaluation) se ha aplicado, con predicción para problemas de ubicación. (Mogollón, 2000)

## 1.6.4 Análisis Jerárquico (AHP- The Analytic Hierarchy Process-Proceso Analítico Jerárquico)

Este método fue desarrollado por el matemático Thomas Saaty y consiste en formalizar la comprensión intuitiva de problemas complejos mediante la construcción de un Modelo Jerárquico.

El propósito del método es permitir que el agente decisor pueda estructurar un problema multicriterio en forma visual, mediante la construcción de un Modelo Jerárquico que básicamente contiene tres niveles: meta u objetivo, criterios y alternativas.

# CAPÍTULO I: FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA.

---

Una vez construido el Modelo Jerárquico, se realizan comparaciones de a pares entre dichos elementos (criterios-subcriterios y alternativas) y se atribuyen valores numéricos a las preferencias señaladas por las personas, entregando una síntesis de las mismas mediante la agregación de esos juicios parciales.

El fundamento del proceso de Saaty descansa en el hecho que permite dar valores numéricos a los juicios dados por las personas, logrando medir cómo contribuye cada elemento de la jerarquía al nivel inmediatamente superior del cual se desprende.

Para estas comparaciones se utilizan escalas de razón en términos de preferencia, importancia o probabilidad, sobre la base de una escala numérica propuesta por el mismo Saaty, que va desde 1 hasta 9.

Una vez obtenido el resultado final, el AHP permite llevar a cabo el análisis de sensibilidad.

El AHP posee un software de apoyo y su aplicación comprende una variada gama de experiencias prácticas en campos muy diversos en diferentes países del mundo. (Mogollón, 2000)

## **1.7 Paquetes Informáticos para Decisión Multicriterio Discreta**

Actualmente existen en el mercado varios paquetes informáticos dedicados a la Decisión Multicriterio Discreta como lo son el AIM, ELECTRE, PROMCALC, MCView, entre otros.

Específicamente en el caso del AHP, se encuentran productos comerciales como: HIPRE 3+ INPRE, Expert Choice y Criterium entre otros.

Muchos de ellos presentan interfaces amigables para el usuario y ofrecen completos resultados y análisis de sensibilidad. Algunos sitios permiten bajar de internet demostraciones gratuitas.

## **1.8 Estudio de factibilidad técnica de un proyecto.**

El estudio de factibilidad técnica de un proyecto se tiene que ajustar a las características específicas de la temática que aborda y en este caso se tomará como caso de estudio un proyecto de software.

La propuesta de proyectos de investigación-desarrollo e innovación tecnológica en el campo de la informática, está integrado por la tecnología y los recursos humanos que son necesarios para garantizar la producción comprometida a los costos establecidos. Dependen de las posibilidades de la tecnología instalada, las herramientas informáticas y licencias disponibles, la organización de la producción que se logre, una planificación adecuada del tiempo y de los recursos humanos requeridos. (León, 2009)

# CAPÍTULO I: FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA.

---

En la realización del estudio técnico es necesario considerar una serie de puntos críticos que darán los elementos suficientes para elaborar un plan de producción, de acuerdo con los objetivos que se propone el proyecto, los cuales se describen a continuación:

## **1.8.1 Posibilidades de la tecnología existente**

Es necesario hacer un análisis de la tecnología disponible y sus posibilidades de satisfacer las demandas del proyecto propuesto, para lo que hay que tener presente dos variantes: Primero, si la tecnología que existe en los laboratorios es suficiente para enfrentar el proyecto y segundo, cuando la tecnología disponible no satisface las demandas del proyecto, se debe verificar si existe la oferta en el mercado y si se cuenta con los recursos financieros necesario para su adquisición. Si una de estas dos variantes se cumple se puede asegurar que la tecnología existente es suficiente para enfrentar las demandas del proyecto y se puede comprometer su ejecución. (León, 2009)

## **1.8.2 Herramientas informáticas y licencias disponibles**

Disponer de las herramientas de software necesarias y de las licencias para su aplicación es fundamental para contratar la ejecución de un proyecto, es por eso que antes de hacer un compromiso contractual hay que estudiar las herramientas que se necesitan y verificar que se cuenta con sus licencias de explotación y en caso que no existan las herramientas hay que verificar que estén disponibles en el mercado y se cuente con los recursos financieros suficiente para su adquisición. (León, 2009)

## **1.8.3 Proceso de producción**

Para organizar el proceso de producción es necesario conocer las características del producto que se quiere obtener, sus requerimientos de calidad, su frecuencia de modificación y grado de maduración de la tecnología disponible para su introducción. Además de las posibilidades de la tecnología fundamental disponible para su ejecución, teniendo en cuenta el tamaño y complejidad del proyecto, la flexibilidad de los equipos, las licencias de explotación, el flujo de producción, instalaciones auxiliares, forma de producción y las afectaciones medioambientales o a la salud de los trabajadores.

El equipo que desarrollará el proyecto debe conocer y tener acceso a las metodologías y estándares que existen para su control, las cuales les permitirán un seguimiento del proceso productivo, facilitando su

# CAPÍTULO I: FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA.

---

control y certificación con calidad. Ejemplos de estas metodologías son las normas ISO<sup>1</sup> y la metodología CMM<sup>2</sup> para el caso de productos de software entre otras (León, 2009).

## **1.8.4 Recursos humanos disponibles**

Una selección y preparación adecuada de los recursos humanos que ocuparan los distintos roles dentro de la estructura del proyecto en correspondencia con su complejidad, es fundamental para poder enfrentar la demanda del proyecto en el tiempo previsto y con la calidad requerida. Es necesario hacer una selección apropiada del jefe del proyecto, arquitecto de software, analistas y programadores, donde se tenga en cuenta el dominio que tengan de la tecnología disponible, el tiempo que disponen para dedicar al proyecto, su experiencia en la función que tienen que cumplir y en el uso de las herramientas que será necesario aplicar, así como las necesidades de capacitación. (León, 2009)

## **1.8.5 Tamaño del proyecto**

Es importante tener una idea clara del tamaño del proyecto que se pretende ejecutar para elaborar con la mayor precisión posible el programa de producción en función del tiempo que se dispone, teniendo en cuenta el factor de riesgo para determinar el tiempo mínimo y máximo posible que se pueda necesitar, lo que influye directamente en el estimado de los insumos y servicios que se evaluaron anteriormente.

Es imprescindible hacer un análisis de cada proyecto, de forma tal que se tenga claridad en las posibilidades de trabajar los diferentes objetos en paralelo o por sus características sea necesario hacerlo secuencial pues cada objeto depende del anterior, lo que influye directamente en la cantidad de recursos humanos que se puedan utilizar y en el tiempo de duración del proyecto. (León, 2009)

## **1.8.6 Gestión de tiempo**

La gestión de tiempo es un factor fundamental en los proyectos de software, la experiencia indica que la ejecución de muchos proyectos no es satisfactoria por una mala gestión de tiempo y por lo general se afectan los contratos establecidos.

En la gestión de tiempo de cada proyecto, es imprescindible hacer una estimación correcta del tiempo necesario para su ejecución y establecer mecanismos apropiados para el control del equipo de trabajo y que permitan evaluar sistemáticamente la marcha del proyecto.

---

<sup>1</sup> Organización Internacional para la Normalización.

<sup>2</sup> Modelo de Madurez de Capacidades.



# CAPÍTULO I: FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA.

---

La estimación correcta del tiempo depende del grado de comprensión del proyecto y de la correcta estimación del volumen de trabajo del mismo. Para ello es muy importante que el levantamiento de requisitos desarrollado durante la etapa de inicio haya sido adecuado.

Para establecer mecanismos de control de la gestión de tiempo del proyecto existen diferentes estrategias, entre los que se destaca el PSP<sup>3</sup> por sus posibilidades como sistema de control y de gestión de tiempo personal. (León, 2009)

## **1.9 Necesidad del Procedimiento**

Con lo anteriormente expuesto es evidente que existen varios métodos para la toma de decisiones y varias tendencias de desarrollo de software pero no existe una guía, procedimiento o metodología que garantice que alternativa es la más factible a seguir.

Se hace necesario medir la calidad del grupo de desarrollo y aspectos funcionales que deben presentar cada alternativa posible de desarrollo de un sistema empresarial. Por tanto haciendo uso de un procedimiento que me garantice estas mediciones podría traer como beneficio optar por la alternativa más viable en el desarrollo de un proyecto de software, en el tiempo establecido y con la calidad requerida. De no llevar a cabo este estudio se corre el riesgo de que la alternativa seleccionada no sea la más adecuada, presentando dificultades en etapas más avanzadas del desarrollo del software. Al no decidir por este procedimiento puede llevar a un aumento en las incidencias del fracaso de un proyecto o que no se disponga del mismo en el tiempo establecido, paralelo a esto se produce un gasto enorme de recursos financieros y tecnológicos.

Lo antes mencionado se evidencia en la Universidad de las Ciencias Informáticas (UCI). Se ha dado el caso de que varios proyectos se retrasan en su entrega, que presentan problemas de rendimiento y de aceptación por parte de los clientes, por estos motivos surge el procedimiento propuesto, para darle solución a esta agravante que afecta a la universidad.

## **1.10 Conclusiones Parciales.**

En este capítulo, a través de un estado del arte, se realizó un acercamiento a los conceptos básicos necesarios para adentrarse en la investigación, con lo que se facilita la comprensión de la misma. Al mismo tiempo se hizo un análisis de los métodos actuales que favorecen la toma de decisión para una cantidad

---

<sup>3</sup> Proceso Personal de Software.

## **CAPÍTULO I: FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA.**

---

de alternativas finitas. La investigación se apoya en estos métodos pero el procedimiento que se propone ya cuenta con los criterios que se van a medir, no como los métodos analizados en este capítulo que presentan un proceso de identificar los criterios o atributos a medir.

# CAPÍTULO II: DESCRIPCIÓN DEL PROCEDIMIENTO.

---

## **CAPÍTULO 2: DESCRIPCIÓN DEL PROCEDIMIENTO.**

### **2.1 Introducción**

El objetivo que se persigue en este capítulo es elaborar el procedimiento, en el mismo se lleva a cabo un proceso de determinación de los criterios a medir para cada alternativa de desarrollo, la forma de medir cada criterio y el procedimiento para la selección de los involucrados en poner en práctica el procedimiento.

### **2.2 Procedimiento**

Es válido aclarar que se ha desarrollado una propuesta de un procedimiento para evaluar la factibilidad de las posibles alternativas de desarrollo de software. El mismo se basa en análisis de factibilidad y métodos de toma de decisiones para su elaboración.

Tiene por Título: PEFADS (Procedimiento para Evaluar la Factibilidad de las Alternativas de Desarrollo de Software).

#### **2.2.1 Propósito**

El propósito que persigue no es más que: Asegurar y facilitar la toma de decisión ante la disyuntiva de proponer una alternativa viable para el desarrollo de un sistema empresarial.

Se pretende además, con el uso de dicho procedimiento facilitar el trabajo de los involucrados en decidir la alternativa más factible para llevar a cabo el desarrollo del software.

#### **2.2.2 Alcance del procedimiento**

El procedimiento es aplicable en proyectos dirigidos al desarrollo de aplicaciones empresariales; se pone en práctica cuando se presentan varias alternativas de desarrollo al proyecto. Las alternativas pueden ser la utilización de un sistema ya existente, el uso de componentes que resuelvan funcionalidades que el sistema debe presentar o el desarrollo del proyecto completamente nuevo. El procedimiento se centra en la medición de una serie de criterios enfocados en la parte funcional y la calidad del grupo de desarrollo para cada alternativa. Para cada uno de estos criterios se presenta la forma en que serán medidos y los involucrados en realizar cada actividad. El procedimiento posibilita determinar la alternativa más conveniente haciendo uso del cálculo de factibilidad.

#### **2.2.3 Principios del Procedimiento**

## CAPÍTULO II: DESCRIPCIÓN DEL PROCEDIMIENTO.

---

El procedimiento presenta principios fundamentales para su eficaz aplicación:

- ✓ *Orientado al constante perfeccionamiento:* El procedimiento dirige sus flujos a establecer el perfeccionamiento constante de sus procesos, así como las actividades y artefactos que contribuyen a su implementación.
- ✓ *Dirigido por fases y flujos:* Las fases describen y reflejan su desarrollo. Los flujos se centran en realizar las funciones principales de cada fase. A través de estas fases y flujos se deben cumplir los objetivos principales del procedimiento.

### 2.2.4 Premisas para su aplicación

Para que el procedimiento se aplique con la calidad requerida, se deben tener en cuenta las siguientes premisas:

- ✓ *Nivel de información del cliente:* el cliente juega el papel principal en la conformación de los requisitos del software que se desea, es necesario que el cliente domine y sepa dar a entender el proceso actual del negocio que desea informatizar.
- ✓ *Personal del proyecto comprometido con el procedimiento:* La propuesta necesita de un alto compromiso del grupo de expertos implicados en su utilización, pues gracias al estudio que van a desarrollar se podrá obtener la alternativa más factible de solución al proyecto.
- ✓ *Personal con conocimientos para aplicar el procedimiento:* El personal que utilizará el procedimiento es un grupo de expertos que tiene conocimiento de su uso. Según Armín González Almaguer (Almaguer, 2005) para la selección de los expertos es necesario tener en cuenta lo siguiente:

- Cualidades que deben reunir los expertos:
  1. Ser buenos informadores (comunicadores).
  2. Ser conocedores del objeto de estudio en lo teórico y metodológico.
  3. Poseer dotes de análisis (capacidad de reflexión).
- Características que deben presentar los expertos:

## CAPÍTULO II: DESCRIPCIÓN DEL PROCEDIMIENTO.

---

1. *Competencia*: nivel de calificación en la rama del conocimiento objeto de indagación; lo cual no está totalmente en “línea” con su grado científico y tarea, labor o responsabilidad que desempeña. Se recurre a la auto evaluación del propio experto en este sentido (y a la valoración de otros). Para determinar el coeficiente de conocimiento de cada experto consultar el siguiente método (Ver Anexo 1).
  2. *Disposición de la persona para participar en la encuesta*: esto determina si la persona forma parte de los posibles expertos.
  3. *Conformismo de la persona*: es su sometimiento a los criterios u opiniones de otros, fundamentalmente, de los “líderes”. Esta característica aparece, por lo general, debida a la ausencia de constancia en su propia opinión, lo cual se evita con la aplicación de métodos parciales, como el expuesto aquí.
  4. *Creatividad del experto*: capacidad de resolver problemas originales. No existe en la actualidad un procedimiento para medir, cuantitativamente, la creatividad.
  5. *Capacidad de análisis y de pensamiento*: sobre todo, para la solución de problemas complejos.
  6. *Propiedad de colectivismo*: su ética en una discusión abierta influye en la creación de un clima psicológico positivo y en el éxito de la solución del problema.
  7. *Espíritu auto crítico*: se observa en la valoración de su grado de competencia, en el análisis del problema.
- Procedimiento para la selección de expertos:
    1. Determinación de las personas (especialistas) que son candidatos a expertos (número mínimo y máximo).
    2. Confección del listado de expertos: parte del análisis de la calidad de los expertos y posibilidad real de participación.
    3. Haber obtenido el consentimiento del experto en cuanto a su participación: después del listado a cada candidato a experto se le envía una carta invitándolo a participar en el peritaje, por lo cual en ella se explica el objetivo de la encuesta, el plazo y orden de ejecución, así como el volumen total del trabajo. Aquí se incluye una encuesta sobre la competencia y algunos datos de interés. A partir de esto, se

## CAPÍTULO II: DESCRIPCIÓN DEL PROCEDIMIENTO.

elabora el listado final de expertos y se informa a cada uno de ellos si fue seleccionado o no para el peritaje y los instrumentos necesarios para contestar las preguntas, con lo cual termina el trabajo de selección.

### 2.2.5 Diagrama de Flujo

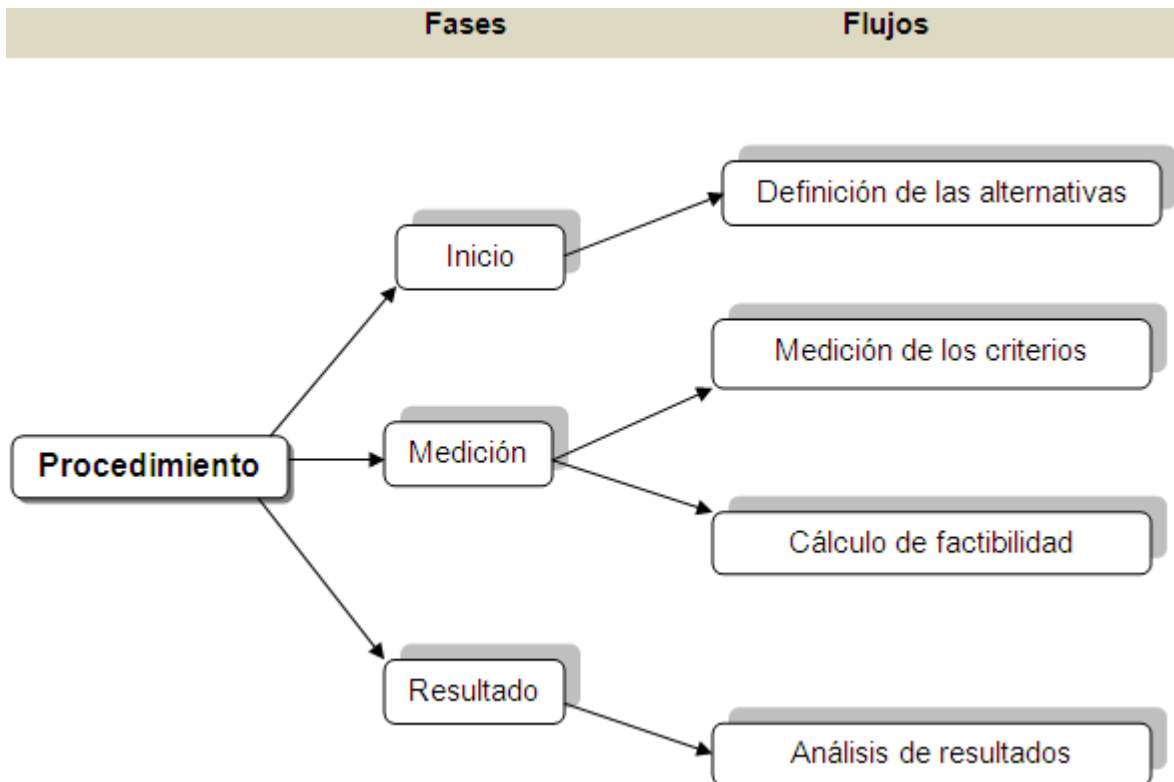


Figura 1. Representación de las fases y flujos del procedimiento

### 2.2.6 Fases

El procedimiento está conformado por tres fases: Inicio, Medición y Resultado; cada fase consta de diferentes flujos. En estos, se presentan los roles que se involucran, las actividades que se realizan y los artefactos que se generan.

- ✓ Fase de Inicio: se llevan a cabo entrevistas a los clientes para conocer sus necesidades y el proceso de negocio a automatizar. Además se realiza una investigación a nivel mundial para conocer las posibles vías de solución del proyecto.

## CAPÍTULO II: DESCRIPCIÓN DEL PROCEDIMIENTO.

---

- ✓ Fase de Medición: se presenta el modo en que se determinaron los criterios a medir para las posibles alternativas, la forma para medir cada uno de estos criterios y se realiza el cálculo de factibilidad apoyado en el método criterio de experto, más específico el método Delphi para conocer que alternativa es más factible.
- ✓ Fase de Resultado: se obtienen los resultados arrojados por las diferentes alternativas y se lleva a cabo un análisis para definir cuál es la más factible.

### 2.2.7 Flujos

Cada flujo en su desarrollo genera actividades, roles y artefactos de entrada y salida, los artefactos son utilizados en el inicio del siguiente flujo. Los de entrada son artefactos de apoyo y referencia para desarrollar las actividades; por otra parte los de salida son los generados durante el flujo.

#### **Fase Inicio**

##### **Flujo 1: Definición de las alternativas**

En el flujo se realiza un estudio preliminar, que consiste en una búsqueda de información a escala mundial de los posibles sistemas o componentes existentes que puedan ser utilizados en el desarrollo del proyecto. Dentro del flujo definición de las alternativas se desarrollan las siguientes actividades:



#### **Actividades**

- ✓ Identificar las alternativas: Presentar las distintas alternativas por las cuales se pueden desarrollar el proyecto.
- ✓ Describir cada alternativa: Realizar una descripción de las posibles alternativas a tener en cuenta para desarrollar el proyecto

Las actividades antes planteadas son desarrolladas por los siguientes roles.



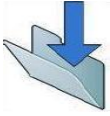
#### **Roles**

- ✓ Jefe de proyecto

## CAPÍTULO II: DESCRIPCIÓN DEL PROCEDIMIENTO.

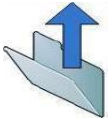
---

- ✓ Analista del proyecto
- ✓ Arquitecto del proyecto



### Artefactos de Entrada

- ✓ En este flujo no se presentan artefactos de entrada, solo se tiene en cuenta la documentación y bibliografía referente a las diversas formas de desarrollo del proyecto que se va a realizar.



### Artefactos de Salida

- ✓ Listado de las alternativas (Ver Anexo 3)
- ✓ Documento de descripción de cada alternativas( Ver Anexo 4)

### **Fase Medición**

#### **Flujo 2: Medición de los criterios**

Para determinar los criterios se aplicó una encuesta a varios jefes de proyectos de la UCI como: (el proyecto Sistema Automatizado de Gestión Bancaria (SAGEB), Sistema de gestión penitenciaria (SIGEP). Humanización Fase IV, Tribunales Populares Cubanos (TPC) y Sistema Único de Aduanas). La encuesta consta de 23 criterios donde cada jefe de proyecto determina a su entender cuáles son los más importantes a tener en cuenta (Ver Anexo 4.). Se asumieron aquellos criterios dónde los jefes de proyecto presentaron mayor concordancia. Los criterios son los siguientes:

1. La aplicación satisface las necesidades del cliente.
2. Seguridad en el acceso al sistema y en la protección de los datos.
3. Exactitud y precisión en las operaciones funcionales.
4. Capacidad para interactuar con más sistemas.
5. Capacidad de recuperar los datos directamente efectuados en caso de fallos.
6. Tecnología disponible.
7. Tiempo y Costo de desarrollo.



## CAPÍTULO II: DESCRIPCIÓN DEL PROCEDIMIENTO.

---

8. Calidad de recursos humanos.

9. Calidad del personal directivo.

Los primeros cinco criterios se centran principalmente en medir la parte funcional del sistema o componente que se presente como alternativas de desarrollo del software y el resto en medir que tan bueno es el equipo de proyecto que desarrollará la aplicación.



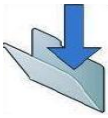
### Actividades

- ✓ Medir los criterios para cada alternativa: se lleva a cabo la medición de cada criterio y los responsables en realizar la medición.



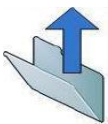
### Roles

- ✓ En cada criterio se especifica los responsables en medir el criterio.



### Artefactos de Entrada

- ✓ Listado de las alternativas (Ver Anexo 3).
- ✓ Documento de descripción de cada alternativas (Ver Anexo 4).



### Artefactos de Salida

- ✓ Resumen de los resultados de cada una de las mediciones (Ver Anexo 5).

### **Medición de cada criterio**

A continuación se propone como medir los criterios dirigidos a la parte funcional del sistema o de los componentes a reutilizar. En el caso de que una de las alternativas sea desarrollar un sistema nuevo, los criterios dirigidos a medir la parte funcional van a tomar su máximo valor, pues el nuevo proyecto se centra en alcanzar el mayor grado funcional deseado por el cliente.

## CAPÍTULO II: DESCRIPCIÓN DEL PROCEDIMIENTO.

### 1. La aplicación satisface las necesidades del cliente.

Es necesario llevar a cabo un estudio preliminar para conocer cuáles son las necesidades del cliente y conocer los procesos de negocio actuales que se van a automatizar. Posteriormente estos requerimientos se comparan con las funcionalidades que presenta el sistema o los componentes y así determinar el porcentaje de satisfacción con respecto a las necesidades del cliente.

**Tabla 1. Porcentaje de Satisfacción**

	<b>Alto</b> $X > 70\%$	<b>Medio</b> $70\% > X > 50\%$	<b>Bajo</b> $50\% > X > 30\%$
Porcentaje de satisfacción del sistema y los componentes a reutilizar, según las necesidades del cliente.			

Posteriormente es necesario medir el número de pasos que realiza cada funcionalidad para dar solución a un servicio solicitado por el usuario.

En la tabla siguiente deben enumerarse todas las funcionalidades a utilizar y el número de pasos de cada una para brindar la solución.

**Tabla 2. Comparativa (número de pasos por funcionalidad).**

	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>4</b>	<b>Otra cantidad</b>
F1					
F2					
F3					
F4					
Fn					

Cuando se tengan todos los datos de la tabla, seguidamente se realiza un estudio para comprobar si existe una menor cantidad de pasos en el algoritmo de solución para cada una de estas funcionalidades. De existir, se verificará la posibilidad de adaptación de dicho algoritmo a las necesidades reales del cliente y se sustituirá por el que se tenía previsto utilizar en el desarrollo de la aplicación.

## CAPÍTULO II: DESCRIPCIÓN DEL PROCEDIMIENTO.

---

Tabla 3. Por ciento de funcionalidades a modificar.

	Alto Y <50%	Medio 70% >Y> 50%	Bajo Y >70%
Por ciento de funcionalidades a ser modificadas			

$$X1 = (X + Y)/2$$

✓ *Procedimiento de Análisis*

NS = nivel de satisfacción

$$NS = X1/100$$

$$0 \leq NS \leq 1$$

A mayor cercanía al 1 resultará mayor satisfacción.

✓ *Responsabilidad*

Jefe de Proyecto

### 2. Seguridad en el acceso al sistema y en la protección de los datos.

A. Capacidad de revisión de cuentas de acceso.

¿Cuán completa es el rastro de auditoría del acceso del usuario al sistema y a los datos?

$$X=A/B$$

A= número de acceso del usuario al sistema y a los datos registrados en la base de datos del historial.

B= número de accesos del usuario al sistema y a los datos durante la evaluación.

✓ *Procedimiento de Análisis*

$$0 \leq X \leq 1$$

A mayor cercanía al 1 resultará mejor.

✓ *Responsabilidades*

Evaluadores

Aclaraciones:

1. Los accesos a datos pueden ser medidos sólo con pruebas de actividades.

## CAPÍTULO II: DESCRIPCIÓN DEL PROCEDIMIENTO.

---

2. Esta métrica es sugerida para empleo experimental.
3. Se recomiendan que las pruebas de penetración sean realizadas para simular ataques, porque tales ataques de seguridad normalmente no ocurren en las pruebas habituales. La verdadera métrica de seguridad sólo es medida en el sistema en tiempo real.
4. El acceso del usuario al sistema y al registro de datos puede incluir un registro de detección de virus para la protección antivirus. El objetivo del concepto de protección contra virus informático es crear respaldos apropiados con los cuales la existencia de virus en el sistema puede ser prevenida o detectada lo más pronto posible.

### B. Capacidad de control del acceso.

*¿Cuán controlable es el acceso al sistema?*

$$X=A/B$$

A= número de las diferentes operaciones ilegales detectadas.

B= número de operaciones ilegales como en la especificación.

#### ✓ *Procedimiento de Análisis*

$$0 \leq X \leq 1$$

A mayor cercanía al 1 resultará mejor.

#### ✓ *Responsabilidades*

Evaluadores

### Aclaraciones:

1. Si es necesario complementar la detección de operaciones ilegales inesperadas, operaciones de pruebas atípicas intensivas adicionales deberían ser realizadas.
2. Se recomiendan que las pruebas de penetración sean realizadas para simular ataques, porque tales ataques de seguridad normalmente no ocurren en las pruebas habituales. La verdadera métrica de seguridad sólo es medida en el sistema en tiempo real.

## CAPÍTULO II: DESCRIPCIÓN DEL PROCEDIMIENTO.

---

3. Las funciones impiden que personas no autorizadas puedan crear, eliminar o modificar programas o información. Por lo tanto, se aconseja incluir tales operaciones ilegales dentro de los casos de prueba.

### C. Prevención de la corrupción de datos.

*¿Cuál es la frecuencia de los incidentes de corrupción de datos?*

**c.1)**  $X=1-A/N$

A= número de veces que una mayor incidencia de corrupción de datos ocurrió

N= número de casos de pruebas tratadas para ocasionar una incidencia de corrupción de datos

**c.2)**  $Y=1-B/N$

B= número de veces que una menor incidencia de corrupción de datos ocurrió

**c.3)**  $Z=A/T$  o  $B/T$

T=periodo de tiempo de operación (durante la operación de pruebas)

### ✓ *Procedimiento de análisis*

**c.1)**  $0 \leq X \leq 1$

A mayor cercanía al 1 resultará mejor, ocurre menor número de mayor incidencia de corrupción en los datos.

**c.2)**  $0 \leq Y \leq 1$

A mayor cercanía al 1 resultará mejor, ocurre menor número de menor incidencia de corrupción en los datos.

**c.3)**  $0 \leq Z$

A mayor cercanía al 0 resultará mejor.

### ✓ *Responsabilidades*

Evaluadores

Aclaraciones:

## CAPÍTULO II: DESCRIPCIÓN DEL PROCEDIMIENTO.

---

1. Pruebas de operaciones intensivas atípicas son necesarias para obtener incidencias mayores y menores de corrupción de datos.
2. Le recomiendan clasificar el impacto de las incidencias de corrupción de datos como los ejemplos siguientes:

Incidencia mayor de corrupción de datos (fatal):

- Reproducción y recuperación imposible;
- Segunda distribución de afectación demasiado amplia;
- Importancia de datos para sí mismos

Incidencia menor de corrupción de datos:

- Reproducción o recuperación posible;
- Ninguna distribución de afectaciones secundaria;
- Importancia de datos para sí mismos.

3. Los elementos de datos para el cómputo de métricas externas son diseñados para usar la información externamente accesible, porque es provechoso para usuarios finales, operadores, administradores de mantenimiento o arquitectos para usar métricas externas. Por lo tanto, contar incidencias y veces usada aquí, es diferente de las métricas internas correspondientes.
4. Se recomiendan que las pruebas de penetración sean realizadas para simular ataques, porque tales ataques de seguridad normalmente no ocurren en las pruebas habituales. La verdadera métrica de seguridad sólo es medida en el sistema en tiempo real.
5. Esta métrica es sugerida para empleo experimental.
6. La reserva de datos es uno de los modos eficaces de prevenir la corrupción de datos. La creación de la reserva asegura que datos necesarios pueden ser restaurados rápidamente en el caso de que partes de los datos operativos se hayan perdidos. Sin embargo, la reserva de datos es considerada como una parte de la composición de la confiabilidad de la métrica en este informe.

### **3. Exactitud y precisión en las operaciones funcionales**

*¿Existen diferencias entre los resultados actuales y los razonablemente esperados?*

## CAPÍTULO II: DESCRIPCIÓN DEL PROCEDIMIENTO.

---

$$X = A/T$$

A - Número de casos encontrados con diferencias entre los resultados razonablemente esperados y aquellos resultantes más allá de lo permisible.

T - Tiempo de operación

✓ *Procedimiento de análisis*

Ejecutar los casos de pruebas de entrada ver sus salidas y comparar los resultados actuales y los razonablemente esperados.

Cuente el número de casos encontrados con diferencias inaceptables en relación con los resultados razonablemente esperados.

$$0 \leq X$$

A mayor cercanía al 0 resultará mejor

✓ *Responsabilidades*

Desarrolladores

#### **4. Capacidad para interactuar con más sistemas.**

*¿Cuán frecuentemente falló el intento de intercambio de datos entre el software objeto de la prueba y otro software?*

1)  $X = 1 - A/B$

A- Número de casos en que se falló al proceder a un intercambio de datos con otro software o sistemas.

B - Número de casos en que se intentó proceder a un intercambio de datos

*¿Cuán frecuentemente es satisfactoria la transferencia de datos entre el software objeto de la prueba y otro?*

2)  $Y = A / T$

T - Tiempo de operación

✓ *Procedimiento de análisis*

## CAPÍTULO II: DESCRIPCIÓN DEL PROCEDIMIENTO.

---

Ejecutar las pruebas. Cuente el número de casos en que las funciones de interfaces fueron usadas y fallaron.

$$0 \leq X \leq 1$$

A mayor cercanía al 1 resultará mejor

$$0 \leq Y$$

A mayor cercanía al 0 resultará mejor

✓ *Responsabilidades*

Evaluadores

### **5. Capacidad de recuperar los datos directamente efectuados en caso de fallos**

#### **A. Restaurabilidad**

*¿Cuán capaz es el producto de auto restaurarse luego de un evento anormal o una solicitud?*

$$X = A / B$$

A – Número de casos de restauración exitosos

B – Número de casos de restauración probados por los requisitos

✓ *Procedimiento de análisis*

Cuente el número de restauraciones exitosas y compárelo con el número de restauraciones probadas requeridas por las especificaciones.

Ejemplos de requisitos de restauración son:

- función deshacer,

- función rehacer

$$0 \leq X \leq 1$$

A mayor cercanía al 1 mejor y el producto es más capaz de restaurarse en casos definidos.

✓ *Responsabilidades*

Evaluadores

#### **B. Efectividad de la restauración**



## CAPÍTULO II: DESCRIPCIÓN DEL PROCEDIMIENTO.

---

*¿Cuán capaz es el producto de auto restaurarse luego de un evento anormal o una solicitud?*

$$X = A / B$$

A – Número de casos de restauración exitosos en el plazo de tiempo previsto

B – Número de casos de restauración ejecutados

✓ *Procedimiento de análisis*

Cuente el número de restauraciones que cumplen con el plazo de tiempo previsto y compárelo con el número de restauraciones requeridas en el plazo de tiempo especificado.

$$0 \leq X \leq 1$$

A mayor cercanía al 1 mejor, y los procesos de restauración del producto son más efectivos.

✓ *Responsabilidades*

Evaluadores

Estos criterios que siguen van dirigidos a medir en cada alternativa la capacidad del equipo de proyecto para desarrollar el producto deseado.

### **6. Tecnología disponible**

La medición de este criterio se centra en cuatro factores importantes:

*Hardware:* debe realizarse un estudio para comprobar si el hardware con el que se dispone cubre estos aspectos: el hardware con el que se cuenta, soporta las aplicaciones y los manejadores de base de datos que se van a utilizar en el desarrollo del proyecto. Se dispone de las computadoras, servidores y siwcht necesario para la realización del proyecto.

*Software:* Igualmente es necesario llevar un estudio para comprobar si las herramientas de software que se utilizan en el proyecto son las más idóneas para llevar a cabo el desarrollo del proyecto.

*Licencias disponibles:* conocer si se cuenta con las licencias necesarias o con los recursos para su adquisición.

*Estándares y metodologías actuales:* verificar si se cuenta con los estándares y metodologías necesarias o el presupuesto para su adquisición.

## CAPÍTULO II: DESCRIPCIÓN DEL PROCEDIMIENTO.

---

Después de llevar a cabo el estudio para cada uno de estos factores, esta tabla servirá de apoyo para la medición de este criterio.

**Tabla 4. Nivel de la tecnología disponible.**

	Alto	Medio	Bajo
Hardware			
Software			
Licencias disponibles			
Estándares y metodologías actuales			

Una vez completada la tabla anterior se prosigue en el cálculo del criterio.

Puntuación para cada campo

Alto = 5    Medio = 3    Bajo = 1

P = Suma total de cada campo.

M= Máximo total (20).

Fórmula

X= Por ciento de aceptación.

$$x = P * 100 / M$$

✓ *Procedimiento de Análisis*

$$X1 = X / 100$$

$$0 \leq X1 \leq 1$$

A mayor cercanía al 1 mejor, y la tecnología existente es suficiente.

✓ *Responsabilidades*

Jefe de Proyecto

Arquitecto

### **7. Tiempo de desarrollo**

Para estimar el tiempo de desarrollo del software, se utiliza Cocomo II (Modelo Constructivo de Coste). Este modelo permite realizar estimaciones en función del tamaño del software, y de un conjunto de factores de costo y de escala. Los factores de costo describen aspectos relacionados

## CAPÍTULO II: DESCRIPCIÓN DEL PROCEDIMIENTO.

---

con la naturaleza del producto, hardware utilizado, personal involucrado, y características propias del proyecto.

COCOMO II posee tres modelos denominados *Composición de Aplicación*, *Diseño Temprano* y *Post-Arquitectura*. Cada uno de ellos orientados a sectores específicos del mercado de desarrollo de software y a las distintas etapas del desarrollo de software.

El procedimiento utiliza el modelo *Diseño Temprano*, que se utiliza en las primeras etapas del desarrollo en las cuales se evalúan las alternativas de hardware y software de un proyecto. El esfuerzo necesario para concretar un proyecto de desarrollo de software; cualquiera que sea el modelo empleado, se expresa en meses/persona (PM) y representa los meses de trabajo de una persona fulltime (tiempo completo), requeridos para desarrollar el proyecto. (Peralta, 2006)

$$PM_{\text{estimado}} = PM_{\text{nominal}} \times \sum_{i=1}^7 EM_i$$

$$PM_{\text{nominal}} = A \times (KSLOC)^B$$

$$B = 1.01 + 0.01 \times \sum_{j=1}^5 W_j$$

Donde:

**PM<sub>estimado</sub>**: es el esfuerzo Nominal ajustado por 7 factores, que reflejan otros aspectos propios del proyecto que afectan al esfuerzo necesario para la ejecución del mismo.

**KSLOC**: Es el tamaño del software a desarrollar expresado en miles de líneas de código fuente.

**A**: es una constante que captura los efectos lineales sobre el esfuerzo de acuerdo a la variación del tamaño, (**A=2.94**).

**B**: es el factor exponencial de escala, toma en cuenta las características relacionadas con las economías y deseconomías de escala producidas cuando un proyecto de software incrementa su tamaño.

## CAPÍTULO II: DESCRIPCIÓN DEL PROCEDIMIENTO.

---

Si  $B < 1.0$ , el proyecto exhibe economía de escala. Es decir si un producto aumenta el doble su tamaño el esfuerzo del proyecto es menos del doble. Esto significa que la productividad del proceso de desarrollo de software incrementa a medida que aumenta el tamaño del proyecto.

Si el  $B = 1.0$  las economías y deseconomías de escala están en equilibrio. Este modelo lineal se usa siempre en la estimación de costos de proyectos pequeños.

Si el  $B > 1.0$  el proyecto muestra deseconomía de escala. Esto generalmente se debe a dos factores principales: el crecimiento de las comunicaciones interpersonales y el de la integración de sistemas. Integrar un producto pequeño como parte de otro requiere no sólo el esfuerzo de desarrollar el producto sino también el esfuerzo de diseñar, mantener, integrar y testear interfaces con el resto del software. La productividad del proceso de desarrollo de software disminuye a medida que aumenta el tamaño del proyecto.

El cálculo del Factor Exponencial de Escala  $B$  está basado en factores que influyen exponencialmente en la productividad y esfuerzo de un proyecto de software. Estos factores toman valores dentro de un rango que va desde un nivel **Muy Bajo** hasta uno **Extra Alto**. Cada nivel tiene un peso asociado  $W_j$ , y ese valor específico es el que se denomina factor de escala (Ver Anexo 7 y 8).

**EM<sub>i</sub>**: corresponde a los factores de costo que tienen un efecto multiplicativo sobre el esfuerzo, llamados Multiplicadores de Esfuerzo (Effort Multipliers). Cada factor se puede clasificar en seis niveles diferentes que expresan el impacto del multiplicador sobre el esfuerzo de desarrollo. Esta escala varía desde un nivel Extra Bajo hasta un nivel Extra Alto, cada nivel tiene un peso asociado. El peso promedio o nominal es 1.0. Si el factor provoca un efecto nocivo en el esfuerzo de un proyecto, el valor del multiplicador correspondiente será mayor que 1.0, caso contrario el multiplicador será inferior a 1.0. Los valores se muestran en el (Anexo 9)

Clasificados en categorías, los 7 Multiplicadores de Esfuerzo son:

### Del Producto

RCPX: Confiabilidad y Complejidad del producto

RUSE: Reusabilidad Requerida

### De la Plataforma

PDIF: Dificultad de la Plataforma

## CAPÍTULO II: DESCRIPCIÓN DEL PROCEDIMIENTO.

---

### Del Personal

PERS: Aptitud del Personal

PREX: Experiencia del Personal

### Del Proyecto

FCIL: Facilidades

SCED: Cronograma de Desarrollo Requerido

✓ *Responsabilidades*

Jefe de Proyecto

### **8. Calidad de Recursos Humanos.**

En la medición de este criterio se presentan cuatro factores y el peso máximo de cada uno de ellos es un 25%.

#### Dominio sobre la tecnología disponible.

**Tabla 5. Nivel de dominio sobre la tecnología.**

Alto	Medio	Bajo

Peso

Alto = 25%      Medio = 15%      Bajo = 10%

#### Tiempo de dedicación al proyecto (cantidad de horas disponibles para trabajar en el proyecto al día).

**Tabla 6. Tiempo de dedicación al proyecto.**

Hrs/Día	1	2	3	4	5	6	7	8	+8

Peso

Si dedica 1,2 o 3 horas diarias al proyecto, el peso es 10%.

Si dedica 4,5 o 6 horas diarias al proyecto, el peso es 15%.

Si dedica 7,8 o más de 8 (+8) horas diarias al proyecto, el peso es 25%.

#### Experiencia en proyectos de este tipo.

## CAPÍTULO II: DESCRIPCIÓN DEL PROCEDIMIENTO.

---

**Tabla 7. Años de experiencia en proyectos.**

Años	1	2	3	4	5	+ 5

Peso

Si la experiencia en proyectos de este tipo es de 1 o 2 años, el peso es 10%.

Si la experiencia en proyectos de este tipo es de 3 o 4 años, el peso es 15%.

Si la experiencia en proyectos de este tipo es de 5 o más de 5 (+5) años, el peso es 25%.

Experiencia en la función que tienen que cumplir y en el uso de las herramientas que tienen que aplicar.

**Tabla 8. Nivel de experiencia y uso de las herramientas a aplicar.**

Alto	Medio	Bajo

Peso

Alto = 25%      Medio = 15%      Bajo = 10%

CRH = calidad de recursos humanos

P= peso

$$CRH = \sum_{i=0}^n P_n$$

✓ *Procedimiento de Análisis*

$$X1 = CRH / 100$$

$$0 \leq X1 \leq 1$$

A mayor cercanía al 1 mejor, y el personal con que cuenta el proyecto está capacitado para darle desarrollo al mismo.

✓ *Responsabilidades*

Jefe de Proyecto

Jefe de Capacitación

### **9. Calidad del personal directivo**

Para medir este criterio se debe tener en cuenta dos aspectos y el peso máximo de cada uno de ellos es un 50%.

## CAPÍTULO II: DESCRIPCIÓN DEL PROCEDIMIENTO.

---

Conocimiento que tiene de la materia según el rol que va a desempeñar.

**Tabla 9. Nivel de Conocimientos.**

	Alto	Medio	Bajo
Jefe de Proyecto			
Analista			
Arquitecto			

Peso

Alto= 50%      Medio=35%      Bajo=15%

Años de Experiencia

**Tabla 10. Años de Experiencia.**

	1	2	3	4	5	+ 5	Ninguno
Jefe de Proyecto							
Analista							
Arquitecto							

Peso

Si no presenta Ninguno año de experiencia el peso es 10%.

Si los años de experiencia en alguno de estos roles es de 1, 2 o 3 años el peso es 20%.

Si los años de experiencia en alguno de estos roles es de 4 o 5 años el peso es 30%.

Si los años de experiencia en alguno de estos roles es de más de 5 (+5) años el peso es 50%.

CPD- Calidad del personal directivo

P- Peso

$$CPD = \sum_{i=0}^n P_n$$

✓ *Procedimiento de Análisis*

$$X1 = CPD / 100$$

$$0 \leq X1 \leq 1$$

A mayor cercanía al 1 mejor, el personal directivo con que cuenta el proyecto está capacitado.

✓ *Responsabilidades*

## CAPÍTULO II: DESCRIPCIÓN DEL PROCEDIMIENTO.

---

Dirección de la Institución

### **Flujo 3: Cálculo de factibilidad**

Para determinar que alternativa es más factible se tiene en cuenta la utilización del método criterio de expertos. Se debe realizar el cálculo de factibilidad para cada una de las alternativas propuestas en la fase anterior.

Las actividades en este flujo son las siguientes:



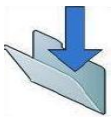
#### Actividades

- ✓ Asignar el peso a cada criterio.
- ✓ Determinar el coeficiente de concordancia.
- ✓ Calificación de cada criterio.
- ✓ Construcción de la matriz de evaluación.



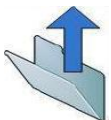
#### Roles

- ✓ Grupo de Experto



#### Artefactos de Entrada

- ✓ Resumen de los resultados de cada una de las mediciones (Ver Anexo 5).



#### Artefactos de Salida

- ✓ Lista de valor de factibilidad para cada alternativa.

#### **1. Asignar el peso de cada criterio.**

Utilizando el grupo de expertos para realizar el trabajo en equipo, se determina el peso que tiene cada criterio seleccionado, para lo que se solicita a los expertos que valoren cada criterio de



## CAPÍTULO II: DESCRIPCIÓN DEL PROCEDIMIENTO.

---

acuerdo con su importancia en relación a los demás y le asigne un porcentaje del total según su opinión. Promediando el porcentaje asignado a cada uno de ellos se puede obtener su peso dentro del total, apoyarse en el (Anexo 10).

### 2. **Determinación del coeficiente de concordancia.**

Para determinar el peso de cada criterio es necesario verificar la consistencia en el trabajo de expertos, para lo que se utiliza el coeficiente de concordancia Chi Cuadrado. Para la utilización de las formular estadísticas, el cálculo de factibilidad se apoya en la conferencia 8: Décimas no Paramétricas. Bondad de Ajuste. Homogeneidad de la muestra. Análisis para evaluar concordancia, del sitio de estadística de la universidad y del libro (León, Rolando Alfredo Hernández. 2009. Una Introducción a la Gestión de Proyectos. 2009.) (Ver Anexo 11), como realizar el cálculo de concordancia.

Si no existe concordancia en el trabajo de expertos se rechazan los resultados y se hace necesario repetirlo, pero si existe concordancia el peso de cada criterio es el encontrado anteriormente y se relacionan a continuación.

### 3. **Calificación de cada criterio**

Se solicita a los expertos que califiquen cada criterio en una escala de uno a cinco {1-5} de acuerdo a el resultado obtenido en la medición del criterio y el grado de importancia que representa para la evaluación de la alternativa. Promediando la calificación que otorga cada experto y aproximando se obtiene la calificación definitiva de los criterios.

**Tabla 11. Calificación de los criterios dada por los expertos.**

<b>Criterios</b>	<b>E<sub>1</sub></b>	<b>E<sub>2</sub></b>	<b>E<sub>3</sub></b>	<b>E<sub>4</sub></b>	<b>E<sub>5</sub></b>	<b>E<sub>6</sub></b>	<b>E<sub>n</sub></b>	<b>R<sub>j</sub></b>	<b>Calificación</b>
C <sub>1</sub>									
C <sub>2</sub>									
C <sub>3</sub>									
C <sub>4</sub>									
C <sub>5</sub>									
C <sub>6</sub>									

## CAPÍTULO II: DESCRIPCIÓN DEL PROCEDIMIENTO.

---

C <sub>7</sub>									
C <sub>8</sub>									
C <sub>n</sub>									

#### 4. Construcción de la matriz de evaluación

Conociendo el peso de cada criterio y la calificación (valor R<sub>j</sub> redondeado por mayor) dada por los expertos se puede construir una matriz como se explica en la tabla 2.3.

**Tabla 12. Matriz de Evaluación.**

Criterios	Clasificación					W	C x W
	5	4	3	2	1		
Criterio 1							
Criterio 2							
Criterio 3							
Criterio 4							
Criterio n							
							ε

P<sub>i</sub> = probabilidad de éxito

P<sub>i</sub> = ε/5

#### **Fase Resultado**

##### **Flujo 4: Análisis de cada Resultado**

Una vez arrojado el resultado para cada alternativa de solución del proyecto se comparan en una rango de 0 a 1, a mayor cercanía al 1, mayor es el grado de factibilidad, así se determinara cuál alternativa es más factible para llevar a cabo el desarrollo de la aplicación apoyándonos en las siguientes actividades.



##### Actividades

- ✓ Analizar el grado de éxito.

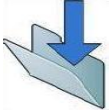
## CAPÍTULO II: DESCRIPCIÓN DEL PROCEDIMIENTO.

---



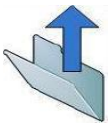
### Roles

- ✓ Grupo de expertos



### Artefactos de Entrada

- ✓ Lista de valor de factibilidad para cada alternativa.



### Artefactos de Salida

- ✓ Descripción de la alternativa más factible

Según Rolando Alfredo Hernández León en su libro “Una Introducción a la Gestión de Proyectos” (León, 2009) delimita los siguientes rangos, para determinar el grado de éxito para cada alternativa planteada:

$P_t > 0,7$  Existe alta probabilidad de éxito

$0,7 > P_t > 0,5$  Existe probabilidad media de éxito

$0,5 > P_t > 0,3$  Probabilidad de éxito baja

$0,3 > P_t$  Fracaso seguro

### **2.3 Conclusiones Parciales**

Al finalizar el capítulo se puede concluir que con el procedimiento desarrollado, se podrá determinar la alternativa factible para el desarrollo de un proyecto. Para ello se describieron principios y premisas a cumplir por las personas que utilizarán el procedimiento. Se realizó además, la descripción de cada fase y flujo perteneciente al procedimiento, así como los roles que intervienen en cada flujo; las actividades y artefactos que utilizan para el desarrollo del mismo con calidad.

# CAPÍTULO III: VALIDACIÓN DEL PROCEDIMIENTO.

---

## **CAPÍTULO 3: VALIDACIÓN DEL PROCEDIMIENTO.**

### **3.1 Introducción**

Cada investigador debe encontrar la forma correcta de validar una investigación, demostrándolo con calidad, firmeza y seguridad en la solución que plantea. Para ello existen métodos de validación, este es el caso de los Métodos Expertos, los cuales utilizan como fuente de información, un grupo de personas a las que se supone un conocimiento elevado del tema a tratar. Para validar el procedimiento propuesto en el capítulo anterior se utilizó el criterio de un grupo de expertos, basado en la aplicación del Método Delphi. Este grupo se conformó con especialistas que poseen experiencias en temas relacionados con el presente trabajo.

### **3.2 Justificación del uso del método Delphi**

El método Delphi pretende extraer y maximizar las ventajas que presentan los métodos basados en grupos de expertos y minimizar sus inconvenientes. En esta técnica se realiza una selección del grupo de expertos que participará en el proceso de evaluación, teniendo en cuenta que ningún experto conoce la identidad y las respuestas individuales de los otros que componen el grupo. Esto posibilita, que un miembro pueda cambiar sus opiniones y defender sus argumentos con la tranquilidad de saber que en caso de ser erróneos, no representará una pérdida de su prestigio. Además, impide que un experto sea influenciado por la reputación de otro. La correcta selección de estos expertos proporciona la certeza de un correcto resultado además de poseer este un alto grado de credibilidad. El Método Delphi presenta tres características fundamentales para su eficaz desarrollo:

- ✓ Anonimato: Durante un Delphi, ningún experto conoce la identidad de los otros que componen el grupo de debate. Esto tiene una serie de aspectos positivos, como son:
  - Impide la posibilidad de que un miembro del grupo sea influenciado por la reputación de otro de los miembros o por el peso que supone oponerse a la mayoría. La única influencia posible es la de la congruencia de los argumentos.
  - Permite que un miembro pueda cambiar sus opiniones sin que eso suponga una pérdida de imagen.

## CAPÍTULO III: VALIDACIÓN DEL PROCEDIMIENTO.

---

- El experto puede defender sus argumentos con la tranquilidad que da saber que en caso de que sean erróneos, su equivocación no va a ser conocida por los otros expertos.
- ✓ Iteración y realimentación controlada: La iteración se consigue al presentar varias veces el mismo cuestionario. Como, además, se van presentando los resultados obtenidos con los cuestionarios anteriores, se consigue que los expertos vayan conociendo los distintos puntos de vista y puedan ir modificando su opinión si los argumentos presentados les parecen más apropiados que los suyos.
- ✓ Respuesta del grupo en forma estadística: La información que se presenta a los expertos no es sólo el punto de vista de la mayoría, sino que se presentan todas las opiniones indicando el grado de acuerdo que se ha obtenido.

Para validar y aceptar el procedimiento propuesto en el capítulo anterior, se utilizó el criterio de un grupo de expertos basado en la aplicación del método Delphi. Por ello se ha decidido su utilización, en este caso la variante propuesta por la Dra. Silvia Colunga y la Dra. Georgina Amayuela (Colunga, y otros, 2003) y a su vez empleada por el Msc. Carlos Álvarez Martínez de Santelices en su tesis de maestría (Santelices, 2004); también es aplicada en la tesis de maestría del Msc. Rolando Quintana Aput (Aput, 2007). Dichos investigadores no utilizan el método clásico Delphi para la valoración de expertos, sino algunas características para propiciar mayor objetividad a los criterios de los especialistas a partir de la introducción de escalas valorativas. Para aplicar el método se siguen tres etapas fundamentales, las cuales se muestran a continuación:

- ✓ Elección de expertos.
- ✓ Elaboración del cuestionario, para validación de la propuesta.
- ✓ Desarrollo práctico y explotación de los resultados.

### 3.3 Proceso de selección de expertos

Considerando que un experto o grupo de expertos, son las personas que serán capaces de valorar, concluir y recomendar sobre una problemática existente y esto lo realizarán con cierto grado de competencia. A través de esta consideración, en el proceso de selección de expertos, se especificaron las siguientes precisiones o competencias:

- ✓ Graduado de Nivel Superior.

## CAPÍTULO III: VALIDACIÓN DEL PROCEDIMIENTO.

---

- ✓ Años de experiencia: 1 ó más.
- ✓ Habilidades o Conocimientos de Calidad del Software.
- ✓ Habilidades o Conocimientos de Gestión de Proyectos.
- ✓ Conocimientos y habilidades en actividades de desarrollo de software.

La definición de la cantidad de expertos es una tarea elemental dentro de la realización del método, pero para esto no existe una norma generalizada para determinar el número óptimo de expertos, pero hasta 7 expertos el error disminuye exponencialmente, después de 30, aunque el error disminuye lo hace de manera poco significativa y no compensa el incremento de costos y esfuerzo, por lo que se sugiere utilizar un número de expertos en el intervalo de 7 a 30. (Aput, 2007)

La selección de los posibles expertos se realizó en la Universidad de las Ciencias Informáticas (UCI), luego a estas personas se les aplicó una encuesta de autovaloración para determinar el coeficiente de competencia (Ver Anexo 1). Finalmente quedaron los expertos que se muestran en el (Ver Anexo 12).

### 3.4 Cálculo de Coeficiente de Competencia.

El método de cálculo de coeficiente de Competencia se encuentra redactado en el Anexo 2, este es utilizado en dos ocasiones en la investigación, para seleccionar los expertos que desarrollaran el procedimiento y en la validación del mismo.

Para el proceso de validación del procedimiento propuesto se seleccionaron solamente aquellos expertos que presentaron un coeficiente de competencia alto entre los que se encuentran **3** expertos, y un coeficiente de competencia medio entre los que se encuentran **5** expertos, al no haber obtenido ninguno un coeficiente de competencia bajo se aprueban todos los expertos en cuestión. Los resultados de este análisis de coeficientes se muestran a continuación:

**Tabla 13. Resultado del Análisis del Coeficiente de Conocimiento de los Expertos**

Expertos	Coeficiente de Conocimiento (Kc)	Coeficiente de Argumentación (Ka)	Coeficiente de Competencia	Nivel
1	0,7	0,7	0,7	MEDIO
2	0,5	0,6	0,55	MEDIO
3	0,7	0,5	0,6	MEDIO
4	0,8	0,9	0,85	ALTO
5	0,6	0,8	0,7	MEDIO

## CAPÍTULO III: VALIDACIÓN DEL PROCEDIMIENTO.

---

6	0,5	0,6	0,55	MEDIO
7	0,9	0,8	0,85	ALTO
8	0,8	0,8	0,8	ALTO

### 3.5 Elaboración del cuestionario de validación:

Para la validación de la propuesta se utilizó el Cuestionario de Validación, el cual posee como objetivo principal: la validación de los elementos básicos que conforman el procedimiento propuesto. Este cuestionario no representa solamente un documento que contiene una lista de afirmaciones para su validación, sino que es el documento que permite que los expertos interactúen entre sí, evitando los roces sociales indeseados y de esta forma eliminando el efecto líder que pueden causar algunos expertos. El cuestionario contiene 7 preguntas las cuales están orientadas a aspectos críticos del procedimiento propuesto, lo que significa que con la validación de estos se puede asegurar la validación del procedimiento en general.

Dentro del cuestionario utilizado, las respuestas a las afirmaciones se encuentran valoradas en cuanto a cinco categorías para asegurar que los expertos involucrados tengan la posibilidad de brindar su criterio exacto acerca de cada una. A continuación se muestra el cuestionario:

### **Encuesta a especialistas para someter a su criterio la “Propuesta del procedimiento para evaluar la factibilidad de las posibles alternativas de desarrollo de software”.**

Compañero (a):

La presente encuesta forma parte de la aplicación del Método de Valoración de Especialistas. Con este fin se solicita su valiosa colaboración, y le aseguramos, que sus opiniones se tendrán en cuenta para la aplicación del procedimiento.

La propuesta del procedimiento para evaluar la factibilidad de las posibles alternativas de desarrollo de software se encuentra adjunta a esta encuesta. Para su análisis y mejor comprensión se le informa que en la misma se identificaron 3 fases centrales y 4 flujos; cada uno de ellos con una descripción detallada de las actividades que realizan, además de los artefactos de entrada y salida, y los responsables de cada uno de ellos.

Muchas Gracias.

## CAPÍTULO III: VALIDACIÓN DEL PROCEDIMIENTO.

---

1. ¿Es realmente importante un procedimiento para evaluar la factibilidad de las posibles alternativas de desarrollo de software?

Si\_\_\_ No\_\_\_ ¿Por qué?

2. ¿Considera usted el procedimiento propuesto una buena opción en el desarrollo de proyectos en la universidad?

Si\_\_\_ No\_\_\_ ¿Por qué?

3. Evalué los siguientes aspectos del procedimiento.

Para la mejor comprensión de sus criterios se dividieron los mismos en 5 rangos: Muy Adecuado (C1), Bastante Adecuado (C2), Adecuado (C3), Poco Adecuado (C4) y No adecuado (C5).

Aspectos	Criterio de Experto				
	C1	C2	C3	C4	C5
1. Los objetivos principales dentro del procedimiento para evaluar la factibilidad de las posibles alternativas de desarrollo de software son:					
a) Estudio preliminar de las posibles alternativas de desarrollo del proyecto.					
b) Medición de los criterios para cada alternativa.					
c) Cálculo de factibilidad para cada alternativa.					
d) Análisis de los resultados.					
2. El procedimiento debe mantener los siguientes principios					
a) Orientado al constante perfeccionamiento.					
b) Dirigido por fases y flujos.					
3. El procedimiento debe partir de las premisas siguientes:					
a) Nivel de información del cliente.					
b) Personal del proyecto comprometido con el procedimiento					
c) Personal con conocimientos para aplicar el procedimiento					
4. Conformación de un grupo de expertos para poder aplicar el procedimiento propuesto.					



## CAPÍTULO III: VALIDACIÓN DEL PROCEDIMIENTO.

5. La Descripción de la alternativa es un artefacto de vital importancia dentro del procedimiento.					
6. La medición de criterios para la calidad del grupo de desarrollo es una técnica recomendable.					
7. La medición de los criterios para cada alternativa es un flujo imprescindible.					

4. Determine si los flujos que integran el procedimiento son:

a) Necesarios: Si \_\_\_ No \_\_\_ No sé \_\_\_.

b) Suficientes: Si \_\_\_ No \_\_\_ No sé \_\_\_

4.1 Si lo considera conveniente ponga otros.

5. Exprese otros criterios o recomendaciones que apoyen el perfeccionamiento del procedimiento propuesto.

### 3.6 Desarrollo práctico y explotación de los resultados

A partir de la respuesta de los cuestionarios realizados por los expertos se procedió al cómputo y análisis de estos para una correcta explotación de los resultados. Para ello se utilizó el programa Microsoft Excel 2007. Los resultados se recogen en una tabla de doble entrada como la siguiente:

**Tabla 14. Frecuencias Absolutas.**

Tabla de frecuencias absolutas:							
No	Elementos	C1	C2	C3	C4	C5	Total
1.a	Estudio preliminar de las posibles alternativas de desarrollo del proyecto.	7	1	0	0	0	8
1.b	Medición de los criterios para cada alternativa.	6	2	0	0	0	8
1.c	Cálculo de factibilidad para cada alternativa.	5	2	1	0	0	8
1.d	Análisis de los resultados.	4	3	1	0	0	8
2.a	Orientado al constante perfeccionamiento.	6	1	1	0	0	8
2.b	Dirigido por fases y flujos.	4	2	2	0	0	8
3.a	Nivel de información del cliente.	5	3	0	0	0	8
3.b	Personal del proyecto comprometido con el procedimiento	7	0	1	0	0	8
3.c	Personal con conocimientos para aplicar el procedimiento	6	1	1	0	0	8
4	Conformación de un grupo de expertos para poder aplicar el procedimiento propuesto.	7	1	0	0	0	8
5	La Descripción de la alternativa es un artefacto de vital importancia dentro del procedimiento.	5	2	1	0	0	8
6	La medición de criterios para la calidad del grupo de desarrollo	7	1	0	0	0	8

## CAPÍTULO III: VALIDACIÓN DEL PROCEDIMIENTO.

	es una técnica recomendable.						
<b>7</b>	La medición de los criterios para cada alternativa es un flujo imprescindible.	6	2	0	0	0	<b>8</b>

Tabulados los datos, se realizan los siguientes pasos para obtener los resultados deseados:

**Primero:** Se construye una tabla de frecuencias acumuladas. Esto es, cada número en la fila, excepto el primero se obtiene sumándole el anterior.

**Tabla 15. Frecuencias Absolutas Acumuladas.**

Tabla de frecuencias absolutas acumuladas:						
No	Aspectos	C1	C2	C3	C4	C5
1.a	Estudio preliminar de las posibles alternativas de desarrollo del proyecto.	7	8	8	8	8
1.b	Medición de los criterios para cada alternativa.	6	8	8	8	8
1.c	Cálculo de factibilidad para cada alternativa.	5	7	8	8	8
1.d	Análisis de los resultados.	4	7	8	8	8
2.a	Orientado al constante perfeccionamiento.	6	7	8	8	8
2.b	Dirigido por fases y flujos.	4	6	8	8	8
3.a	Nivel de información del cliente.	5	8	8	8	8
3.b	Personal del proyecto comprometido con el procedimiento	7	7	8	8	8
3.c	Personal con conocimientos para aplicar el procedimiento	6	7	8	8	8
4	Conformación de un grupo de expertos para poder aplicar el procedimiento propuesto.	7	8	8	8	8
5	La Descripción de la alternativa es un artefacto de vital importancia dentro del procedimiento.	5	7	8	8	8
6	La medición de criterios para la calidad del grupo de desarrollo es una técnica recomendable.	7	8	8	8	8
7	La medición de los criterios para cada alternativa es un flujo imprescindible.	6	8	8	8	8

**Observación:** En la frecuencia acumulativa desaparece la última columna.

**Segundo:** Se copia la tabla anterior y se borran los resultados numéricos. Ahora, en esta nueva tabla, se construye la tabla de frecuencias relativas acumulativas. Esta tabla se logra dividiendo por el número total de expertos, en este caso 8, cada uno de los números de la tabla anterior.

## CAPÍTULO III: VALIDACIÓN DEL PROCEDIMIENTO.

**Tabla 16. Frecuencias Relativas Acumuladas.**

<b>Tabla de frecuencias relativas acumuladas:</b>						
<b>No</b>	<b>Aspectos</b>	<b>C1</b>	<b>C2</b>	<b>C3</b>	<b>C4</b>	<b>C5</b>
1.a	Estudio preliminar de las posibles alternativas de desarrollo del proyecto.	0,875	0,9999	0,9999	0,9999	0,9999
1.b	Medición de los criterios para cada alternativa.	0,75	0,9999	0,9999	0,9999	0,9999
1.c	Cálculo de factibilidad para cada alternativa.	0,625	0,875	0,9999	0,9999	0,9999
1.d	Análisis de los resultados.	0,5	0,875	0,9999	0,9999	0,9999
2.a	Orientado al constante perfeccionamiento.	0,75	0,875	0,9999	0,9999	0,9999
2.b	Dirigido por fases y flujos.	0,5	0,75	0,9999	0,9999	0,9999
3.a	Nivel de información del cliente.	0,625	0,9999	0,9999	0,9999	0,9999
3.b	Personal del proyecto comprometido con el procedimiento	0,875	0,875	0,9999	0,9999	0,9999
3.c	Personal con conocimientos para aplicar el procedimiento	0,75	0,875	0,9999	0,9999	0,9999
4	Conformación de un grupo de expertos para poder aplicar el procedimiento propuesto.	0,875	0,9999	0,9999	0,9999	0,9999
5	La Descripción de la alternativa es un artefacto de vital importancia dentro del procedimiento.	0,625	0,875	0,9999	0,9999	0,9999
6	La medición de criterios para la calidad del grupo de desarrollo es una técnica recomendable.	0,875	0,9999	0,9999	0,9999	0,9999
7	La medición de los criterios para cada alternativa es un flujo imprescindible.	0,75	0,9999	0,9999	0,9999	0,9999

**Tercero:** Se buscan las imágenes de los elementos de la tabla anterior por medio de la función (Dist. Normal. Standard Inv.). Estas imágenes se representan en la siguiente tabla la cual además posee algunos nuevos elementos como son:

- ✓ Suma de las columnas.
- ✓ Suma de filas.
- ✓ Promedio de las columnas.
- ✓ Los promedios de las filas se obtienen de forma similar, en este caso también se divide por cuatro porque quedan 4 categorías; la última se eliminó.
- ✓ Para hallar N, se divide la suma de las sumas entre el resultado de multiplicar el número de indicadores por el número de preguntas.
- ✓ El valor N-P da el valor promedio que otorgan los expertos para cada indicador propuesto.

## CAPÍTULO III: VALIDACIÓN DEL PROCEDIMIENTO.

La tabla siguiente resume lo dicho en los puntos anteriores:

**Tabla 17. Puntos de Corte.**

									N =	0,36
<b>Puntos de corte:</b>										
No	Aspectos	C1	C2	C3	C4	Suma	P	N-P		
1.a	Estudio preliminar de las posibles alternativas de desarrollo del proyecto.	1,15	3,72	3,72	3,72	12,31	3,08	-2,72	Muy adecuado	
1.b	Medición de los criterios para cada alternativa.	0,67	3,72	3,72	3,72	11,83	2,96	-2,60	Muy adecuado	
1.c	Cálculo de factibilidad para cada alternativa.	0,32	1,15	3,72	3,72	8,91	2,23	-1,87	Muy adecuado	
1.d	Análisis de los resultados.	0,00	1,15	3,72	3,72	8,59	2,15	-1,79	Muy adecuado	
2.a	Orientado al constante perfeccionamiento.	0,67	1,15	3,72	3,72	9,26	2,32	-1,96	Muy adecuado	
2.b	Dirigido por fases y flujos.	0,00	0,67	3,72	3,72	8,11	2,03	-1,67	Muy adecuado	
3.a	Nivel de información del cliente.	0,32	3,72	3,72	3,72	11,48	2,87	-2,51	Muy adecuado	
3.b	Personal del proyecto comprometido con el procedimiento	1,15	1,15	3,72	3,72	9,74	2,43	-2,08	Muy adecuado	
3.c	Personal con conocimientos para aplicar el procedimiento	0,67	1,15	3,72	3,72	9,26	2,32	-1,96	Muy adecuado	
4	Conformación de un grupo de expertos para poder aplicar el procedimiento propuesto.	1,15	3,72	3,72	3,72	12,31	3,08	-3,08	Muy adecuado	
5	La Descripción de la alternativa es un artefacto de vital importancia dentro del procedimiento.	0,32	1,15	3,72	3,72	8,91	2,23	-1,87	Muy adecuado	
6	La medición de criterios para la calidad del grupo de desarrollo es una técnica recomendable.	1,15	3,72	3,72	3,72	12,31	3,08	-2,72	Muy adecuado	
7	La medición de los criterios para cada alternativa es un flujo imprescindible.	0,67	3,72	3,72	3,72	11,83	2,96	-2,60	Muy adecuado	

## CAPÍTULO III: VALIDACIÓN DEL PROCEDIMIENTO.

Las sumas obtenidas en las cuatro primeras columnas dan los puntos de cortes. Los puntos de corte se utilizan para determinar la categoría o grado de adecuación de cada criterio según la opinión de los expertos consultados. Con ellos se opera del modo siguiente:

Tabla 18. Resultados de los Puntos de Corte.

Muy Adecuado	Bastante Adecuado	Adecuado	Poco Adecuado	No Adecuado
0,64	2,30	3,72	3,72	

### 3.7 Resultados de la validación del modelo.

El 100% de los expertos que participaron en el proceso de validación del procedimiento pertenecen a la Universidad de las Ciencias Informáticas (UCI). La experiencia promedio de los expertos es de 1 año en lo adelante. Se seleccionaron de todos los expertos aquellos que tenían un coeficiente medio y alto y quedó como se muestra en la figura 3. Todo esto significa que los expertos seleccionados poseen el conocimiento necesario para participar como expertos.

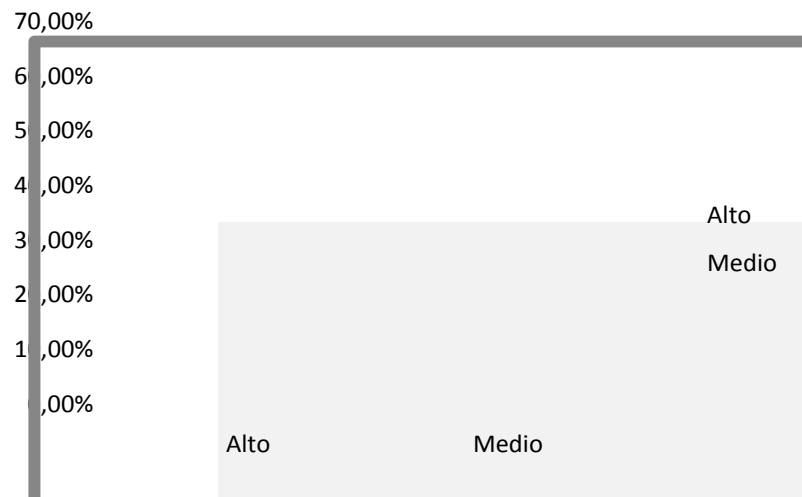


Figura 2. Coeficiente de Competencia de los expertos.

#### 3.7.1 Utilidad y Adaptación del Procedimiento propuesto.

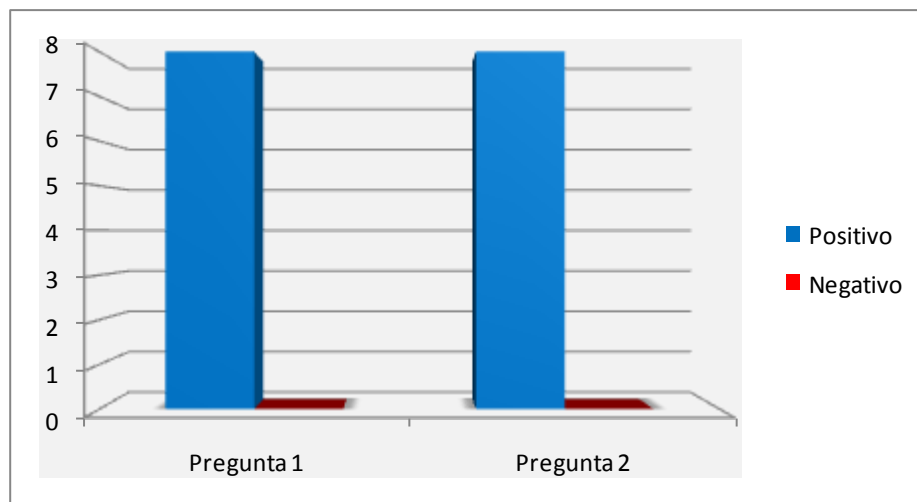
## CAPÍTULO III: VALIDACIÓN DEL PROCEDIMIENTO.

En el proceso de determinación de la utilidad y adaptación del procedimiento propuesto para evaluar la factibilidad de las posibles alternativas de desarrollo de software, se realizó un análisis de las preguntas 1 y 2 de la encuesta de evaluación del procedimiento donde se obtuvieron los siguientes resultados:

**Tabla 19. Utilidad y Adaptación del Procedimiento propuesto.**

Pregunta 1		Pregunta 2	
Positivo	Negativo	Positivo	Negativo
8	0	8	0

A continuación se muestra un gráfico donde se exponen los resultados de las preguntas realizadas en la encuesta sobre utilidad y adaptación.



**Figura 3. Evaluación de la utilidad y adaptación del Procedimiento propuesto.**

### 3.8 Conclusiones Parciales

Para validar el procedimiento propuesto se definió como método de validación el método Delphi dentro del contexto de los métodos de expertos. Para su aplicación se definió el concepto de experto dentro del contexto de la investigación, luego se escogieron los expertos de los que quedaron 7 en total, los cuales estuvieron de acuerdo en la participación de la validación de la propuesta. Se aplicó la Encuesta de Autovaloración para obtener el grado de competencia de cada experto; después de obtenidos los expertos, se les envió la Encuesta de Valoración del modelo, la cual contenía afirmaciones necesarias

## CAPÍTULO III: VALIDACIÓN DEL PROCEDIMIENTO.

---

para validar la propuesta. Luego de analizar estadísticamente los resultados obtenidos en la encuesta, los expertos definieron como Muy Adecuado todos los elementos de esta; quedando así validado el modelo. De esta forma no se hizo necesario realizar otra iteración del método, porque todos los expertos estuvieron de acuerdo con el procedimiento planteado.

# CONCLUSIONES GENERALES

---

## **CONCLUSIONES GENERALES**

Obtenido el procedimiento, analizados los procesos y obtenida la información que generó el respectivo análisis del procedimiento propuesto; se obtuvieron los resultados que permiten arribar a las siguientes conclusiones:

- ✓ Se efectuó una investigación del proceso de toma de decisión y el estudio de factibilidad técnica de proyecto, los cuales fueron la base fundamental para la obtención de un procedimiento para evaluar la factibilidad de las posibles alternativas de desarrollo de software.
- ✓ A través del procedimiento propuesto se describieron fases y flujos que apoyan la decisión de la alternativa más factible de desarrollo; para ello se trazaron principios y premisas a cumplir en la utilización del mismo; favoreciendo su avance con la ayuda de artefactos y roles que deberán cumplir las competencias establecidas.
- ✓ La validación del procedimiento se realizó a través de los métodos de expertos, específicamente con el método Delphi. En los resultados obtenidos en la encuesta de validación aplicada a los especialistas, estos definieron como Muy Adecuado todos los elementos; por ello no fue necesario realizar otra iteración del método, ya que todos los expertos estuvieron de acuerdo con el procedimiento planteado.



# RECOMENDACIONES

---

## RECOMENDACIONES

1. Aplicar el procedimiento en las fases preliminares de desarrollo de proyectos a desarrollar en la Universidad de las Ciencias Informáticas, lo que mejora las insuficiencias de la toma de decisión existente.
2. Mejorar la usabilidad del procedimiento, elaborando una herramienta informática que establezca una relación entre las fases del procedimiento, así como una gestión de los artefactos.

# BIBLIOGRAFÍA

---

## BIBLIOGRAFÍA

1. **Ampuero, Margarita André, y otros. 2007.** *Sistema de soporte a la decisión para la asignación de personal a proyectos de software.* 2007.
2. **Chain, Nassir Sapag y Chain, Reinaldo Sapag. 2000.** *Preparación y Evaluación de Proyectos Cuarta Edición.* 2000.
3. **Frómeta, Anay Caridad Barban y Figueredo, Paula Zenaida Hernández. 2009.** *Procedimiento para la realización de pruebas de rendimiento de Carga y Estrés al Sistema Único de Aduanas.* La Habana: s.n., 2009.
4. **Herrera, Miguel.** *Toma de decisiones Generales.*
5. *Introducción al Análisis de Sistemas Empresariales.* **Fuertes, Antonio Sainz. 1974.** s.l. : Revista española de financiación y contabilidad, 1974.
6. **León, Drc. Rolando Alfredo Hernández. 2009.** *Curso Básico de Gestión de Proyectos .* 2009.
7. **León, Rolando Alfredo Hernández y González, Sayda Coello. 2002.** *El paradigma cuantitativo de la investigación científica.* 2002.
8. **Pressman, Roger S. 2004.** *Ingeniería de Software.* 2004.
9. **Quesada, Juan Antonio López. 2008.** *Ingeniería del Software.* 2008.
10. **Salvendy, Gavriel. 2001.** *Handbook of Industrial.* 2001.
11. **Torres, Edwin Luís González y Hernández, Ilder Vega. 2007.** *Propuesta de un procedimiento para la gestión de Proyectos.* 2007.

# REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

---

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. **Rojas, Nolberto Jaimes. 2007.** *Conviviendo con sistemas legados.* Bogotá : s.n., 2007.
2. **Larousse, Diccionario. 2007.** *Diccionario Manual de la Lengua Española.* s.l. : Larousse Editorial, 2007.
3. **Palma, José. 2009.** *Manual de Procedimiento.* 2009.
4. **Palma, José. 2008.** *Manual del procedimiento.* 2008.
5. **Tovar, Adriana María. 2006.** *Toma de decisiones.* 2006.
6. **Higuera, José Antonio García. 2006.** *El proceso de toma de decisiones y de resolución de problemas.* Madrid : s.n., 2006.
7. **León, Rolando Alfredo Hernández. 2009.** *Una Introducción a la Gestión de Proyectos.* 2009.
8. **Guillen, Adrián, Marcano, Carlos and Sanmartín, Carlos. 2008.** *Aplicaciones Empresariales.* 2008.
9. **Almaguer, Armín González. 2005.** *El método Delphi y el procedimiento estadístico de los datos obtenidos de la consulta a los expertos.* 2005.
10. **Pérez, Juan. 2005.** *Toma de decisiones concepto de toma de decisiones proceso para tomar decisiones.* 2005.
11. **normatividad, Subdirección de. 2007.** *Metodología para elaborar procedimientos.* México : s.n., 2007.
12. **Jacobson. 2000.** *El Proceso Unificado de Desarrollo de Software.* 2000.
13. **Colunga, Dra.Silvia and Amayuela, Dra.Georgina.** *La Psicología Educativa, su objeto, métodos y problemas principales.* Universidad de Camagüey: s.n., 2003.
14. **Álvarez Martínez de Santelices, Msc.Carlos.** *Experimentos virtuales para la enseñanza del Electromagnetismo.* Universidad de Camagüey: s.n., 2004.
15. **Quintana Aput, Msc.Rolando.** *Propuesta de indicadores para medir competencias del personal según el rol en proyectos multimedia.* Universidad de las Ciencias Informáticas: s.n.2007
16. **Martinez, Eduardo. 1998.** *Evaluación y Decisión Multicriterio: Una Perspectiva en: Evaluación y Decisión Multicriterio. Reflexiones y Experiencias.* s.l. : Universidad de Santiago, 1998.
17. **Mogollón, Ruth Maritza Avila. 2000.** *El AHP (Proceso Analítico Jerárquico) y su aplicación para determinar los usos de las tierras.* . Chile : s.n., 2000.
18. **Peralta, Mario. 2006.** *Estimación del Esfuerzo basada en Casos de Usos.* Buenos Aires : s.n., 2006.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

---

19. **C., Jonás A. Montilva, Arapé, Nelson y Colmenares, Juan Andrés. 2007.** *Desarrollo de Software Basado en Componentes.* 2007.
20. **Canós, José H., Letelier, Patricio y Penadés, M<sup>a</sup> Carmen. 2006.** *Métodologías Ágiles en el Desarrollo de Software.* 2006.
21. **CHACÓN, JULIO CÉSAR RUEDA. 2006.** *APLICACIÓN DE LA METODOLOGÍA RUP PARA EL ESTÁNDAR J2EE.* 2006.
22. **Sanchez, María A. Mendoza. 2004.** *Metodologías De Desarrollo De Software.* s.l. : Microsoft Certified Professional, 2004.
23. **Terreros, Julio Casal. 2005.** *Desarrollo de Software basado en Componentes .* 2005.

# ANEXOS

---

## ANEXOS

### **ANEXO 1: ENCUESTA PARA DETERMINAR EL COEFICIENTE DE CONOCIMIENTO DE LOS EXPERTOS.**

Objetivo: Determinar el nivel real de competencia de los posibles expertos, en la temática objeto de estudio del presente trabajo.

Usted fue seleccionado como posible experto, teniendo en cuenta su aval y experiencia en el campo de desarrollo de proyectos. Se le solicita que responda las siguientes interrogantes con el objetivo de poder llevar a feliz término la investigación. Se le agradece de antemano su cooperación. Muchas Gracias.

Nombre y apellidos: \_\_\_\_\_

Centro de trabajo: \_\_\_\_\_

Categoría docente: \_\_\_\_\_ Grado científico: \_\_\_\_\_

Años de experiencia: \_\_\_\_\_ Especialidad: \_\_\_\_\_

1. Se le solicita que usted valore su nivel de competencia sobre la problemática que se investiga, marcando con una cruz el valor que considere en una escala de 1 a 10 (donde la máxima competencia se corresponde con el # 10).

<b>0</b>	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>4</b>	<b>5</b>	<b>6</b>	<b>7</b>	<b>8</b>	<b>9</b>	<b>10</b>

2. En la siguiente tabla, se le propone que indique con una cruz en cada fila, el grado de influencia (alto, medio, o bajo) que tiene en sus criterios cada fuente de argumentación y marque con una X la que considere que más ha influido.

<b>Fuentes de argumentación</b>	<b>Grado de influencia de cada una de las fuentes en sus criterios</b>		
	<b>A (Alto)</b>	<b>M (Medio)</b>	<b>B (Bajo)</b>
Análisis teóricos realizados por usted			

## ANEXOS

Su experiencia en el tema			
Trabajos de autores nacionales consultados			
Trabajos de autores extranjeros consultados			
Su propio conocimiento del estado del problema en el extranjero			
Su intuición			

### ANEXO 2: CÁLCULO DEL COEFICIENTE DE COMPETENCIA

Para la selección de los expertos es muy útil la valoración por competencia, en la cual se calcula el coeficiente de competencia (**k**) basado en el resultado de la encuesta aplicada para la autovaloración. El coeficiente de competencia (**k**) se calcula basado en dos datos proporcionados por la encuesta antes planteada: coeficiente de conocimiento (**kc**) brindado por la primera pregunta de la encuesta y el coeficiente de argumentación (**ka**) el cual se obtiene de un análisis de la tabla perteneciente a la pregunta dos de la encuesta de la siguiente forma:

El coeficiente de argumentación se obtiene de la primera pregunta del cuestionario, que es una tabla como la que se muestra a continuación (Tabla 13):

**Tabla 20. Coeficiente de Argumentación**

<b>0</b>	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>4</b>	<b>5</b>	<b>6</b>	<b>7</b>	<b>8</b>	<b>9</b>	<b>10</b>
----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	-----------

Para el coeficiente de argumentación se ofrece otra tabla (Tabla 14), que se obtiene de la segunda pregunta de dicho cuestionario, con la siguiente información:

**Tabla 21. Fuente de Argumentación**

Fuentes de argumentación	Grado de influencia de cada una de las fuentes en sus criterios		
	A (Alto)	M (Medio)	B (Bajo)
Análisis teóricos realizados por usted			
Su experiencia en el tema			

## ANEXOS

Trabajos de autores nacionales consultados			
Trabajos de autores extranjeros consultados			
Su propio conocimiento del estado del problema en el extranjero			
Su intuición			

El experto debe marcar, según su criterio, los elementos que le permiten argumentar su evaluación del nivel de conocimiento que seleccionó en la pregunta 1. Las marcas de los expertos se traducen a puntos, según muestra la escala en la siguiente tabla:

**Tabla 22. Escala de Puntuación de las Fuentes de Argumentación.**

Fuentes de argumentación	Grado de influencia de cada una de las fuentes en sus criterios		
	A (Alto)	M (Medio)	B (Bajo)
Análisis teóricos realizados por usted	0.3	0.2	0.1
Su experiencia en el tema	0.5	0.4	0.2
Trabajos de autores nacionales consultados	0.05	0.05	0.05
Trabajos de autores extranjeros consultados	0.05	0.05	0.05
Su propio conocimiento del estado del problema en el extranjero	0.05	0.05	0.05
Su intuición	0.05	0.05	0.05
<b>TOTAL</b>	<b>1</b>	<b>0.8</b>	<b>0.5</b>

A continuación se calcula el coeficiente de competencia según la fórmula:

$$K = \frac{1}{2}(K_c + K_a)$$

Por lo que basándose en el resultado de la fórmula antes planteada se puede decir que:

Si  $0,8 < k < 1,0$ : el coeficiente de competencia es alto.

Si  $0,5 < k < 0,8$ : el coeficiente de competencia es medio.

Si  $k < 0,5$ : el coeficiente de competencia es bajo.

# ANEXOS

---

## ANEXO 3: LISTADO DE LAS ALTERNATIVAS

Fecha: \_/\_/\_

Nombre del Proyecto: \_\_\_\_\_

Dirección del Proyecto: \_\_\_\_\_

### **Responsables**

Nombre y Apellidos: \_\_\_\_\_

Categoría: \_\_\_\_\_

Cargo: \_\_\_\_\_

No	Alternativas de Solución



# ANEXOS

---

## ANEXO 4: DESCRIPCIÓN DE LAS ALTERNATIVAS.

Fecha: \_ / \_ / \_

Nombre del Proyecto: \_\_\_\_\_

Dirección: \_\_\_\_\_

### **Responsables**

Nombre y Apellidos: \_\_\_\_\_

Categoría: \_\_\_\_\_

Cargo: \_\_\_\_\_

### **Nombre de la Alternativa:**

<b>Requisitos Funcionales</b>	
<b>Requisitos no Funcionales</b>	
<b>Descripción de Arquitectura</b>	

# ANEXOS

## ANEXO 5: RESUMEN DE LOS RESULTADOS DE CADA UNA DE LAS MEDICIONES

Fecha: \_ / \_ / \_

Nombre del Proyecto: \_\_\_\_\_

Dirección: \_\_\_\_\_

### **Responsables**

Nombre y Apellidos: \_\_\_\_\_

Categoría: \_\_\_\_\_

Cargo: \_\_\_\_\_

<b>RESULTADOS POR CADA ALTERNATIVA</b>				
<b>No</b>	<b>Criterios</b>	<b>Utilizar Componentes</b>	<b>Utilizar una Aplicación</b>	<b>Desarrollo de un nuevo Sistema</b>
1	La aplicación satisface las necesidades del cliente.			
2	Seguridad en el acceso al sistema y en la protección de los datos.			
3	Exactitud y precisión en las operaciones funcionales.			
4	Capacidad para interactuar con más sistemas.			
5	Capacidad de recuperar los datos directamente efectuados en caso de fallos.			
6	Tecnología disponible.			
7	Tiempo y Costo de desarrollo.			
8	Calidad de recursos humanos.			
9	Calidad del personal directivo.			
<b>Total</b>				

## ANEXOS

---

### ANEXO 6: ENCUESTA PARA DETERMINAR LOS CRITERIOS.

#### Proyectos a que se le realizo la encuesta

*Proyecto: SAGEB*

Nombre y Apellidos: Lissett Díaz Mesa

Cargo: Jefe de dpto.

Proyecto al que pertenece: SAGEB (banco)

*Proyecto SIGEP*

Nombre y Apellidos: Juan Carlos Gómez Correa

Cargo: Arquitecto

Proyecto al que pertenece: Sistema de gestión penitenciaria (SIGEP). Humanización Fase IV

*Proyecto TPC*

Nombre y Apellidos: Daimi Lamorú Marciel

Cargo: Jefe de Proyecto

Proyecto al que pertenece: Tribunales Populares Cubanos (TPC)

*Proyecto Aduana*

Nombre y Apellidos: Alain Eduardo Rodríguez Arias

Cargo: Jefe de departamento de soluciones para la Aduana

Proyecto al que pertenece: Sistema Único de Aduanas

Seleccione cuales de los siguientes criterios son más importantes medir en un proyecto y de un software empresarial.

No	Criterios	SAGEB	SIGEP	TPC	ADUANA
1	Nivel de información del cliente.	X	X	X	X
2	La aplicación satisface las necesidades del cliente.	X	X	X	X
3	Organización del proceso de producción		X	X	
4	Calidad de Recursos Humanos	X	X	X	X
5	Calidad del personal directivo	X	X	X	X

## ANEXOS

---

6	Calidad del Mantenimiento	X			
7	Herramientas disponibles	X			X
8	Tecnología disponible	X		X	X
9	Acceso al mercado de tecnologías y licencias necesarias	X			
10	Tiempo de desarrollo	X	X	X	X
11	Capacidad para proporcionar un conjunto apropiado de funciones para tareas y objetivos de usuario especificados	X			
12	Capacidad del manejo de cuentas de usuarios de la aplicación	X			
13	Capacidad para adherirse a normas, convenciones o regulaciones en leyes y prescripciones similares relacionadas con funcionalidad	X	X		X
14	Seguridad en el acceso al sistema y en la protección de los datos.	X	X	X	X
15	Exactitud y precisión en las operaciones funcionales	X	X	X	X
16	Capacidad del producto software para ser atractivo al usuario	X			X
17	Capacidad del producto software para usar las cantidades y tipos de recursos adecuados cuando el software lleva a cabo su función bajo condiciones determinadas	X	X		
18	Capacidad de recuperar los datos directamente efectuados en caso de fallos	X	X	X	X
19	Capacidad para interactuar con mas sistemas	X	X	X	
20	Capacidad del producto software que permite al usuario operarlo y controlarlo	X			
21	Capacidad del producto software para evitar efectos inesperados debidos a modificaciones del software	X	X		X
22	Capacidad del producto software para ser instalado en un entorno especificado	X	X		
23	Costo del proyecto	X	X	X	X

## ANEXOS

### ANEXO 7: TABLA DE CRITERIOS Y NIVELES DE CUANTIFICACIÓN PARA CADA VARIABLE

Escala Wj	Muy Bajo	Bajo	Nominal	Alto	Muy Alto	Extra Alto
<b>Precedencia PREC</b>	Completa	Completa	Algo	Familiar	Muy Familiar	Absolutament e Familiar
<b>Flexibilidad en el desarrollo FLEX</b>	Riguroso	Ocasional	Algo de relajación	Generalment e Conforme	Algo de Conformida d	Objetivos Generales
<b>Arquitectura / Resolución de riesgo RESL</b>	Poco (20%)	Algo (40%)	A Menudo (60%)	Generalment e (75%)	Mayormente (90%)	Totalmente (100%)
<b>Cohesión de equipo TEAM</b>	Interacción muy difícil	Algo de dificultad de interacción	Básicament e hay interacción cooperativa	Cooperativa	Altamente Cooperativa	Interacción total
<b>Madurez del proceso PMAT</b>	Promedio de respuestas afirmativas en el cuestionari o CMM	Promedio de respuestas afirmativas en el cuestionari o CMM	Promedio de respuestas afirmativas en el cuestionario CMM	Promedio de respuestas afirmativas en el cuestionario CMM	Promedio de respuestas afirmativas en el cuestionario CMM	Promedio de respuestas afirmativas en el cuestionario CMM

### ANEXO 8: TABLA FACTORES DE ESCALA

Escala Wj	Muy Bajo	Bajo	Nominal	Alto	Muy Alto	Extra Alto
<b>Precedencia PREC</b>	6.20	4.96	3.72	2.48	1.24	0.00
<b>Flexibilidad en el desarrollo FLEX</b>	5.07	4.05	3.04	2.03	1.01	0.00
<b>Arquitectura/ Resolución de riesgo</b>	7.07	5.65	4.24	2.83	1.41	0.00

## ANEXOS

<b>RESL</b>						
<b>Cohesión de equipo TEAM</b>	5.48	4.38	3.29	2.19	1.10	0.00
<b>Madurez del proceso PMAT</b>	7.80	6.24	4.60	3.12	1.56	0.00

### ANEXO 9: MULTIPLICADORES DE ESFUERZO DEL MODELO DE DISEÑO TEMPRANO.

Multiplicadores de Esfuerzo	Extra Bajo	Muy Bajo	Bajo	Normal	Alto	Muy Alto	Extra Alto
<b>RCPX</b>	0.73	0.81	0.98	1.00	1.30	1.74	2.30
<b>RUSE</b>	-	-	0.95	1.00	1.07	1.15	1.24
<b>PDIF</b>	-	-	0.87	1.00	1.29	1.81	2.61
<b>PERS</b>	2.12	1.62	1.26	1.00	0.83	0.63	0.50
<b>PREX</b>	1.59	1.33	1.12	1.00	0.87	0.71	0.62
<b>FCIL</b>	1.43	1.30	1.10	1.00	0.87	0.73	0.62
<b>SCED</b>	-	1.43	1.14	1.00	1.00	1.00	-

### ANEXO 10: TABLA DE PESO DE CADA CRITERIO

Expertos	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>n</sub>	R <sub>j</sub>
<b>Criterios</b>								
<b>C<sub>1</sub></b>								
<b>C<sub>2</sub></b>								
<b>C<sub>3</sub></b>								
<b>C<sub>4</sub></b>								
<b>C<sub>5</sub></b>								
<b>C<sub>6</sub></b>								
<b>C<sub>7</sub></b>								
<b>C<sub>8</sub></b>								
<b>C<sub>9</sub></b>								
<b>Σ</b>								

## ANEXOS

---

### ANEXO 11: CÁLCULO DE CONCORDANCIA ENTRE LOS EXPERTOS.

Se denota el número de expertos por  $k$  y el número de criterios por  $N$ . Las  $R_j$  (promedio) es la suma de los rangos asignados a cada criterio entre la cantidad de expertos. El coeficiente de concordancia ( $W$ ) es una función de ese grado de varianza.

Método para calcular  $W$ .

- En una tabla  $k \times N$  se calculan las  $R_j$ .
- Se calcula el valor medio de las  $R_j$ .
- Cada una de las  $R_j$  se expresa como una desviación del valor medio.
- Se encuentra  $s$  que es la suma de los cuadrados de las desviaciones.

$$W = \frac{s}{\frac{1}{12}k^2(N^3 - N)}; s = \sum_{j=1}^N \left( R_j - \frac{\sum_{j=1}^N R_j}{N} \right)^2$$

De forma general  $W$  pertenece  $[0,1]$ .

Usamos como estadígrafo  $\chi^2$  cuadrado ya que cantamos con más de 7 criterios. Las hipótesis en este caso serian.

Hipótesis:

H0: No hay concordancia entre los expertos.

H1: Hay concordancia.

$$\chi^2 = k(N-1) * W \text{ con } N-1 \text{ grados de libertad.}$$

La expresión dada en la fórmula está aproximadamente distribuida como Chi cuadrada. Y rechazaremos la hipótesis nula (H0) si el estadígrafo calculado es mayor que el valor de  $\chi^2$  tabulado para  $N-1$  grados de libertad y la significación correspondiente (región crítica  $\chi^2 > \chi^2_{N-1}$ ), para un  $\alpha$  0,05.

# ANEXOS

---

## **ANEXO 12: LISTADO DE EXPERTOS.**

### **Nombre del Experto**

Ing. Lissett Díaz Mesa

Ing. Lisette Rodríguez Verdecía

Ing. Anielis Rodríguez Sotolongo

Msc. Arturo Cesar Arias Orizondo

Ing. Adolfo Miguel Iglesias Chaviano

Ing. Armando Robert Lobo

Msc. Edisel Navas Conyedo

Msc. Rafael Rodríguez Puente



# GLOSARIO DE TÉRMINOS

---

## GLOSARIO DE TÉRMINOS

### A

**Actividad:** Conjunto de operaciones o tareas propias de una persona o entidad.

### C

**Coeficiente de Competencia:** conocimiento que presentan las personas, las cuales están especializadas en áreas determinadas, por ejemplo: Especialidad: Ingeniero Informático.

### P

**Proceso:** Conjunto de actividades mutuamente relacionadas o que interactúan, las cuales transforman elementos de entrada en resultados.

**Procedimiento:** Un procedimiento es el conjunto de reglas e instrucciones que determinan la manera de proceder o de obrar para conseguir un resultado. El o un procedimiento es el modo de ejecutar determinadas acciones que suelen realizarse de la misma forma, con una serie común de pasos claramente definidos, que permiten realizar una ocupación o trabajo correctamente. En teoría de la computación, un procedimiento efectivo es una secuencia de pasos repetible y determinista; es decir, una en que siempre se irán obteniendo los mismos conjuntos de valores de salida, para los mismos conjuntos de valores de entrada.