



**UNIVERSIDAD DE LAS CIENCIAS INFORMÁTICAS**

**FACULTAD 15**

# **Título: Estrategia para la planificación de Sistemas de Gestión Empresarial**

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

Autora: Wendy Gracia Valdés

Tutores: Ing. Leyanis Santiesteban Quintana

Ing. Iyugnis Leyva Báez

Junio 2010

## Declaración de autoría

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

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

Wendy Gracia Valdés

---

Firma del autor

Ing. Leyanis Santiesteban Quintana

---

Firma del tutor

Ing. Iyugnis Leyva Báez

---

Firma del tutor

MsC. Yadenis Piñero Pérez

---

Firma del tutor

# Resumen

La presente investigación describe la estrategia para llevar a cabo una planificación eficiente en los proyectos de Sistemas de Gestión Empresarial. La misma se encuentra organizada en 6 procesos que tienen como principal objetivo lograr la eficiencia en el uso de los recursos y en la gestión de las tareas planificadas en el proceso de desarrollo. Se definen además los roles que intervienen en los procesos de la estrategia y los artefactos que se serán utilizados en el manejo de la información generada. La validación de los procesos de la estrategia se ha desarrollado mediante un comité de expertos con el empleo de un método cuantitativo, el cual ha permitido determinar que la aplicación de la estrategia va a ofrecer favorables resultados.

## Palabras claves

Gestión de proyectos, planificación, Sistema de Gestión Empresarial.

# Tabla de Contenido

<b>Declaración de autoría.....</b>	<b>II</b>
<b>Resumen.....</b>	<b>III</b>
<b>Introducción .....</b>	<b>1</b>
<b>Capítulo 1. Fundamentación Teórica.....</b>	<b>5</b>
1.1 Introducción.....	5
1.2. Gestión.....	5
1.2.1. Funciones de la gestión .....	5
1.3. Proyecto informático.....	6
1.4. Gestión de proyectos informáticos.....	6
1.5. Planificación .....	7
1.5.1. Importancia.....	7
1.6. Modelo de gestión de proyectos.....	9
1.6.1. Modelo PMI.....	10
1.6.2. Modelo PRINCE2.....	11
1.7. Metodología SCRUM.....	12
1.8. Estimación del esfuerzo en proyectos informáticos. ....	13
1.8.1. Métodos utilizados para la estimación de proyectos.....	15
1.9. Propuesta de solución .....	18
<b>Capítulo 2: Diseño de la Estrategia de Planificación.....</b>	<b>21</b>
2.1. Introducción.....	21
2.2. Objetivos .....	21
2.3. Propósito de la estrategia .....	21
2.4. Explicación de la estrategia .....	22
2.4.1. Definición de las actividades .....	25
2.4.2. Establecimiento de la secuencia de las actividades .....	28

2.4.3. Estimación de recursos para las actividades.....	32
2.4.4. Estimación de la duración de las actividades .....	37
2.4.5. Planeación .....	39
2.4.6. Validación de la calidad .....	41
2.5. Roles y responsabilidades.....	45
2.6. Conclusiones del capítulo.....	46
<b>Capítulo 3: Evaluación de la Propuesta .....</b>	<b>47</b>
3.1. Introducción.....	47
3.2. Método para la validación de la propuesta.....	47
3.3. Análisis de la evaluación técnica de la propuesta .....	54
3.5. Conclusiones del capítulo.....	55
<b>Conclusiones generales.....</b>	<b>56</b>
<b>Recomendaciones .....</b>	<b>57</b>
<b>Bibliografía .....</b>	<b>58</b>
<b>Glosario de términos .....</b>	<b>60</b>
<b>Anexos.....</b>	<b>61</b>

# Introducción

El uso de las Tecnologías de la Información y las Comunicaciones (TIC) se ha convertido en una herramienta necesaria para la gestión y control de los procesos que se desarrollan en las organizaciones. Mediante la utilización de las TIC interactúan los dos activos más importantes de ésta para dar respuestas a los retos y cambios globales del presente, estos activos son los recursos humanos y la información.

El uso de las TIC ha ayudado a la creación de Sistemas de Gestión Empresarial (ERP por sus siglas en inglés), que no son más que sistemas integrales de gestión para la empresa que integran todo lo necesario para el funcionamiento de los procesos de negocio de la misma.

Un sistema de gestión es una aplicación diseñada para sustituir uno o varios procedimientos, tanto comerciales como administrativos, que habitualmente realiza una persona en una empresa o institución de forma presencial, por un software, que permita realizar al cliente los mismos procedimientos de forma no presencial o disminuir el esfuerzo empleado para los mismos.

Uno de los aspectos más importantes para lograr el éxito de estos proyectos, es garantizar el cumplimiento de los plazos de entrega previamente acordados con el cliente, para alcanzar esta meta imprescindible es necesario contar con una adecuada gestión de proyectos.

Para garantizar el progreso de un proyecto dentro de los plazos previstos es importante realizar una planificación con un grado tal de resolución que le permita al gestor o jefe del proyecto supervisar constantemente el avance del proyecto, controlando el estado de las actividades planificadas, gestionando apropiadamente las situaciones no previstas y garantizando el cumplimiento de las metas productivas trazadas.

En la Universidad de las Ciencias Informáticas (UCI) se desarrollan un total de 171 proyectos informáticos, de los cuales el 69% están enfocados en el desarrollo de sistemas de gestión y de éstos solo el 7% en el desarrollo de Sistemas de Gestión Empresarial. Estos proyectos se encuentran en el Centro de la Informatización de la Gestión de Entidades (CEIGE)

En la mayoría de estos proyectos se utilizan técnicas consistentes en la utilización de software que facilitan la generación de planes y cartas, diagramación del avance. Estos productos software parten de la

base de que los recursos a consumir son conocidos a priori. Esta técnica es considerada como un apoyo débil a la planificación.

Por otro lado, dada la carencia de este apoyo, los jefes de proyecto se basan principalmente en técnicas de descomposición, con la añadidura de un juicio experto y no se utiliza ningún método de estimación, simplemente se estima preguntando a la persona cuanto demorará en realizar sus tareas.

A raíz del análisis de lo anteriormente planteado surge el siguiente **problema a resolver**: ¿Cómo planificar de forma integral y eficiente Sistemas de Gestión Empresarial?

El **objeto de estudio** en el cual se enmarca el problema anteriormente planteado es: la gestión de proyectos informáticos.

Y el **campo de acción**: planificación de Sistemas de Gestión Empresarial.

Se plantea como **objetivo general del trabajo**: Desarrollar una estrategia para la planificación de Sistemas de Gestión Empresarial que facilite la gestión del proceso de desarrollo del mismo.

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

- ✓ Realizar un estudio del estado del arte del proceso de gestión de proyectos y de la planificación de proyectos informáticos.
- ✓ Confeccionar una estrategia que contenga de forma integral elementos necesarios para realizar la planificación de Sistemas de Gestión Empresarial.
- ✓ Validar técnicamente la estrategia obtenida mediante un método determinado.

Para dar respuesta al problema anteriormente planteado, se proponen las siguientes **tareas de la investigación**:

- ✓ Definir el diseño teórico-metodológico de la investigación.
- ✓ Investigar la existencia de estrategias o soluciones similares.
- ✓ Definir propuesta de los elementos para la planificación de Sistemas de Gestión Empresarial.

- ✓ Seleccionar método de evaluación técnica de la propuesta.
- ✓ Efectuar la evaluación técnica de la propuesta.

Para el diseño de la investigación se plantea la siguiente **idea a defender**: El estudio de los principales modelos y metodologías de gestión va a permitir el desarrollo de una estrategia de planificación de Sistemas de Gestión Empresarial que ayude a gestionar el proceso de desarrollo del mismo.

Los **métodos** empleados en la investigación son:

#### **Métodos teóricos:**

**Analítico-Sintético:** Permite buscar la esencia de los fenómenos, los rasgos que lo caracterizan y distinguen. Su objetivo en esta investigación es analizar las teorías, documentos y conceptos asociados a la planificación de proyectos informáticos, permitiendo la extracción de los elementos más importantes para conformar la situación que deriva en el problema, así como el objeto de estudio y el campo de acción.

Un poco más específico, se aplicó el **Análisis histórico-lógico**, que permite estudiar de forma analítica la trayectoria histórica real de los fenómenos, su evolución y desarrollo. Su objetivo en esta investigación es la de constatar teóricamente cómo ha evolucionado la planificación, permitiendo determinar cambios en su funcionamiento, aportes relevantes, entre otras características que puedan servirle a la investigación que se lleva a cabo.

Entre los **métodos empíricos** se empleó:

**Observación:** Es el registro visual de lo que ocurre en una situación real, en un fenómeno determinado; clasificando y consignando los hechos y acontecimientos pertinentes de acuerdo con algún esquema previsto.

Su objetivo en esta investigación es recoger la información que se presentan en cada uno de los conceptos definidos a lo largo del trabajo.

Entre las **técnicas de la investigación** utilizadas está:

**Encuesta:** Cuestionario pre elaborado para obtener información.

El uso de esta técnica constituye un medio para el conocimiento cuantitativo de los fenómenos que se relacionan con la planificación.

El objetivo del uso de estas técnicas en la investigación es para la obtención de los elementos que se presentan en la situación problemática.

### **Estructuración del trabajo**

El trabajo investigativo está compuesto por tres capítulos. En el primer capítulo se realiza un estudio del estado del arte sobre los temas relacionados con la planificación, así como referencias a conceptos que son utilizados a lo largo del trabajo.

En el capítulo 2 se elabora y describe de forma sencilla y explícita la estrategia para la planificación de Sistemas de Gestión Empresarial, que constituye el objetivo principal de este trabajo.

En el capítulo 3 se describe la validación de la solución propuesta.

# Capítulo 1. Fundamentación Teórica

## 1.1 Introducción

En el presente capítulo se realiza un estudio acerca de la gestión de proyectos informáticos, la planificación, sus tendencias y principales modelos, y métodos y técnicas de estimación.

## 1.2. Gestión

Gestión del latín *gestio*: acción administrar. Gestión, dirección. Actividad profesional tendiente a establecer los objetivos y medios de su realización, a precisar la organización de sistemas, a elaborar la estrategia del desarrollo y a ejecutar la gestión del personal. [TUBS]

Según la experta en gestión Julia Mora M, por gestión se entiende el conjunto de diligencias que se realizan para desarrollar un proceso o para lograr un producto determinado. Es planteada como una función institucional global e integradora de todas las fuerzas que conforman una organización. [MORA, 1999]

Partiendo de las definiciones anteriores, por el término de gestión se referirá a la acción y al efecto de administrar o gestionar un negocio. A través de una gestión se llevarán a cabo diversas diligencias y trámites, las cuales, conducirán al logro de un objetivo determinado.

### 1.2.1. Funciones de la gestión

*Planificar*: proceso de establecer objetivos con el fin de alcanzar determinados resultados. (Establecimientos de objetivos, elaboración de planes)

*Organizar*: proceso de dividir el trabajo y de coordinar el logro de resultados que tienen un propósito común.

*Dirigir*: proceso de conducir y coordinar esfuerzos laborales de las personas que integran una organización. Función mediante la cual se ponen en marcha las tareas programadas.

*Controlar*: proceso de supervisar las actividades y resultados, comparándolos con los objetivos y tomando las acciones correctivas, si son necesarias.

### **1.3. Proyecto informático**

Un proyecto es un intento por lograr un objetivo específico mediante un juego único de tareas interrelacionadas y el uso efectivo de los recursos. [J., 1999]

Un proyecto informático es un sistema de cursos de acciones simultáneas y/o secuenciales que incluye personas, equipamientos de hardware, software y comunicaciones, enfocadas en obtener uno o más resultados deseables sobre un sistema de información. [CLAUDIO PERISSE, 2001]

Partiendo de las definiciones anteriores, un proyecto informático es un intento para lograr un objetivo específico a través del uso efectivo de los recursos humanos y materiales (hardware).

### **1.4. Gestión de proyectos informáticos**

La gestión de proyectos informáticos es una de las tendencias más utilizadas por organizaciones desarrolladoras de software. Es un campo que ha adquirido gran importancia en la práctica de la administración moderna, dedicándose al estudio de los procesos de dirección de proyectos. [SOLARTE, 2001]

Roger S. Pressman, uno de los especialistas más destacados actualmente en las tecnologías de Ingeniería de Software, ha definido la gestión de proyectos como: “una actividad protectora dentro de la ingeniería de software. Empieza antes de iniciar cualquier actividad técnica y continúa a lo largo de la definición, del desarrollo y del mantenimiento del software”, además “implica la planificación, supervisión y control del personal, del proceso y de los eventos que ocurren mientras evoluciona el software”. [PRESSMAN, 2005]

Por otro lado, el Instituto de Gestión de Proyectos (Project Management Institute, PMI) la ha definido como: “la aplicación de conocimientos, habilidades, herramientas y técnicas para proyectar actividades destinadas a satisfacer las necesidades y expectativas de los beneficiarios de un proyecto”. Lo cual supone la búsqueda de un equilibrio entre el alcance del proyecto, el tiempo estimado de desarrollo, el

costo, la calidad y valor de uso de la solución final; así como entre los requerimientos identificados (necesidades) y los requerimientos no identificados. [PMI, 2004]

Partiendo de las definiciones anteriores la gestión de proyectos informáticos se basa en la regulación de la administración durante el ciclo de vida del desarrollo de un proyecto. Abarca los procesos de planificación, seguimiento, control, y se encarga además de la toma de decisiones mediante el análisis y la puesta en práctica de estrategias alternativas que solucionen las situaciones no planificadas que pudieran presentarse.

## **1.5. Planificación**

La planificación de proyectos es una de las actividades más importantes dentro del ámbito de la gestión de proyectos.

Roger S. Pressman plantea que el objetivo principal de la planificación de proyectos de software es: “proporcionar un marco de trabajo que permita al gestor hacer estimaciones razonables de recursos, costo y planificación temporal”. [PRESSMAN, 2005]

Por su lado el Instituto de Ingeniería de Software, importante institución en el desarrollo de modelos de evaluación y de mejoras para el desarrollo de software, ha definido la planificación como: una de las funciones fundamentales de la gestión a cualquier nivel. Se refiere además a algunas características que debe tener el proceso de planificación: estar basado en estimaciones reales y ser un proceso predecible en el tiempo. [SEI]

A partir de las definiciones anteriores, se concluye lo siguiente: la planificación es el proceso de la gestión de proyectos que permite definir los objetivos y determinar los medios para alcanzarlos, mediante la realización de planes razonables que garanticen el cumplimiento en tiempo de las actividades previamente establecidas y el uso eficiente de los recursos.

### **1.5.1. Importancia**

“Planear es tan importante como organizar, dirigir o controlar, porque la eficiencia no se logra con la improvisación y, si administrar es hacer a través de otros, se necesitan hacer planes sobre la forma como

esa acción se habrá de coordinar. El objetivo no se lograría si los planes no lo detallaron para ser alcanzado. Todo control sería poco efectivo si no se compara con un plan previo. Sin planes se trabaja a ciegas”. [MERCADO, 1995]

La importancia de planificar radica en la necesidad de organizar de manera coherente un grupo de acciones y actividades encaminadas a lograr un producto final con un elevado valor de uso que satisfaga las necesidades del cliente y que esté dentro de los plazos de tiempo estimados. En la medida que aumenta la complejidad de un proyecto de software, se hace más imperiosa la necesidad de planificar.

La planificación además de permitir establecer métodos de utilización racional de los recursos y del tiempo, garantiza en gran medida la eficiencia en el desempeño del equipo y proporciona los elementos necesarios para llevar a cabo el control en el proyecto y establecer un sistema adecuado para la toma de decisiones que hagan frente a las contingencias que pudieran presentarse.

La planificación se ocupa tanto de los fines (¿qué hay que hacer?) como de los medios (¿cómo se debe hacer?), y sin ella los proyectos podrían estar trabajando indefinidamente sin alcanzar los objetivos propuestos.

Existen muchas ventajas que la planificación brinda a los directivos de cualquier proyecto, entre las cuales se destacan las siguientes:

- ✓ Se enfocan todas las actividades hacia los resultados deseados, logrando una secuencia efectiva en las tareas.
- ✓ Señala la necesidad de cambios futuros. La planificación ayuda al jefe de proyecto a visualizar las futuras posibilidades y asumir cambios que favorezcan el nivel productivo del equipo.
- ✓ Proporciona una base para el control que vele por obtener los resultados esperados y con la calidad requerida.
- ✓ Obliga a la visualización del conjunto. Esta comprensión general es valiosa, pues capacita al jefe de proyecto para ver las relaciones de importancia, obtiene un entendimiento más pleno de cada actividad y aprecia la base que apoya a las actividades administrativas. [COSTA]

La administración de proyectos es un enfoque proactivo al control de un proyecto, para asegurar que se logre su objetivo incluso cuando las cosas no salen de acuerdo al plan. [MCCONNELL, 1997]

Existen metodologías de gestión de proyectos que cubren la administración, control y organización de un proyecto.

## **1.6. Modelo de gestión de proyectos**

Para definir “modelo de gestión de proyectos”, primero se debe conocer en qué consiste un modelo. Un modelo esencialmente pudiera considerarse como una propuesta, normalmente de carácter teórico-práctico que define un conjunto de tareas y disposiciones aplicables en un entorno real, las cuales son el resultado de evaluaciones realizadas en contextos similares. [RIACES] Al aplicar esta definición a la gestión de proyectos, se plantea que un modelo de gestión de proyectos es un conjunto de buenas prácticas a tener en cuenta durante el ciclo de vida del software, enfocado a los procesos de gestión y administración. En los modelos de gestión se enuncian generalmente grupos de procesos, reglas, actividades, acciones y áreas de conocimientos, que guían la actividad del gestor, en función de la planificación, el seguimiento y control, el comportamiento del presupuesto y el aseguramiento de la calidad del producto y de los procesos de desarrollo.

Los modelos de gestión responden directamente a los principios de la gestión tradicional o adaptable. Por ejemplo: el Modelo PMI se considera un alto exponente de la gestión tradicional, porque precisamente se basa en la confección de un plan detallado que rijan todo el proceso de desarrollo, garantizando el seguimiento y control, la gestión adecuada de riesgos, entre otros factores; el Modelo SCRUM por su parte maneja un enfoque ágil de gestión, donde se prioriza el trabajo en dependencia del valor que este aporte al producto final; y el Modelo PRINCE2 también se considera un fiel defensor de la gestión tradicional al abarcar grupos de procesos que permiten el uso controlado de recursos y la capacidad de manejar riesgos de negocio de una forma efectiva.

A continuación se exponen más detalladamente las características de cada uno de estos modelos de gestión.

## 1.6.1. Modelo PMI

El libro de estándares para la Gestión de Proyectos (PMBOK), desarrollado por el PMI, es un estándar reconocido internacionalmente. El PMBOK define 5 grupos de procesos y 9 áreas de conocimientos correspondientes a la administración de proyectos [Anexo 1].

El PMI propone 2 categorías de procesos: procesos de gestión de proyectos (relacionados con la descripción y la organización del trabajo del proyecto), y los procesos orientados al producto (relacionados con especificar y crear el producto). El modelo PMI hace referencia a los procesos correspondientes a la primera categoría (los procesos de la segunda categoría varían según el campo de aplicación del producto final) agrupándolos en 5 grupos de procesos: iniciación, planificación, ejecución, supervisión y control y finalización.

El grupo de procesos de planificación que propone el modelo PMI incluye los siguientes procesos:

- ✓ Definición de las actividades: permite identificar las actividades específicas que deben realizarse para producir los diversos productos entregables del proyecto.
- ✓ Establecimiento de la secuencia de actividades: se identifican y documentan las dependencias entre las actividades del cronograma.
- ✓ Estimación de recursos de las actividades: se estiman los tipos y las cantidades de recursos necesarios para realizar cada actividad del cronograma.
- ✓ Estimación de la duración de las actividades: permite estimar la cantidad de períodos laborables que se requerirán para completar cada actividad del cronograma.
- ✓ Desarrollo del cronograma: proceso necesario para analizar las secuencias y duración de las actividades, los requisitos de los recursos y las restricciones para crear el cronograma del proyecto.

También abarca procesos relacionados por ejemplo con la definición y planificación del alcance, los costos y los recursos humanos.

Las áreas del conocimiento que define el modelo son las siguientes: gestión de la integración, gestión del alcance (o ámbito), gestión de los tiempos, gestión de los costos, gestión de la calidad, gestión de los recursos humanos, gestión de las comunicaciones, gestión de riesgos y gestión de adquisiciones. Dentro de estas, la gestión de tiempos tiene como objetivo asegurar la realización del proyecto dentro de los plazos previstos. Para esto se deben definir las actividades y su secuenciación, estimar su duración, y por último desarrollar y controlar el calendario.

## **1.6.2. Modelo PRINCE2**

El modelo de proyectos en ambientes controlados (PRINCE2) fue desarrollado originalmente en 1989 por la Agencia de Computadora Central y Telecomunicaciones (CCTA) en el Reino Unido, y actualmente es ampliamente utilizado como el estándar “fijo” en el Reino Unido para la gerencia de proyectos.

El modelo de procesos PRINCE2 [Anexo 2] está formado por 8 grupos de procesos: dirigir un proyecto (DP), emprender un proyecto (EP), iniciar un proyecto (IP), controlar una fase (CF), manejo de entrega de productos (MP), administrar límites de una fase (AL), cerrar un proyecto (CP), y planificación (PL).

El grupo de procesos de planificación, se basa en productos y es adaptable a cualquier proyecto. La planificación es tratada en el modelo PRINCE2 como una técnica esquematizada que conduce a la creación de un plan exhaustivo, basado en el desarrollo y entrega de los resultados esperados. Esta técnica tiene en cuenta los productos necesarios, los niveles de calidad solicitados y las dependencias entre productos.

- ✓ Analizar y definir los productos necesarios.
- ✓ Analizar la secuencia en la realización de productos.
- ✓ Estimar los recursos requeridos.
- ✓ Finalizar la planificación basado en los recursos requeridos por producto y secuencia.

La planificación es un proceso iterativo, presente en todo el ciclo de vida de un proyecto, que propone la confección de los siguientes planes:

- ✓ Plan del proyecto: Es un plan de alto nivel que contiene los productos principales del proyecto, cuando serán entregados y a que costo. Un plan de proyecto inicial se presenta como parte del documento de inicio y se revisará tan pronto como la información acerca del progreso de proyecto esté disponible.
- ✓ Plan de excepción: La preparación de este plan a menudo es la consecuencia de un informe de excepción. El plan de excepción de una fase abarca un período que comprende desde el momento actual hasta el fin de la fase. Si la excepción es a nivel de proyecto, el plan de excepción reemplazaría completamente al plan de proyecto. [SCHWABER, 2004]

## 1.7. Metodología SCRUM

SCRUM es una forma de gestionar proyectos de software. No es una metodología de análisis, ni de diseño, como podría ser RUP, es una metodología de gestión del trabajo.

SCRUM es un proceso ágil de gestión y administración de proyectos que se basa en los principios de inspección continua, adaptación, auto-gestión e innovación. Se centra en “la priorización del trabajo en función del valor que tenga para el negocio, maximizando la utilidad de lo que se construye y el retorno de inversión” [Anexo 3]. SCRUM busca la mayor productividad y efectividad en el equipo de desarrollo, garantía fundamental de un producto final con un elevado valor de uso que satisfaga las necesidades y expectativas del cliente. [GRACIA, 2006]

Elementos básicos de SCRUM:

- ✓ Lista de funcionalidades que debe tener la aplicación (conocido como “Product Backlog”), ordenadas de mayor a menor importancia.
- ✓ Lista de tareas (“Sprint Backlog”) que surgen como resultado de la descomposición de las primeras funcionalidades del sistema enunciadas en “Product Backlog”. En función de estas tareas se organiza el trabajo de la iteración siguiente que va a tener una duración de 30 días.

Reglas básicas:

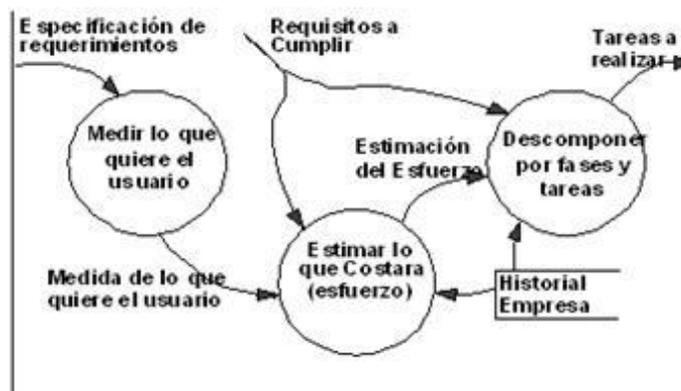
- ✓ Una vez que se pasan las tareas más prioritarias al “Sprint Backlog” (las cuales no se pueden cambiar), queda fijado el trabajo del siguiente mes.
- ✓ Al finalizar el mes (período conocido como “Sprint”) se tiene que tener un ejecutable con las funcionalidades del “Sprint Backlog”.
- ✓ El responsable del producto final es conocido como “Product Owner”, el cual es el único que puede ordenar la adición de más funcionalidades al “Product Backlog”.
- ✓ Diariamente se realizan reuniones de 15 minutos de duración donde se reúne todo el equipo (incluyendo al gestor: “Scrum Master”) y cada uno expone las tareas que realizó el día anterior, las que va a realizar ese día y plantea (en caso de existir) los impedimentos que le dificultan realizar eficientemente su trabajo. En caso que sea necesario tratar otros temas, entonces se realiza otra reunión a la que asisten solo las personas implicadas.
- ✓ Al finalizar el mes (el sprint) se presenta el producto y se toma del “Product Backlog” las funcionalidades que cubrirán la siguiente iteración. [GRACIA, 2006]

## **1.8. Estimación del esfuerzo en proyectos informáticos.**

Hoy en día el software constituye un gran porcentaje del costo total de los sistemas basados en computadoras, es el elemento más caro de la mayoría de los sistemas informáticos. En un software, la diferencia entre beneficios y desventajas puede ser en gran medida, un gran error en la estimación del mismo. Una buena estimación, tiene como punto de partida, datos históricos del proyecto, con el objetivo de hacer una comparación y guiarse por el más factible. Muchas veces se utilizan como guías, experiencias anteriores para realizar estimaciones, aunque en algunos casos puede que la experiencia no sea suficiente. La estimación de un proyecto no es exacta, existen muchos agentes externos que influyen en la variación de su cálculo; las técnicas, el entorno, las personas, que pueden afectar de forma directa el esfuerzo dedicado para el desarrollo del software. Cuando se planifica un proyecto se tienen que obtener estimaciones del costo y esfuerzo humano requerido. Para realizar estimaciones seguras de costos y esfuerzos se emplean técnicas y modelos. Uno de estos modelos o métodos de estimación puede ser: Estimación basada en el proceso: Esta estimación es la más común para estimar un proyecto donde el

proceso se descompone en un conjunto pequeño de actividades o tareas, y en el esfuerzo requerido para llevar a cabo la estimación de cada tarea.

La estimación basada en el proceso comienza en una delineación de las funciones del software obtenidas a partir del ámbito del proyecto. Se mezclan las funciones del problema y las actividades del proceso. Como último paso se calculan los costos y el esfuerzo de cada función y la actividad del proceso de software. [MATHES, 1988]



**Figura 1 Proceso de estimación del esfuerzo necesario.**

*Medir lo que el usuario quiere:* Conociendo los elementos de los que constará el sistema, se pasa a valorar cada uno de ellos. Hay pilares gordos, finos, altos y bajos, cada uno requiere una cantidad de hormigón diferente, un trabajo de encofrado. Para valorar cada elemento se utilizan medidas "objetivas" y una dimensión "homogénea". En el caso de proyectos informáticos esta medida hará referencia, de forma indirecta, a la cantidad de esfuerzo humano y técnico a aplicar. Al sumar las valoraciones de cada elemento se obtiene una primera aproximación del esfuerzo demandado.

*Estimar lo que costará:* Una vez medido lo que quiere el usuario se debe estimar lo que le costará a la empresa desarrollar este proyecto. Para realizar este proceso hace falta experiencia en valoraciones. Esta experiencia puede gestionarse de dos formas diferentes, individual y de empresa:

- ✓ La experiencia individual es la que aporta un individuo de la organización que, tras acumular muchas experiencias en su mente, tiene una apreciación de "por dónde van los tiros".

- ✓ La experiencia de empresa se basa en la información que ésta ha ido acumulando en ficheros históricos sobre valoraciones realizadas y costos reales de desarrollos realizados.

Ésta última forma de experiencia es más deseable que la primera ya que permite un mayor cúmulo de información, más proyectos. También es menos dependiente de las personas, con lo que la empresa será más estable a posibles pérdidas de personal. Además está más estructurada ya que se pueden recoger todas las medidas que los diferentes directores de proyecto estimen necesarias. Por ejemplo podría recoger información sobre herramientas usadas y grado de experiencia al aplicarse. Esto no quiere decir que la primera sea innecesaria, sino que habrá que conjugar las dos, ya que siempre habrá momentos en los que aplicar el "sentido común" y este es imposible de sintetizar completamente.

*Descomponer el esfuerzo por fases:* Una vez obtenido el esfuerzo, meses/hombre o similares, hay que asignar estos esfuerzos a tareas y personas, dado que no suele cobrar lo mismo el analista que el programador, el que tiene experiencia y el que no. Lo razonable es identificar a grandes rasgos las diferentes componentes del proceso de desarrollo del software de modo que cada una se pueda asignar un tipo determinado de personal.

Una vez conocidas las tareas a realizar se deberá programar (planificar), el proceso de desarrollo y de esta planificación se obtendrá una estimación económica del costo.

### **1.8.1. Métodos utilizados para la estimación de proyectos**

La estimación de proyectos acompaña a cualquier ingeniería y la informática no es una excepción. Dada la juventud de la informática hasta hace poco no se vislumbraban métodos estándar. Esta es una de las razones que hace aconsejable el hacer un pequeño repaso a los métodos utilizados hasta hoy en día.

- ✓ Métodos basados exclusivamente en la experiencia:

- ✓ Juicio experto

- ✓ Puro

Un experto estudia las especificaciones y hace su estimación.

Se basa fundamentalmente en los conocimientos del experto.

Si desaparece el experto, la empresa deja de estimar.

✓ Delphi

Un grupo de personas son informadas y tratan de adivinar lo que costará el desarrollo tanto en esfuerzo, como su duración.

Las estimaciones en grupo suelen ser mejores que las individuales.

1. Se dan las especificaciones a un grupo de expertos.
2. Se les reúne para que discutan tanto el producto como la estimación.
3. Remiten sus estimaciones individuales al coordinador.
4. Cada estimador recibe información sobre su estimación, y las ajenas pero de forma anónima.
5. Se reúnen de nuevo para discutir las estimaciones.
6. Cada uno revisa su propia estimación y la envía al coordinador.
7. Se repite el proceso hasta que la estimación converge de forma razonable.

✓ Analogía.

Consiste en comparar las especificaciones de un proyecto, con las de otros proyectos.

Pueden variar los siguientes factores:

- Tamaño: ¿mayor o menor?
- Complejidad: ¿más complejo de lo usual?
- Usuarios: si hay más usuarios habrán más complicaciones.

Otros factores:

- Sistema operativo, entornos (la primera vez más).
  - Hardware, ¿es la primera vez que se va a utilizar?
  - Personal del proyecto, ¿nuevos en la organización?
- ✓ Distribución de la utilización de recursos en el ciclo de vida.

Usualmente las organizaciones tienen una estructura de costos similar entre proyectos.

Si en un proyecto ya se han realizado algunas fases, es de esperar que los costos se distribuyan de manera proporcional.

- ✓ Método basado exclusivamente en los recursos: Parkinson.

La estimación consiste en ver la cantidad de personal y durante cuánto tiempo se dispone de él, haciendo esa estimación.

En la realización:

“El trabajo se expande hasta consumir todos los recursos disponibles” (Ley de Parkinson).

- ✓ Método basado exclusivamente en el mercado: Precio para vender.

Lo importante es conseguir el contrato.

El precio se fija en función de lo que se cree que está dispuesto a pagar el cliente.

Si se usa en conjunción con otros métodos puede ser aceptable, para ajustar la oferta.

Peligro si es el único método utilizado.

- ✓ Método basado en los componentes del producto a desarrollar o proceso de desarrollo:

- ✓ Top-Down

Se descompone el proyecto en unidades lo menores posibles.

Se estima cada unidad y se calcula el costo total.

- ✓ Bottom-up

Se ve todo el proyecto, se descompone en grandes bloques o fases.

Se estima el costo de cada componente.

- ✓ Métodos algorítmicos:

Se basan en la utilización de fórmulas aplicadas sobre modelos top-down o bottom-up que producen una estimación de costo del proyecto.

Los métodos más utilizados actualmente son:

- Líneas de código y puntos de función.
- Estimación por puntos de casos de usos.
- Cocomo (Constructive Cost Model).

## 1.9. Propuesta de solución

La presente investigación está centralizada en la realización de una estrategia que permita definir los procesos de planificación que deben llevarse a cabo en el desarrollo de Sistemas de Gestión Empresarial. A continuación se mencionan las características identificadas en este tipo de proyectos, a partir de las características definidas en el CEIGE:

- ✓ Se conoce con gran nivel de detalle el producto que se desea construir.
- ✓ Existe un elevado nivel de responsabilidad con los tiempos de entrega acordados con los clientes.
- ✓ Las características del desarrollo exigen la estabilidad de los requisitos durante todo el ciclo de vida del software.
- ✓ La complejidad de la solución exige diversidad de roles y un equipo grande de desarrollo.
- ✓ Alto nivel de integración de la solución

El principal objetivo de estos proyectos es obtener el producto final dentro de los plazos acordados y que lógicamente satisfaga las necesidades del cliente.

Para dar solución al problema se tuvieron en cuenta una serie de parámetros a medir en cada uno de los modelos de gestión analizados y en los procesos de planificación definidos por Pressman y Rafael Heredia. Estos parámetros son:

- ✓ Si tiene identificadas acciones de planificación a realizar.
- ✓ Si tiene identificado roles que intervienen en la planificación.
- ✓ Si estos roles tienen identificadas sus responsabilidades.
- ✓ Si tienen identificados artefactos como resultado de la planificación.
- ✓ Si tienen identificadas técnicas o métricas de estimación.
- ✓ Si tiene identificado el proceso de calidad de la planificación.

El modelo PMI propone 5 grupos de procesos de planificación, además del jefe de proyecto define roles que van a desarrollar las distintas áreas de conocimiento de la dirección de proyectos que van a encargarse de las tareas que se definen en cada una de las mismas, tiene definida la creación de un cronograma, un documento con las dependencias entre las actividades del cronograma y una serie de artefactos que se corresponden con cada una áreas de conocimientos. Tiene identificadas métricas de calidad que incluyen la densidad de defectos, el índice de fallos, la disponibilidad, la fiabilidad y la cobertura de las pruebas, pero sólo tiene identificada la gestión de la calidad del proyecto, no de la planificación en sí.

La metodología SCRUM tiene definido un grupo de reglas básicas para la planificación y entre sus elementos básicos se encuentra una lista de funcionalidades y una lista de tareas, sin embargo no tiene identificados roles que intervengan en la planificación, ni define el uso de técnicas o métricas de estimación y tampoco incluye un proceso de calidad de la planificación.

El modelo PRINCE2 tiene definido un grupo de procesos de planificación y propone la creación de un plan de proyecto y un plan de excepción, no obstante, al igual que el modelo SCRUM, no tiene identificados

roles que intervengan en la planificación, ni define el uso de técnicas o métricas de estimación y tampoco incluye un proceso de calidad de la planificación.

Rafael Heredia define un esquema de fases para la planificación y propone la creación de un plan estratégico, pero tampoco tiene identificados roles que intervengan en la planificación, ni define el uso de técnicas o métricas de estimación y tampoco incluye un proceso de calidad de la planificación.

Pressman identifica un grupo de procesos que comprenden la planificación, define a los gestores como los encargados de la planificación, organización y el control del proyecto, comprende la utilización de métricas para la estimación, sin embargo no tiene identificada la gestión de la calidad de la planificación.

A partir del análisis hecho se propone crear una estrategia que va a tener definidos los procesos de la planificación, incluyendo el proceso de calidad o verificación de la validación de la planificación. Cada uno de estos procesos va a tener definidos sus artefactos, tareas tipo, roles que intervienen con sus responsabilidades, así como las entradas y salidas y los métodos o técnicas que se utilicen para su realización.

De los modelos estudiados se van a utilizar una serie de ideas. Del modelo PMI se van a utilizar 6 de los procesos que aparecen en el área de conocimiento gestión del tiempo y de la metodología SCRUM se va a utilizar el artefacto lista de tareas con algunas modificaciones.

# **Capítulo 2: Diseño de la Estrategia de Planificación**

## **2.1. Introducción**

En el presente capítulo se desarrolla la estrategia de planificación, su objetivo, propósito, estructura, así como los procesos, roles, artefactos y métodos que se proponen para realizar una adecuada planificación de los recursos asignados y lograr mantener un seguimiento del estado actual y el avance del proyecto en todas sus etapas.

## **2.2. Objetivos**

La estrategia de planificación que se define en el siguiente capítulo tiene como objetivo coordinar las actividades identificadas de manera coherente para poder orientar el proceso de planificación, garantizando así la realización de planes razonables que faciliten el cumplimiento de las metas trazadas y del avance del proyecto.

## **2.3. Propósito de la estrategia**

Una estrategia consiste en la creación de un grupo de procesos secuenciados, con el objetivo de obtener un fin común.

La planificación involucra la especificación de objetivos y metas para un proyecto y las estrategias, políticas, planes y procedimientos para alcanzarlos.

Todo proyecto de ingeniería de software debe partir de una buena planificación. La planificación es necesaria por la no existencia de certezas sobre el ambiente del proyecto software y sobre fuentes externas. La planificación enfoca su atención en las metas del proyecto, riesgos potenciales y problemas que puedan interferir con el cumplimiento de esas metas.

Una estrategia de planificación debe definir sus procesos adaptados a las características del proyecto, elaborar artefactos que garanticen la disponibilidad de la información para la toma de decisiones adecuadas que permitan una mejor labor de gestión, confeccionar plantillas que faciliten el manejo y

almacenamiento de la información proporcionada por los artefactos y la identificación y descripción de los roles que intervienen en cada uno de los procesos, teniendo en cuenta su nivel de responsabilidad en las actividades que realizan.

## **2.4. Explicación de la estrategia**

La estrategia de planificación se encuentra enfocada a los pilares siguientes: Procesos, roles, artefactos y métodos, técnicas o herramientas.

La documentación de los procesos se ha llevado a cabo mediante el uso de un patrón de descripción de procesos que permite conocer detalladamente el funcionamiento de éstos. La misma contiene sus entradas, métodos, técnicas o herramientas que se utilicen, artefactos que se generan, el flujo de actividades y los roles que intervienen. Las entradas son artefactos que brindan información valiosa y necesaria para la ejecución del proceso, siendo en ocasiones modificada durante el mismo. Los métodos o técnicas son los que se van a utilizar en la realización del proceso. Los artefactos que se generan son los que surgen como resultados de la realización de las actividades del proceso mediante el patrón de descripción definido con este objetivo. Los roles que intervienen en el proceso son: Rol principal, que es el máximo responsable de la realización del proceso y los roles involucrados, que son los que sirven de apoyo en el proceso sin ser responsables de este y el flujo de actividades es la secuencia lógica de actividades que se van a desarrollar para dar cumplimiento a los objetivos del proceso.

Los roles aparecen documentados en función del nombre del rol y de las responsabilidades asociadas al mismo.

Los artefactos han sido clasificados en dependencia de la tipología de información que manejan, dicha clasificación es la siguiente:

- ✓ Plan: Contiene un programa detallado de actividades, responsables de realizarlas y calendario, además de otros datos de interés que se puedan incluir.
- ✓ Reporte/Informe: Presentan información del resultado de las actividades realizadas.
- ✓ Registro: Muestra la evidencia de actividades desempeñadas.

- ✓ Cronograma: Conjunto de actividades del proyecto presentadas por fases, iteraciones, etapas semanales y/o mensuales según se estime organizar la actividad productiva.

La documentación específica de cada artefacto aparece incluida en la descripción del proceso al cual pertenece, e igualmente la documentación de los artefactos se ha realizado mediante el uso del patrón de descripción que contiene la actividad, el responsable, una descripción y la representación del mismo. La actividad es el número de la actividad dentro del proceso donde se actualiza el documento por primera vez. El responsable es el nombre del rol responsable de la confección y/o actualización del artefacto durante el desarrollo del proyecto. La descripción es una breve reseña de la información que posee el artefacto y la representación visualiza un ejemplo de una plantilla o parte de esta) del artefacto con la información que este almacena.

Para dar inicio a la planificación primeramente debe de haberse definido el documento proyecto técnico.

Este epígrafe incluye los procesos necesarios para lograr una adecuada planificación del proyecto que permita la conclusión del mismo a tiempo y un uso eficiente de los recursos. Los procesos de planificación son:

Definición de las actividades: Se identifican los productos entregables al nivel más bajo de la estructura de desglose del trabajo (EDT) que se crea a partir del alcance de la solución del proyecto técnico para definir las actividades del proyecto.

Establecimiento de la secuencia de las actividades: Se identifican y documentan las relaciones lógicas entre las actividades del proyecto.

Estimación de recursos de las actividades: Se determinan los recursos humanos y materiales que se van utilizar para la realización de las actividades y el tiempo que va a estar disponible cada recurso para la realización de las mismas.

Estimación de la duración de las actividades: Se estima el esfuerzo de trabajo necesario para realizar las actividades, la cantidad prevista de recursos a ser utilizar y se determina la cantidad de períodos laborables necesarios para completar cada actividad.

Planeación: Este proceso consolida cada uno de los artefactos generados en los procesos anteriores para realizar la planeación del proyecto.

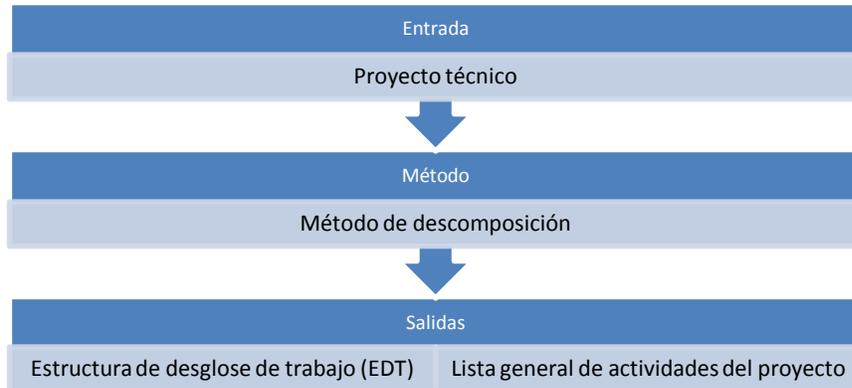
Validación de la calidad: Se mide la calidad del proceso de planeación para determinar cuán efectivo fue el mismo.

Estos procesos interaccionan entre sí. Cada proceso puede implicar el esfuerzo de una o más personas o grupos de personas, dependiendo de las necesidades del proyecto y tiene lugar por lo menos una vez en cada proyecto y se produce en una o más fases del proyecto, si el proyecto se encuentra dividido en fases.



Figura 2 Diagrama de la estrategia.

## 2.4.1. Definición de las actividades



**Figura 3 Proceso de definición de las actividades.**

### **Entrada:**

- ✓ Proyecto técnico: Contiene el alcance de la solución, la cual proporciona una vista lógica de los subsistemas, líneas, módulos y sus funcionalidades, que van ayudar a definir las actividades a realizar en el proyecto.

### **Método:**

- ✓ Método de descomposición

La técnica de descomposición, según se aplica a la definición de las actividades, implica subdividir los paquetes de trabajo del proyecto en componentes más pequeños y más fáciles de manejar, denominados actividades.

Cada paquete de trabajo dentro de la EDT se descompone en las actividades necesarias para producir los productos entregables del paquete de trabajo.

### **Artefactos que se generan:**

*Artefacto: Lista de actividades del proyecto.*

### **Actividad: 2**

**Responsable:** Planificador, jefe de proyecto.

**Descripción:** Lista que incluye todas las actividades planificadas para ser realizadas en cada equipo de trabajo del proyecto.

**Representación:** [Anexo 4]

Lista de actividades del proyecto			
Equipo de trabajo	Entregable	Actividad	Descripción

**Figura 4** Plantilla para la lista de actividades del proyecto

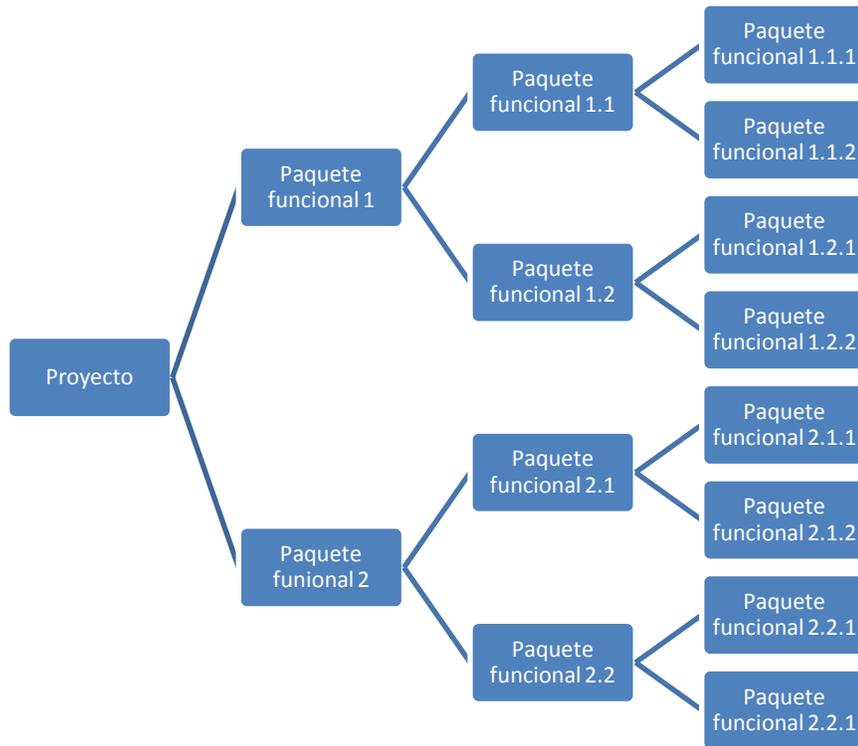
*Artefacto: Estructura de desglose de trabajo (EDT).*

**Actividad:** 1.

**Responsable:** Jefe de proyecto, jefes de equipo.

**Descripción:** Organigrama de la estructura del proyecto.

**Representación:**



**Figura 5 Plantilla para la estructura de desglose de trabajo**

*Observación: El tipo de EDT a utilizar es orientado a proyecto*

**Roles que intervienen en el proceso:**

Rol responsable: Planificador.

Roles involucrados: Jefe de proyecto y jefes de equipos.

**Flujo de actividades:**

#	Actividad	Responsable
1	Realizar encuentro con la dirección del proyecto que se representa en el organigrama de dirección del documento proyecto técnico.	Planificador, jefe de proyecto
-	Definir estructura de desglose de trabajo.	Jefe de proyecto, jefes

		de equipo
-	Dar plazo (no más de 48 horas) para que los jefes de equipo definan las actividades necesarias para la realización de cada entregable.	Planificador
2	Definir la lista de actividades del proyecto.	Jefes de equipo, jefe de proyecto
-	Chequear las actividades con cada jefe de equipo personalmente.	Planificador

## 2.4.2. Establecimiento de la secuencia de las actividades



**Figura 6 Proceso de establecimiento de la secuencia de las actividades.**

### Entradas:

- ✓ Lista de actividades del proyecto: Descrito en la sección 2.4.1.

### Método:

- ✓ Método de diagramación con flechas (ADM)

El ADM es un método para crear un diagrama de red del cronograma del proyecto que utiliza flechas para representar las actividades, que se conectan en nodos para mostrar sus dependencias. La Figura 7 muestra un diagrama de lógica de la red simple dibujado utilizando el ADM.

El ADM sólo utiliza dependencia final a inicio y puede requerir el uso de relaciones “ficticias”, denominadas actividades ficticias, que se representan como una línea de puntos, para definir correctamente todas las relaciones lógicas. Como las actividades ficticias no son actividades reales del cronograma (no tienen contenido de trabajo), se les asigna un valor de duración cero a los fines del análisis de la red del cronograma. Por ejemplo, en la figura 7 la actividad del cronograma “F” depende de la finalización de las actividades del cronograma “A” y “K”, además de la finalización de la actividad del cronograma “H”.

**Artefactos que se generan:**

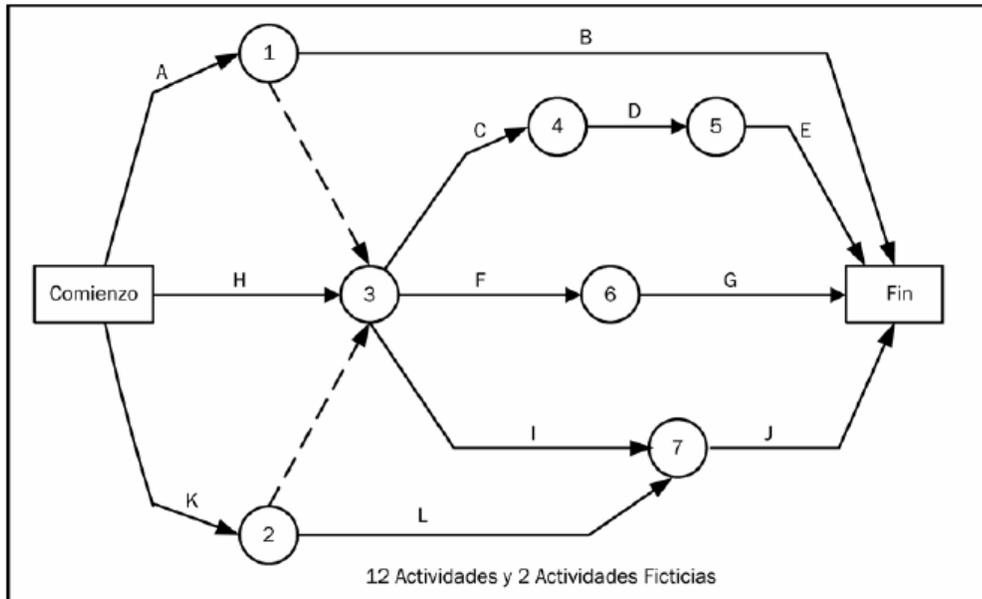
*Artefacto: Diagrama de red del cronograma del proyecto.*

**Actividad: 1**

**Responsable:** Planificador

**Descripción:** Representación esquemática de las actividades del cronograma del proyecto y las relaciones lógicas entre ellas, también denominada dependencias. Se puede crear un diagrama de red del cronograma del proyecto de forma manual o utilizando un software de gestión de proyectos. El diagrama de red del cronograma del proyecto puede incluir detalles de todo el proyecto, o contener una o más actividades resumen.

**Representación:**



**Figura 7 Método de diagramación por flechas.**

*Artefacto: Lista de actividades del proyecto (actualizada).*

**Actividad: 2**

**Responsable:** Planificador

**Descripción:** Si del proceso establecimiento de la secuencia de las actividades resultan solicitudes de cambio aprobadas, se actualizan los cambios en la lista general de actividades con una sección de seguimiento para dar conocimiento de esos cambios.

**Representación:** [Anexo 5]

Lista de actividades del proyecto					
				Seguimiento y revisiones	
Equipo de trabajo	Entregable	Actividad	Descripción	Cambios Realizados	Comentarios

**Figura 8 Plantilla para la lista de actividades del proyecto**

**Roles que intervienen en el proceso:**

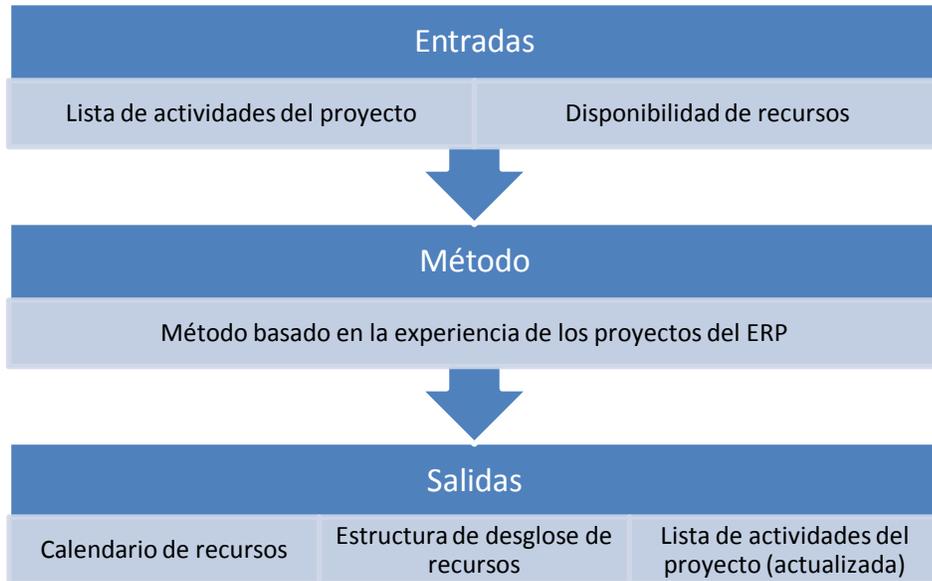
Rol responsable: Planificador

Roles involucrados: Jefe de proyecto y jefes de equipos.

**Flujo de actividades:**

#	Actividad	Responsable
1	Realizar diagrama de red del cronograma del proyecto.	Planificador
-	Definir las relaciones lógicas entre las actividades.	Jefe de proyecto, jefes de equipo
-	Determinar si estas relaciones pueden crear cambios en la lista de actividades del proyecto.	Jefe de proyecto, planificador
2	En caso de cambios actualizar lista general de actividades del proyecto.	Planificados, jefe de proyecto
-	Documentar esos cambios en la sección seguimiento y revisión del documento lista general de actividades del proyecto.	Jefe de proyecto, planificador

### 2.4.3. Estimación de recursos para las actividades



**Figura 9 Proceso de estimación de recursos para las actividades.**

#### **Entradas:**

- ✓ Lista de actividades del proyecto: Descrito en la sección 2.4.2.
- ✓ Disponibilidad de recursos: La información sobre los recursos humanos y materiales potencialmente disponibles se utiliza para estimar los tipos de recursos. Este conocimiento incluye la consideración de las diversas ubicaciones geográficas de las que provienen los recursos y de cuando pueden estar disponibles. Por ejemplo, durante las fases tempranas de un proyecto de diseño de ingeniería, el conjunto de recursos podría incluir una gran cantidad de ingenieros jóvenes e ingenieros experimentados. Durante fases posteriores del mismo proyecto, sin embargo, el conjunto puede estar limitado a aquellas personas con mayores conocimientos sobre el proyecto por haber trabajado en él desde las fases tempranas.

#### **Método:**

- ✓ Método basado en la experiencia de los proyectos del ERP

Para la creación de este método primeramente se utilizó un juicio experto puro con el objetivo de obtener los indicadores que se deben tener en cuenta a la hora de estimar recursos y tiempo en cada una de las disciplinas del proceso de desarrollo (esta información fue proporcionada por cada uno de los jefes de dichas disciplinas de forma personal). Posteriormente se le dio valor a cada uno de estos indicadores por cada uno de los proyectos del programa ERP Cuba con la información que se tenía hasta la primera fase de desarrollo de los mismos (esta información fue proporcionada por los jefes de proyecto, analistas y personal al frente de cada equipo de desarrollo).

Como resultado se obtuvo una base de conocimientos del esfuerzo empleado en cada una de las disciplinas del proceso de desarrollo con la que se creó una media para poder estimar. [Anexo 6]

Disciplinas del proceso de desarrollo:

- ✓ Estudio preliminar: Propone una estimación del esfuerzo en horas/hombre según el tamaño del proyecto (grande, mediano, pequeño).
- ✓ Modelado del negocio: Propone una estimación del esfuerzo en horas/hombre según el tamaño del proyecto en cuanto a procesos. Se considera a un proyecto pequeño cuando tiene de 1 a 5 procesos, mediano de 6 a 10 procesos y grande de 11 procesos en adelante.
- ✓ Requisitos: Propone una estimación del esfuerzo en horas/hombre según el tamaño del proyecto en cuanto a requisitos. Se considera a un proyecto pequeño cuando tiene de 1 a 100 requisitos, mediano de 101 a 199 requisitos y grande de 200 requisitos en adelante.
- ✓ Implementación: Propone una estimación del esfuerzo en horas/hombre según el valor que puedan tener los indicadores.
- ✓ Pruebas: Propone una estimación del esfuerzo en horas/hombre según el tamaño del proyecto en cuanto a la cantidad de requisitos a probar. Se considera a un proyecto pequeño cuando tiene de 1 a 100 requisitos, mediano de 101 a 199 requisitos y grande de 200 requisitos en adelante.

Con esta información detallada se puede hacer una estimación utilizando el método analógico descrito anteriormente en la sección 1.7.1.

**Artefactos que se generan:**

*Artefacto: Calendario de recursos.*

**Actividad: 2**

**Responsable:** Planificador

**Descripción:** Documenta los días no laborables que determinan aquellas fechas en las que cada recurso específico, ya sea una persona o un material, puede estar ocioso. El calendario de recursos del proyecto define, por lo general, días festivos específicos de los recursos y períodos de disponibilidad de los recursos. El calendario de recursos del proyecto identifica la cantidad disponible de cada recurso durante cada período de disponibilidad.

**Representación:** [Anexo 7]

Calendario de recursos	
Recursos	Tiempo ocioso
Humanos	
Materiales	

**Figura 10** Plantilla para el calendario de recursos.

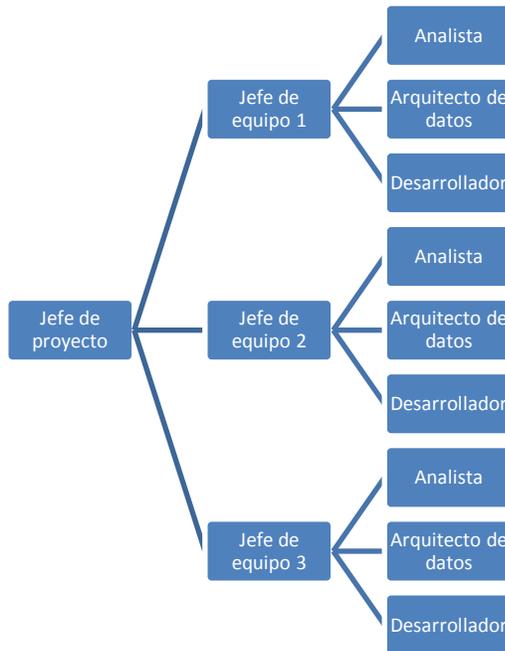
*Artefacto: Estructura de desglose de recursos.*

**Actividad: 1**

**Responsable:** Planificador

**Descripción:** Estructura jerárquica de los recursos identificados por categoría y tipo de recurso.

**Representación:**



**Figura 11 Ejemplo de estructura de desglose de recursos**

*Observación: La estructura varía en dependencia del proyecto.*

*Artefacto: Lista de actividades del proyecto (actualizada).*

**Actividad: 2**

**Responsable:** Planificador

**Descripción:** Los tipos y las cantidades de recursos necesarios para cada actividad del cronograma se incorporan a la lista de actividades del proyecto. Si del proceso estimación de recursos de las actividades resultan solicitudes de cambio aprobadas, la lista de actividades los incluye en la sección de seguimiento y revisiones.

**Representación:** [Anexo 8]

Lista de actividades del proyecto							
						Seguimiento y revisiones	
Equipo de trabajo	Entregable	Actividad	Descripción	Recursos humanos	Recursos materiales	Cambios Realizados	Comentarios

**Figura 12** Plantilla para la lista de actividades del proyecto.

**Roles que intervienen en el proceso:**

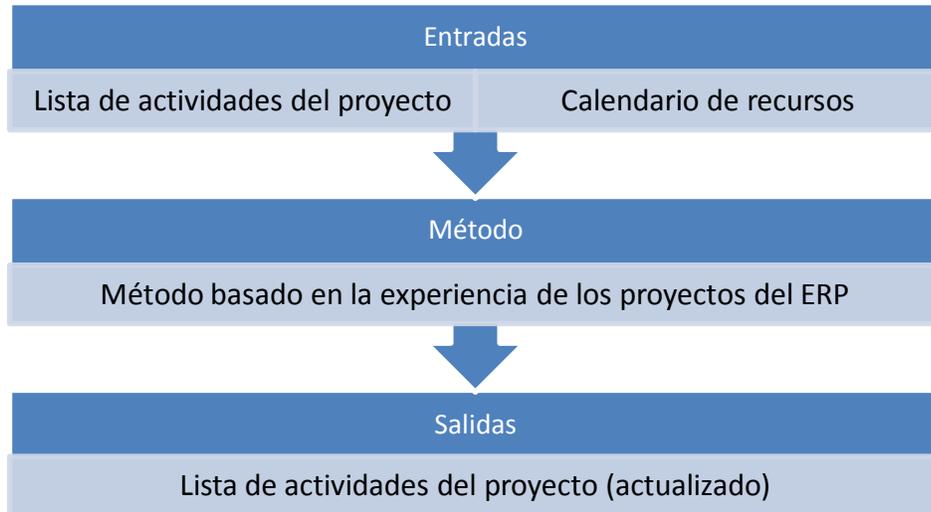
Rol responsable: Planificador

Roles involucrados: Jefe de proyecto y jefes de equipos.

**Flujo de actividades:**

#	Actividad	Responsable
1	Determinar los recursos a utilizar	Planificador, jefes de equipo
-	Determinar recursos humanos	Planificador, jefes de equipo
-	Determinar recursos materiales	Planificador, jefes de equipo
-	Determinar equipos a utilizar	Planificador, jefes de equipo
2	Determinar la cantidad de cada recurso	Planificador, jefe de proyecto, jefes de equipo
3	Determinar disponibilidad de los recursos	Planificador, jefe de proyecto
4	Actualizar la lista de actividades del proyecto para incluir la estimación de recursos	Planificador

## 2.4.4. Estimación de la duración de las actividades



**Figura 13 Proceso de estimación de la duración de las actividades.**

### **Entradas:**

- ✓ Lista de actividades del proyecto: Descrito en la sección 2.4.3.
- ✓ Calendario de recursos: Incluye la disponibilidad, las capacidades y las habilidades de los recursos humanos. También se considerarán el tipo, la cantidad, la disponibilidad y la capacidad, si correspondiera, tanto de los equipos como de los recursos materiales que podrían afectar significativamente a la duración de las actividades del cronograma. Por ejemplo, si se asigna a un miembro del personal joven y a uno experimentado con dedicación completa, en general, es de esperar que el miembro experimentado realice una actividad determinada del cronograma en menos tiempo que un miembro joven.

### **Método:**

- ✓ Método basado en la experiencia de los proyectos del ERP (descrito en la sección 2.4.3).

### **Artefactos que se generan:**

*Artefacto: Lista de actividades del proyecto (actualizado)*

**Actividad:** 2

**Responsable:** Planificador

**Descripción:** Se actualiza el documento para incluir la estimación de la duración de las actividades.

**Representación:** [Anexo 9]

Lista de actividades del proyecto							Seguimiento y revisiones	
Equipo de trabajo	Entregable	Actividad	Descripción	Recursos humanos	Recursos materiales	Duración	Cambios Realizados	Comentarios

**Figura 14** Plantilla para la lista de actividades del proyecto.

**Roles que intervienen en el proceso:**

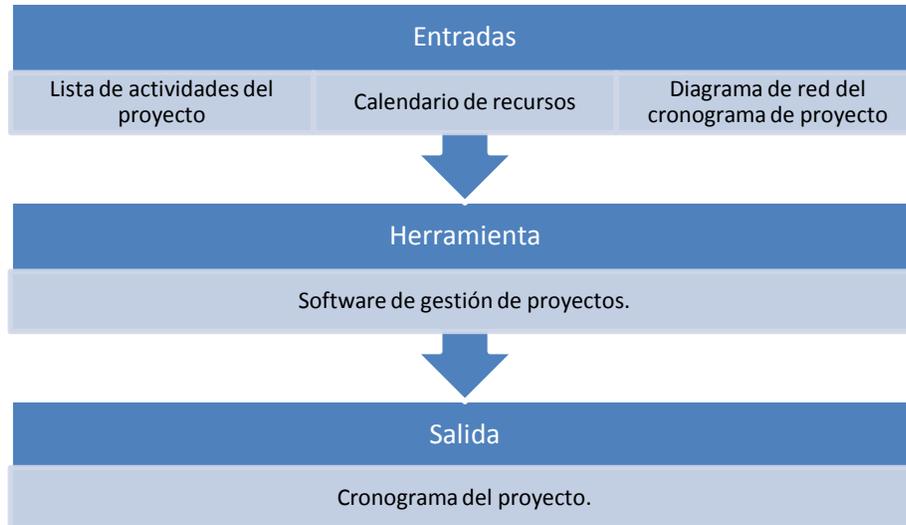
Rol responsable: Planificador.

Roles involucrados: Jefe de proyecto y jefes de equipos.

**Flujo de actividades:**

#	Actividad	Responsable
1	Estimar duración de las actividades	Planificador
-	Estimar cantidad de esfuerzo necesario para completar la actividad del cronograma.	Jefe de proyecto, jefes de equipo
-	Estimar la cantidad prevista de recursos a ser aplicados para completar la actividad.	Jefe de proyecto, jefes de equipo
-	Determinar cantidad de períodos laborables necesarios para que se cumpla la actividad.	Jefe de proyecto, jefes de equipo
2	Actualizar la lista de actividades del proyecto para incluir la estimación de la duración de las actividades.	Planificador

## 2.4.5. Planeación



**Figura 15 Proceso de planeación.**

### **Entradas:**

- ✓ Diagrama de red del cronograma del proyecto: Descrito en la sección 2.4.2.
- ✓ Lista de actividades del proyecto: Descrito en la sección 2.4.4.
- ✓ Calendario de recursos: Descrito en la sección 2.4.3.

### **Herramienta:**

- ✓ Software de gestión de proyectos

El software de gestión de proyectos para la elaboración de cronogramas se utiliza ampliamente para ayudar en el desarrollo del cronograma. Estos productos automatizan el cálculo del análisis matemático del camino crítico de recorrido hacia adelante y hacia atrás y la nivelación de recursos, y de esa manera, permiten la consideración rápida de muchas alternativas del cronograma. También se usan ampliamente para imprimir o mostrar en pantalla las salidas de los cronogramas desarrollados. Algunos de estos productos son:

- ✓ Microsoft Project
- ✓ XP – Web
- ✓ Trac
- ✓ Redmine

**Artefactos que se generan:**

*Artefacto: Cronograma del proyecto*

**Actividad: 2**

**Responsable:** Planificador

**Descripción:** Diagrama, con información de la fecha de la actividad, generalmente muestra tanto la lógica de la red del proyecto como las actividades del cronograma del camino crítico del proyecto.

**Representación:**

Task Name	Duration	Start	Finish	% Complete	Predec	Resource Names
[-] Planificación x Objetivo	146 days ?	Sat 10/10/09	Thu 08/04/10	85%		
[+] Inicio	4 days ?	Sat 10/10/09	Wed 14/10/09	100%		
[+] Modelación de la Solución	84 days ?	Tue 20/10/09	Sat 30/01/10	99%	2	Sandy
Realización del Consejo Tecnico Formal	1 day	Wed 03/03/10	Wed 03/03/10	100%	82	Dionisdel Ponce Santana
[-] Construcción	50 days ?	Mon 01/02/10	Fri 02/04/10	62%	10	Dionisdel Ponce Santana
[-] Implementación	50 days ?	Mon 01/02/10	Fri 02/04/10	62%	10	Dionisdel Ponce Santana
[+] Gestionar Grupos de Usuarios	11 days	Mon 01/02/10	Fri 12/02/10	100%	10	Hestor Bernal Vidal
[+] Gestionar Permiso	5 days	Mon 15/02/10	Sat 20/02/10	100%	86	Hestor Bernal Vidal
[+] Gestionar Actividades	14 days	Mon 01/03/10	Tue 16/03/10	82%	95	Hestor Bernal Vidal;Yuliet Galán Ran

**Figura 16 Ejemplo de cronograma**

*Observación: Esta es una vista del cronograma realizada con la herramienta Microsoft Project.*

**Roles que intervienen en el proceso:**

Rol responsable: Planificador

Roles involucrados: Jefe de proyecto y jefes de equipos.

### Flujo de actividades:

#	Actividad	Responsable
1	Revisar estimaciones.	Planificador, jefes de equipo, jefe de proyecto
-	Estimaciones de la duración.	Planificador, jefes de equipo, jefe de proyecto
-	Estimaciones de los recursos.	Planificador, jefes de equipo, jefe de proyecto
2	Definir el cronograma del proyecto	Planificador

## 2.4.6. Validación de la calidad

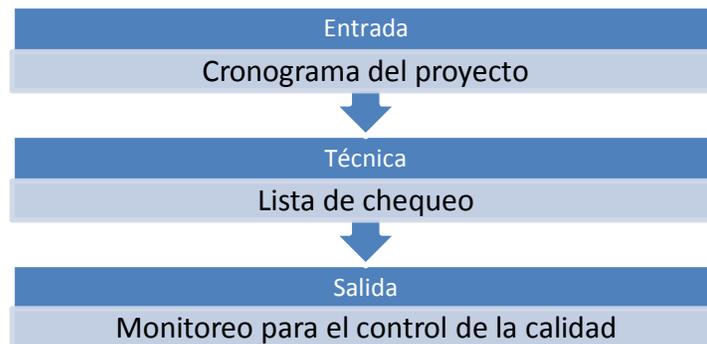


Figura 17 Proceso de validación de la calidad

### Entradas:

- ✓ Cronograma del proyecto: Descrito en la sección 2.4.5.

### Técnica:

- ✓ Lista de chequeo

Las listas de chequeo sirven desde el inicio pues norman aspectos a tener en cuenta en la confección del cronograma pero son más importantes a posteriori pues poseen gran utilidad para medir el grado de eficacia de las normas establecidas el respectivo cumplimiento de las mismas. Poseen por lo general más de un destinatario y usuario debido a que sirven tanto a quien elaboró el cronograma, para verificar que no

olvidó el cumplimiento de algún aspecto (control interno), como a quien revisa el trabajo realizado (control externo).

Las preguntas que se proponen para la evaluación del estado de un cronograma son las siguientes:

1. ¿Están desglosadas todas las actividades de cada uno de los paquetes funcionales?
2. ¿Están establecidas las dependencias entre cada una de las actividades de los paquetes funcionales?
3. ¿Está estimado el esfuerzo necesario para realizar cada actividad?
4. ¿Se encuentra actualizada la duración de cada actividad?
5. ¿Se encuentra actualizado el calendario de recursos?
6. ¿Están planificados los recursos humanos necesarios para cada actividad?
7. ¿Están planificados los recursos materiales necesarios para cada actividad?
8. ¿Está actualizada la vista uso de los recursos?
9. ¿Los hitos del proyecto están identificados en el cronograma?
10. ¿En el área de producción el cronograma tiene correspondencia con el modelo de desarrollo que utiliza el proyecto?

Para realizar este proceso en el proyecto se ha elaborado un artefacto que recoge las 10 preguntas establecidas y una métrica realizada en función de obtener de forma cualitativa y/o cuantitativa el nivel de actualización y calidad del cronograma. Además dicho artefacto posibilita plasmar las observaciones o sugerencias pertinentes que el evaluador proponga.

Si después de realizada la validación de la calidad se comprueba que la estrategia fue aplicada exitosamente pero existen atrasos en el cronograma, habría que valorar la influencia de variables extrañas que hayan afectado al cumplimiento de las actividades. Estas variables extrañas son: Lenguaje de programación, tecnología utilizada y modelo de desarrollo.



2. Según las preguntas de control establecidas, el evaluador otorga el estado (valor teniendo en cuenta el estado de actualización en que se encuentren) a cada una y el respectivo peso (se otorga en consideración a la implicación que posee para el proyecto que no sea satisfactoria la actualización del aspecto referenciado la pregunta); tanto el estado como el peso oscilan entre 1 y 5 según dichas escalas :

Escala del estado

- ✓ 0-2 Desactualizado
- ✓ 3-Regular
- ✓ 4- Adecuado
- ✓ 5-Excelente

Escala del Peso

- ✓ 0-2 Necesario
- ✓ 3-Importante
- ✓ 4-Muy Importante
- ✓ 5-Imprescindible

3. Luego se multiplica el valor del peso con el estado de cada pregunta y se divide entre 5 y se obtiene la calificación de cada pregunta.
4. Se obtiene finalmente la evaluación de forma cuantitativa calculando el promedio de las calificaciones de las preguntas de control y de forma cualitativa comparando con la misma escala establecida para el estado.
5. Por último también se pueden reflejar observaciones o recomendaciones a cada pregunta y de forma general.

**Rol que interviene en el proceso:** Jefe de proyecto

### Flujo de actividades:

#	Actividad	Responsable
1	Realizar lista de chequeo	Planificador
2	Chequear calidad del proceso en las áreas	Planificador
3	Determinar calidad de la planificación	Planificador

## 2.5. Roles y responsabilidades

A continuación se definen los roles que intervienen en los procesos que componen la estrategia y las responsabilidades que estos van a asumir para lograr los objetivos trazados.

- ✓ Jefe de proyecto: Encargado de planificar, administrar, asignar recursos, definir prioridades, identificar riesgos y estrategias para mitigarlos. Es el máximo responsable de mantener al equipo enfocado e integrado, de coordinar la interacción con clientes y usuarios, monitorear y controlar el avance del proyecto mediante informes mensuales, semanales y diarios, y gestionar adecuadamente las situaciones imprevistas que se presenten.
- ✓ Planificador: Responsable de trazar la estrategia general de planificación y de controlar los recursos materiales. Es el encargado de integrar las planificaciones de los distintos equipos de trabajo, realizar el seguimiento periódico de las mismas, y confeccionar informes de estado que muestren el avance de las tareas planificadas.
- ✓ Jefe de equipo: Encargado de planificar, supervisar y controlar las actividades asociadas a su equipo de trabajo. Gestiona administrativamente los recursos que tiene asignados (humanos y materiales) en función de las tareas y objetivos a cumplir en cada iteración.

### Clasificación de roles a nivel de procesos

Los roles se han clasificado atendiendo a la responsabilidad que van a asumir en el proceso y en las actividades (acciones), en: Rol responsable (del proceso) y roles involucrados.

En cada proceso solamente va a existir un único rol responsable del mismo, que será la máxima autoridad durante la ejecución del proceso y velará por el logro de los objetivos.

Sin embargo, los roles involucrados pueden estar presentes o no en un determinado proceso, (en dependencia del grado de protagonismo que tenga el rol responsable sobre las actividades y las acciones que conformen dicho proceso) y van a desempeñarse como responsables de las actividades y acciones de este.

La clasificación de los roles según este criterio es la siguiente:

**Tabla 1. Clasificación de roles a nivel de procesos**

Roles Responsables	Roles Involucrados
Jefe de proyecto	Jefe de proyecto
Planificador	Planificador
	Jefe de Equipo

## 2.6. Conclusiones del capítulo

Con la realización de este capítulo se puede concluir que se le dieron cumplimiento a todos los objetivos trazados para el desarrollo de la estrategia de planificación de Sistemas de Gestión Empresarial, se describieron detalladamente los procesos, roles, y artefactos que componen la misma a partir de la experiencia alcanzada en los proyectos que se desarrollan en el Centro de Informatización de la Gestión de Entidades (CEIGE).

# Capítulo 3: Evaluación de la Propuesta

## 3.1. Introducción

En el capítulo anterior se realizó la descripción de la propuesta, la cual en este capítulo será validada por un comité de expertos. Para la evaluación técnica de la propuesta se empleará un método cuantitativo que tiene como fundamento la evaluación por parte de expertos en el tema de criterios definidos. En el transcurso de este capítulo se describe el método a aplicar y se muestran los resultados derivados de la evaluación.

## 3.2. Método para la validación de la propuesta

Los juicios de expertos se pueden obtener por métodos grupales o por métodos de experto único. Se pueden seguir, entre otros, el método de agregados individuales, el método Delphi, la técnica grupal nominal y el método de consenso grupal.

### ✓ Método de agregados individuales

Se pide individualmente a cada experto que dé una estimación directa de la probabilidad de éxito o de fracaso en cada una de las tareas descritas. Después se tratan estadísticamente los datos recogidos. Lo habitual es calcular la media aritmética del conjunto de estimaciones individualmente obtenidas, para cada tarea. Esto se hace presuponiendo que el conjunto de los datos posibles tiene una distribución simétrica y, por tanto, la media aritmética es un buen índice de tendencia central.

Este es un método económico porque, al igual que el método Delphi, no exige que se reúna a los expertos en un lugar determinado. Puede parecer un método limitado porque los expertos no pueden intercambiar sus opiniones, puntos de vista y experiencia, ya que se les requiere individualmente; no obstante, esta limitación puede ser precisamente lo que se esté buscando para evitar los sesgos de los datos ocasionados por conflictos interpersonales, presiones entre los expertos, etc.

### ✓ Método Delphi

Este método fue creado en 1948 para obtener la opinión de expertos de una manera sistemática. En un primer momento, cada experto responde de manera individual y anónima a un cuestionario. Después se

analizan las respuestas del conjunto de expertos, se remite a cada uno la respuesta mediana obtenida, así como el intervalo intercuartil para cada cuestión y se les pide que reconsideren su juicio anterior, teniendo en cuenta estos datos. En cada una de las tres o cuatro «vueltas» siguientes, se informa a los expertos de cual es la mediana del grupo y se les propone revisar su juicio anterior. Todo juicio individual que quede fuera del intervalo intercuartil en que se mueve el grupo de expertos tiene que estar debidamente justificado o argumentado.

Una débil dispersión de los juicios obtenidos en la última vuelta indicaría que se ha alcanzado un consenso. La mediana de las respuestas obtenidas en esta última vuelta es el valor que se estaba buscando. Se emplea este estadístico de tendencia central (mediana), porque se presupone que las puntuaciones posibles de los expertos se distribuyen de forma asimétrica.

Con el método Delphi, los expertos comparten en cierto modo sus opiniones, sin que existan discusiones ni confrontaciones directas entre ellos.

#### ✓ Técnica grupal nominal

El primer paso es reunir a los expertos (entre ocho y diez personas) y pedirles que registren, individualmente y sin intercambiar opiniones, sus propias puntuaciones y considerandos respecto a las probabilidades de error para cada una de las tareas/actividades que se les detallan. Después, cada experto expone a los demás las puntuaciones y principales considerandos registrados y al acabar esta ronda, todos los expertos disponen de la relación común del grupo. El paso siguiente consiste en un debate altamente estructurado de cada uno de los apartados de esta. Finalmente, cada experto, de forma individual y por escrito, puntúa y argumenta las probabilidades de error para cada tarea/actividad considerada.

En general, se procede como con el método Delphi, con la salvedad de que en esta técnica se permite algún debate entre los expertos, para que aclaren y compartan la información que cada uno está considerando. No obstante, las discusiones son limitadas y así se limita también la presión de los expertos sobre los juicios de otros. Aunque hay intercambio de pareceres, los juicios se emiten de forma individual y la estimación final suele ser la media aritmética del conjunto de las estimaciones dadas por los expertos.

Para emplear esta técnica conviene que el grupo de expertos sea pequeño, se fomente la libre expresión y se eviten las críticas (discusiones tensas), el sistema de votación y el regateo. El éxito de la técnica

depende, por una parte, de la habilidad y la experiencia de quien hace de moderador del grupo y por otra, de la buena voluntad del grupo de expertos para trabajar juntos en un marco altamente estructurado.

✓ Método del consenso grupal

Se necesita reunir a los expertos en un lugar determinado. Entonces se indica al grupo que su tarea consiste en lograr una estimación de la probabilidad de éxito o de fracaso para cada tarea, que sea satisfactoria para todos los expertos. Con estas instrucciones se maximizan los intercambios de información y opiniones dentro del grupo de expertos. Si el grupo no logra un consenso, puede intentarse un consenso artificial recogiendo las estimaciones individuales y sintetizándolas estadísticamente. Este método, como el anterior, también precisa que el grupo de expertos sea pequeño, se fomente la libre expresión y se eviten las discusiones tensas y los sistemas de votación.

El método Delphi pretende extraer y maximizar las ventajas que presentan los métodos basados en grupos de expertos y minimizar sus inconvenientes. Para ello se aprovecha la sinergia del debate en el grupo y se eliminan las interacciones sociales indeseables que existen dentro de todo grupo. De esta forma se espera obtener un consenso lo más fiable posible del grupo de expertos. [SELLTIZ, 1973]

Para realizar la evaluación técnica de la propuesta se utiliza el método de criterios de expertos (Técnica Delphi) por la posibilidad que ofrece de obtener información de forma independiente, de intercambio de información y de evitar evaluaciones superficiales.

Los pasos a seguir son los siguientes:

1. Se elabora los criterios de evaluación de acuerdo a las características de la propuesta y se organizan por grupos [Anexo 11].
2. Se le asigna un peso relativo a cada grupo de criterios de acuerdo al porcentaje que representa cada grupo del total y los intereses a evaluar.

Grupo No.1-----	20
Grupo No.2-----	30
Grupo No.3-----	20
Grupo No.4 -----	30

3. Se organiza un comité de expertos con una cantidad mínima de 7 teniendo en cuenta su especialidad (Gestión de proyectos), grado científico (Ingeniero o Máster) y currículum (Más de 1 año y medio de experiencia como planificador, líder de gestión o líder de proyecto).
4. Se les entrega a los expertos la propuesta para que estudien el tema a evaluar y dos modelos, uno para que valore el peso relativo de cada criterio y así poder calcular la concordancia entre los expertos [Anexo 11] y otro para calcular el nivel de aceptación de la propuesta con una escala de 1-5 y la apreciación cualitativa con una clasificación final de la propuesta en excelente, bueno, aceptable, cuestionable y malo. También se da la posibilidad de emitir su opinión haciendo una valoración final de la propuesta, proponiendo todas aquellas consideraciones que estimaron convenientes [Anexo 12].
5. Para calcular la concordancia en el trabajo de los expertos después de recibir los valores del peso relativo de cada criterio, se construye la Tabla 2 donde:

E: Es el número de expertos que realizan la evaluación

C: Es el número de criterios que son evaluados.

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

**Tabla 2. Resumen de la evaluación emitida por los expertos.**

G	C/E	E <sub>1</sub>	E <sub>2</sub>	E <sub>3</sub>	E <sub>4</sub>	E <sub>5</sub>	E <sub>6</sub>	E <sub>7</sub>	E <sub>p</sub>
20	C <sub>1</sub>								
	C <sub>2</sub>								
	C <sub>3</sub>								
30	C <sub>4</sub>								
	C <sub>5</sub>								
	C <sub>6</sub>								
	C <sub>7</sub>								

20	C <sub>8</sub>								
	C <sub>9</sub>								
	C <sub>10</sub>								
30	C <sub>11</sub>								
	C <sub>12</sub>								
	C <sub>13</sub>								
T									

6. Se utiliza el coeficiente de concordancia de Kendall y el estadígrafo Chi cuadrado (X<sup>2</sup>) para verificar la consistencia en el trabajo de los expertos, para esto se sigue con el siguiente procedimiento.

- Para cada criterio se determina:

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

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

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

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

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

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

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

$$W = S / E^2 (C^3 - C) / 12$$

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

$$X^2 = E (C-1) W$$

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

**Tabla 3. Tabla resumen para el cálculo de concordancia de Kendall**

Expertos/Criterios	E <sub>1</sub>	E <sub>2</sub>	E <sub>3</sub>	E <sub>4</sub>	E <sub>5</sub>	E <sub>6</sub>	E <sub>7</sub>	ΣE	E <sub>p</sub>	ΔC	ΔC <sup>2</sup>
C <sub>1</sub>								0	0	0	0
C <sub>2</sub>								0	0	0	0
C <sub>3</sub>								0	0	0	0
C <sub>4</sub>								0	0	0	0
C <sub>5</sub>								0	0	0	0
C <sub>6</sub>								0	0	0	0
C <sub>7</sub>								0	0	0	0
C <sub>8</sub>								0	0	0	0
C <sub>9</sub>								0	0	0	0
C <sub>10</sub>								0	0	0	0
C <sub>11</sub>								0	0	0	0
C <sub>12</sub>								0	0	0	0
C <sub>13</sub>								0	0	0	0
DC	0										
MΣE	0										
W	0										
X <sup>2</sup>	0										

- El Chi cuadrado calculado se compara con el obtenido del las tablas estadísticas

Si se cumple:

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

Existe concordancia en el trabajo de expertos.

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

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

1. Para determinar el nivel de aceptación se debe definir el peso relativo de cada criterio (P).
2. Conociendo el peso de cada criterio y la calificación dada por los evaluadores en una escala de 1-5 se puede construir la Tabla 5, para obtener el valor de  $P \times c$ , donde (c), es el criterio promedio concebido por los expertos.

**Tabla 4. Resumen de la clasificación de cada criterio**

Criterios	Clasificación (c)					P	P x c
	1	2	3	4	5		
C1							
C2							
C3							
C4							
C5							
C6							
C7							
C8							
C9							
C10							
C11							
C12							
C13							

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

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

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

IA > 0,7 Existe alta probabilidad de éxito

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

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

0,3 > IA Fracaso seguro

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

Para la validación de la propuesta se seleccionaron 7 expertos, teniendo en cuenta su currículum, experiencia laboral y área a la que pertenece en estos momentos.

A cada experto se les entregó una encuesta con dos modelos, para que formularan su opinión dándole peso a cada criterio, con estos valores se construyó la tabla de peso relativo de cada criterio [Anexo 13].

Luego se calculó la concordancia entre los expertos [Anexo 14]. Con los valores de la tabla anterior, lo que dio como resultado:

$X^2$  real es 25,2027, para seleccionar el  $X^2$  de la tabla de Distribución Chi Cuadrado [Anexo 15] se toma  $1-\alpha=0.99$  donde  $\alpha$  es el error permisible, entonces  $\alpha=0.01$ . Debe cumplirse que  $X^2 < X^2_{(\alpha, c-1)}$ .

El cálculo arrojó como resultado:

25,2027 < 26,2170, por lo que se llega a la conclusión de que existe concordancia entre los expertos y se puede pasar a la construcción de la tabla de clasificación de cada criterio para saber el índice de aceptación que tuvo la propuesta [Anexo 16].

Una vez que estén los datos en la tabla se calcula el Índice de Aceptación (IA) que sería: 0.862, el cual se compara con los valores que aparecen a continuación.

*IA > 0,7 Existe alta probabilidad de éxito*

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

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

0,3 > IA Fracaso seguro

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

### **3.5. Conclusiones del capítulo**

Teniendo en cuenta los resultados obtenidos, se cree que la estrategia propuesta para la planificación de Sistemas de Gestión Empresarial describe todos los procesos necesarios para una buena práctica de la misma y explica además las técnicas aplicables en cada proceso, que roles realizan las actividades, que artefactos se utilizan y generan, además de las plantillas propuestas para los artefactos generados.

Al aplicar el método y analizar los resultados se obtuvo una alta probabilidad de éxito por lo que la aplicación de la propuesta debe brindar resultados favorables.

Esta información es suficiente para demostrar que la estrategia propuesta es válida y está apta para su aplicación en los Sistemas de Gestión Empresarial.

## **Conclusiones generales**

Con este trabajo se demostró la necesidad de la elaboración de la investigación. Se obtuvo una estrategia que ayudará a gestionar de forma integral el proceso de desarrollo de Sistemas de Gestión Empresarial en concordancia con el proceso de mejora que se lleva a cabo en la UCI. Además se logró diseñar métricas de esfuerzo para cada disciplina del proceso productivo de software basado en la experiencia de los proyectos desarrollados en la fase 1 del programa ERP Cuba.

La estrategia, aunque se ajusta a las características específicas de proyectos que desarrollan Sistemas de Gestión Empresarial, puede ser aplicada a otros proyectos con características similares.

## Recomendaciones

- ✓ Implantar la estrategia en el Centro de Informatización de la Gestión de Entidades.
- ✓ Actualizar progresivamente las métricas según la incorporación de nuevos datos en la base de conocimiento de la experiencia en los proyectos del programa ERP Cuba.
- ✓ Incorporar en la ficha de los procesos, herramientas que automaticen las actividades definidas, lo cual pudiera ser objetivo de otra investigación o trabajo posterior.

## Bibliografía

CLAUDIO PERISSE, M. *Proyecto Informático*. Argentina, 2001.

COSTA, S. *La planificación*.

DRUDIS, A. *Planificación, Organización y Gestión de proyectos*. Barcelona, Ediciones Gestión 2.000 S.A. .

GONZALES, R. G. *Técnicas de estimación de costo y esfuerzo*, Instituto Tecnológico de ciudad de Guzmán, 2000.

GRACIA, J. *Gestión de Proyectos con SCRUM*, 2006.

J., G. J. C. *Administración exitosa de proyectos*. Internacional Thompson Editores S.A. de C.V, South Western Collage Publishing, 1999.

JACOBSON, I. B., GRADY; RUMBAUGH, JAMES. *El Proceso unificado de Desarrollo de Software*, 2000.

MATHES, J. *Planificación de Sistemas Informáticos*, 1988. pág.217.

MCCONNELL. *Desarrollo y Gestión de Proyectos Informáticos*. Madrid, Mc Graw Hill, 1997.

MERCADO, S. *Administración aplicada. Teoría y Práctica*, Editorial: Limusa, 1995.

MORA, J. *Transformación y gestión curricular*, Universidad de Antioquia, 1999.

PMI. *Guía del PMBOK. Libro de Estándares para la Gestión de Proyectos*, 2004.

PRESSMAN, R. S. *Ingeniería del Software. Un enfoque práctico*, Editorial: Félix Varela, Cuba, 2005.

RABEY, G. *Cómo supervisar un Equipo*. Barcelona, Ediciones: Folio S.A, 1994.

RIACES. *Glosario*.

SCHWABER, K. *Agile Project Management*, 2004.

SEI. *Areas of Work: Management*.

SELLTIZ, C. *Métodos de investigación de las relaciones sociales*. Madrid, Ediciones Rialps, 1973.

SOLARTE, L. *Manual de Gestión de Proyectos*. Universidad del Valle, 2001.

TUBS, S. L. Y. C., DARREL H. *Leadership and Organizational Change*.

W.R., C. D. K. *Manual para la administración de proyectos*. México, Editorial CECSA, 1990.

WEISS, W. J. W., K. ROBERT. *Dirección de Proyectos. Las fases de su desarrollo*, Editorial: Addison-Wesley Iberoamericana, 1994.

## Glosario de términos

**Estrategia:** Conjunto de acciones que se llevan a cabo para lograr un determinado fin. Es el proceso seleccionado mediante el cual se espera lograr alcanzar un estado futuro.

**Gestión de proyecto:** Se basa en la regulación de la administración durante el ciclo de vida del desarrollo de un proyecto. Abarca los procesos de planificación, seguimiento, control, y se encarga además de la toma de decisiones mediante el análisis y la puesta en práctica de estrategias alternativas que solucionen las situaciones no planificadas que pudieran presentarse.

**Planificación:** Es el proceso de la gestión de proyectos que permite definir los objetivos y determinar los medios para alcanzarlos, mediante la realización de planes razonables que garanticen el cumplimiento en tiempo de las actividades previamente establecidas y el uso eficiente de los recursos.

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

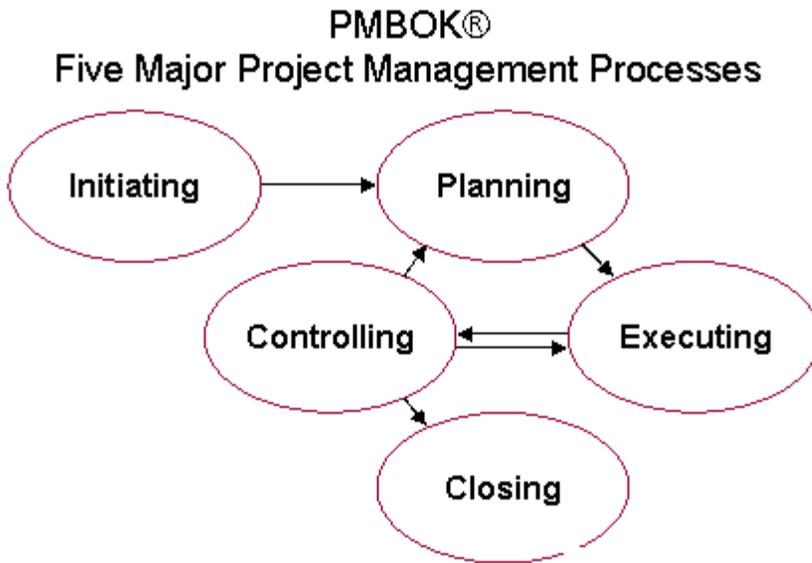
**Rol:** Función que alguien o algo cumple, papel de un actor, que proviene del francés rôle.

**Artefacto:** Cualquier obra manual realizada con un propósito o función técnica específica.

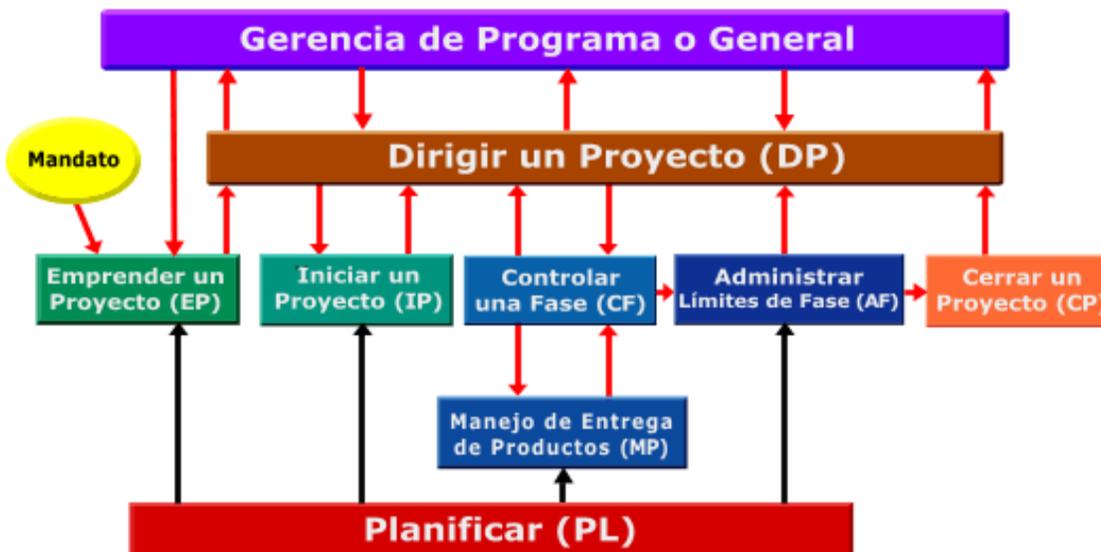
**Método:** Es un orden que debe imponer a los diferentes procesos necesarios para lograr un fin dado o resultados.

# Anexos

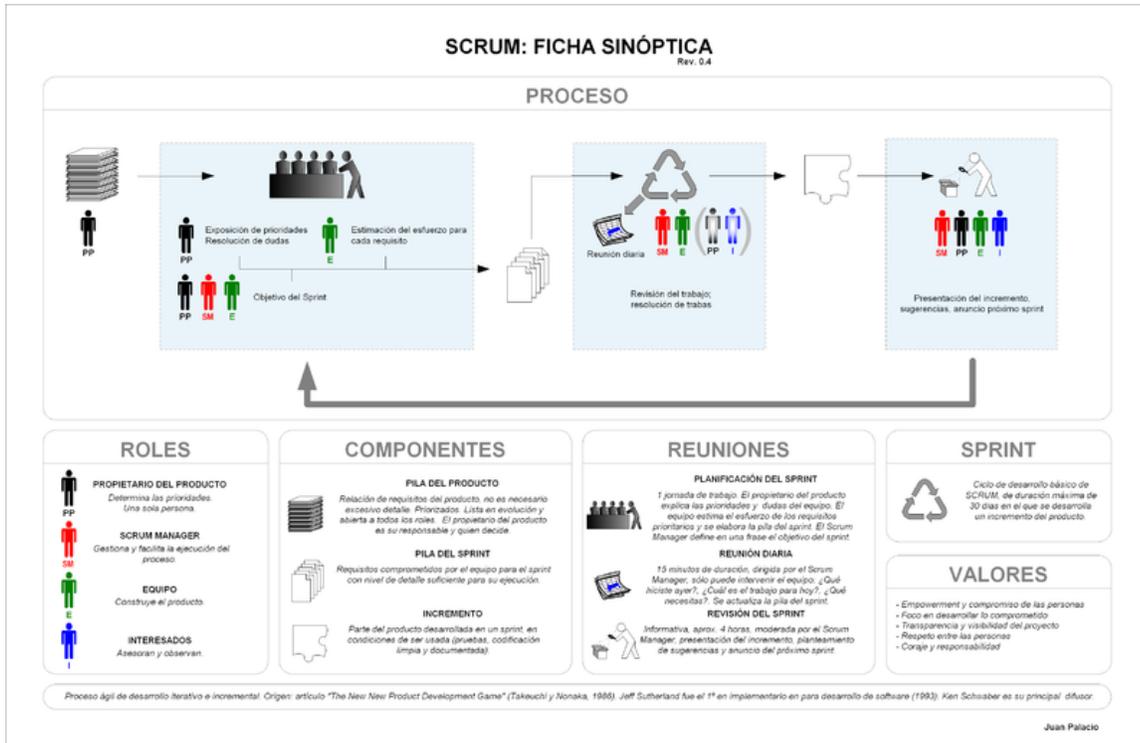
## Anexo 1: Grupos de Procesos del PMBOK



## Anexo 2: Modelo de Procesos PRINCE2



### Anexo 3: Modelo de Procesos SCRUM



### Anexo 4: Lista de actividades del proyecto

Lista de actividades del proyecto			
Equipo de trabajo	Entregable	Actividad	Descripción

**Anexo 5: Lista de actividades del proyecto (actualizada)**

Lista de actividades del proyecto					
				Seguimiento y revisiones	
Equipo de trabajo	Entregable	Actividad	Descripción	Cambios Realizados	Comentarios

**Anexo 6: Información sobre proyectos del ERP**



*Disciplina: Estudio preliminar*

<b>Proyecto</b>	<b>Tiempo</b>
-----------------	---------------

Proyecto grande	48 semanas
Proyecto mediano	14 semanas
Proyecto pequeño	10 semanas

*Disciplina: Modelado del negocio*

Proyecto	Esfuerzo
Proyecto grande	10428 horas/hombre
Proyecto mediano	5214 horas/hombre
Proyecto pequeño	5016 horas/hombre

Nota:

Se considera a un proyecto pequeño cuando tiene de 1 a 5 procesos.

Se considera a un proyecto mediano cuando tiene de 6 a 10 procesos.

Se considera a un proyecto grande cuando tiene de 11 procesos en adelante

.

*Disciplina: Requisitos*

Proyecto	Esfuerzo
Proyecto grande	74184 horas/hombre
Proyecto mediano	12540 horas/hombre
Proyecto pequeño	6270 horas/hombre

Nota:

Se considera a un proyecto pequeño cuando tiene de 1 a 100 requisitos.

Se considera a un proyecto mediano cuando tiene de 101 a 199 requisitos.

Se considera a un proyecto grande cuando tiene de 200 procesos en requisitos

*Disciplina: Implementación*

<b>Paquete Funcional</b>
--------------------------

<b>Volumen</b>	<b>Nivel de integración</b>	<b>Complejidad</b>	<b>Esfuerzo (Horas/Hombre)</b>
Alto	Dependencia total	Alta	46464
Alto	Dependencia total	Media	20856
Alto	Dependencia total	Baja	14555
Alto	Dependencia parcial	Alta	44704
Alto	Dependencia parcial	Media	13112
Alto	Dependencia parcial	Baja	11000
Alto	No dependiente	Alta	27808
Alto	No dependiente	Media	15503
Alto	No dependiente	Baja	12806
Medio	Dependencia total	Alta	30096
Medio	Dependencia total	Media	13337
Medio	Dependencia total	Baja	6952
Medio	Dependencia parcial	Alta	19866
Medio	Dependencia parcial	Media	8346
Medio	Dependencia parcial	Baja	7524
Medio	No dependiente	Alta	15110
Medio	No dependiente	Media	7958
Medio	No dependiente	Baja	4820
Bajo	Dependencia total	Alta	16642
Bajo	Dependencia total	Media	6341
Bajo	Dependencia total	Baja	4988
Bajo	Dependencia parcial	Alta	10428
Bajo	Dependencia parcial	Media	4808
Bajo	Dependencia parcial	Baja	4620
Bajo	No dependiente	Alta	8764
Bajo	No dependiente	Media	4640
Bajo	No dependiente	Baja	3340

*Disciplina: Pruebas*

<b>Proyecto</b>	<b>Esfuerzo</b>
Proyecto grande	45936 horas/hombre
Proyecto mediano	61248 horas/hombre
Proyecto pequeño	80248 horas/hombre

Nota: Los estudiantes trabajan a la semana 35 horas y los profesionales 44.

**Anexo 7: Calendario de recursos**

Calendario de recursos	
Recursos	Tiempo ocioso
<b>Humanos</b>	
<b>Materiales</b>	

**Anexo 8: Lista de actividades del proyecto (actualizada)**

Lista de actividades del proyecto							
						Seguimiento y revisiones	
Equipo de trabajo	Entregable	Actividad	Descripción	Recursos humanos	Recursos materiales	Cambios Realizados	Comentarios

**Anexo 9: Lista de actividades del proyecto (actualizada)**

Lista de actividades del proyecto								
							Seguimiento y revisiones	
Equipo de trabajo	Entregable	Actividad	Descripción	Recursos humanos	Recursos materiales	Duración	Cambios Realizados	Comentarios


### Anexo 10: Monitoreo para el control de la calidad

<b>Fecha:</b>	
<b>Área chequeada:</b>	
<b>Nombre del responsable del área:</b>	

Pregunta	Estado	Peso	Calificación	Observación
¿Están desglosadas todas las actividades de cada uno de los paquetes funcionales?	-	-	-	
¿Están establecidas las dependencias entre cada una de las actividades de los paquetes funcionales?	-	-	-	
¿Está estimado el esfuerzo necesario para realizar cada actividad?	-	-	-	
¿Se encuentra actualizada la duración de cada actividad?	-	-	-	
¿Se encuentra actualizado el calendario de recursos?	-	-	-	
¿Están planificados los recursos humanos necesarios para cada actividad?	-	-	-	
¿Están planificados los recursos materiales necesarios para cada actividad?	-	-	-	
¿Está actualizada la vista uso de los recursos?	-	-	-	
¿Los hitos del proyecto están identificados en el cronograma?	-	-	-	
¿En el área de producción el cronograma tiene correspondencia con el modelo de desarrollo que utiliza el proyecto?	-	-	-	

<b>Evaluación final:</b>	-
--------------------------	---

### Observaciones generales

--

Evaluado por:

Cargo que posee:

--

--

## Anexo 11: Guía para Informar el Peso de los Criterios

### Modelo No. 1

#### Guía para informar el peso de los criterios.

Fecha de recepción \_\_\_\_\_

Fecha de entrega \_\_\_\_\_

Experto # \_\_\_\_\_

El peso total asignado debe ser 100, usted le otorgará un peso a cada criterio de acuerdo a su opinión y el peso total de cada grupo debe sumar:

Grupo No.1----- 20

Grupo No.2----- 30

Grupo No.3----- 20

Grupo No.4 -----30

#### Grupo No. 1: Criterios de mérito científico

1) Valor científico de la propuesta.

Peso: \_\_\_\_\_

2) Calidad de la investigación.

Peso: \_\_\_\_\_

3) Aporte científico.

Peso: \_\_\_\_\_

Grupo No. 2: Criterios implantación

4) Satisfacción de las necesidades de los proyectos que desarrollan Sistemas de Gestión Empresarial.

Peso: \_\_\_\_\_

5) Necesidad del empleo de la propuesta.

Peso: \_\_\_\_\_

6) Uso de los modelos de Gestión de Proyectos estudiados

Peso: \_\_\_\_\_

7) Los ingenieros deben de tener conocimiento sobre el flujo de trabajo de las actividades para llevar a cabo una adecuada Gestión de Proyectos.

Peso: \_\_\_\_\_

Grupo No.3: Criterios de flexibilidad

8) Adaptabilidad al proceso de calidad de otros proyectos productivos.

Peso: \_\_\_\_\_

9) Facilidad de los de entendimiento artefactos propuestos.

Peso: \_\_\_\_\_

10) Fácil interpretación de las técnicas y herramientas de Gestión de Proyectos propuestas.

Peso: \_\_\_\_\_

Grupo No.4: Criterios de impacto

11) Repercusión de la estrategia propuesta para llevar a cabo la planificación en los proyectos que desarrollan Sistemas de Gestión Empresarial.

Peso: \_\_\_\_\_

12) Aceptación de la propuesta por los líderes de proyectos.

Peso: \_\_\_\_\_

13) Impacto de la propuesta en el proyecto.

Peso: \_\_\_\_\_

**Valoraciones o sugerencias:**

## **Anexo 12: Guía para la evaluación**

### **Modelo No. 2**

#### **Guía para la evaluación.**

Fecha de recepción \_\_\_\_\_

Fecha de entrega \_\_\_\_\_

Experto # \_\_\_\_\_

Criterios de medida que se evalúan en una escala de 1 – 5

#### Grupo No. 1: Criterios de mérito científico

Valor científico de la propuesta.

Peso: \_\_\_\_\_

Calidad de la investigación.

Peso: \_\_\_\_\_

Aporte científico.

Peso: \_\_\_\_\_

#### Grupo No. 2: Criterios implantación

Satisfacción de las necesidades de los proyectos que desarrollan Sistemas de Gestión Empresarial.

Peso: \_\_\_\_\_

Necesidad del empleo de la propuesta.

Peso: \_\_\_\_\_

Uso de los modelos de Gestión de Proyecto estudiados

Peso: \_\_\_\_\_

Los ingenieros deben de tener conocimiento sobre el flujo de trabajo de las actividades para llevar a cabo una adecuada Gestión de Proyectos.

Peso: \_\_\_\_\_

#### Grupo No.3: Criterios de flexibilidad

Adaptabilidad al proceso de calidad de otros proyectos productivos.

Peso: \_\_\_\_\_

Facilidad de los de entendimiento artefactos propuestos.

Peso: \_\_\_\_\_

Fácil interpretación de las técnicas y herramientas de Gestión de Proyectos propuestas.

Peso: \_\_\_\_\_

#### Grupo No.4: Criterios de impacto

Repercusión de la estrategia propuesta para llevar a cabo la planificación en los proyectos que desarrollan Sistemas de Gestión Empresarial.

Peso: \_\_\_\_\_

Aceptación de la propuesta por los líderes de proyectos.

Peso: \_\_\_\_\_

Impacto de la propuesta en el proyecto.

Peso: \_\_\_\_\_

#### Categoría final del proyecto

\_\_\_ Excelente: Alta novedad científica, con aplicabilidad y resultados relevantes.

\_\_\_ Bueno: Novedad científica, resultados destacados.

\_\_\_ Aceptable: Suficientemente bueno con reservas.

\_\_\_ Cuestionable: No tiene relevancia científica y los resultados son malos.

\_\_\_ Malo: No aplicable.

#### Valoración final

Sugerencias del evaluador para mejorar la calidad del proyecto

Elementos críticos que deben mejorarse.

**Anexo 13: Tabla de los valores del peso relativos a cada criterio**

G	C/E	E <sub>1</sub>	E <sub>2</sub>	E <sub>3</sub>	E <sub>4</sub>	E <sub>5</sub>	E <sub>6</sub>	E <sub>7</sub>	E <sub>p</sub>
20	C <sub>1</sub>	6	5	7	10	5	6	6	6,42857143
	C <sub>2</sub>	9	10	7	6	10	8	9	8,42857143
	C <sub>3</sub>	5	5	6	4	5	6	5	5,14285714
30	C <sub>4</sub>	5	5	7	9	5	5	5	5,85714286
	C <sub>5</sub>	10	10	10	9	9	10	8	9,42857143
	C <sub>6</sub>	6	5	6	6	7	5	7	6
	C <sub>7</sub>	9	10	7	6	9	10	10	8,71428571
20	C <sub>8</sub>	4	5	5	7	5	5	6	5,28571429
	C <sub>9</sub>	12	10	8	7	11	10	10	9,71428571
	C <sub>10</sub>	4	5	7	6	4	5	4	5
30	C <sub>11</sub>	10	15	9	9	11	10	9	10,4285714
	C <sub>12</sub>	10	5	6	9	9	12	10	8,71428571
	C <sub>13</sub>	10	10	15	12	10	8	11	10,8571429
T		100	100	100	100	100	100	100	100

**Anexo 14: Tabla para el cálculo de Concordancia**

Expertos/ Criterios	E <sub>1</sub>	E <sub>2</sub>	E <sub>3</sub>	E <sub>4</sub>	E <sub>5</sub>	E <sub>6</sub>	E <sub>7</sub>	ΣE	E <sub>p</sub>	ΔX	ΔX <sup>2</sup>
C <sub>1</sub>	6	5	7	10	5	6	6	45	6,42857143	-8,84615385	78,2544379
C <sub>2</sub>	9	10	7	6	10	8	9	59	8,42857143	5,15384615	26,5621302
C <sub>3</sub>	5	5	6	4	5	6	5	36	5,14285714	-17,8461538	318,485207
C <sub>4</sub>	5	5	7	9	5	5	5	41	5,85714286	-12,8461538	165,023669
C <sub>5</sub>	10	10	10	9	9	10	8	66	9,42857143	12,1538462	147,715976
C <sub>6</sub>	6	5	6	6	7	5	7	42	6	-11,8461538	140,331361
C <sub>7</sub>	9	10	7	6	9	10	10	61	8,71428571	7,15384615	51,1775148
C <sub>8</sub>	4	5	5	7	5	5	6	37	5,28571429	-16,8461538	283,792899
C <sub>9</sub>	12	10	8	7	11	10	10	68	9,71428571	14,1538462	200,331361

<b>C<sub>10</sub></b>	4	5	7	6	4	5	4	35	5	-18,8461538	355,177515
<b>C<sub>11</sub></b>	10	15	9	9	11	10	9	73	10,4285714	19,1538462	366,869822
<b>C<sub>12</sub></b>	10	5	6	9	9	12	10	61	8,71428571	7,15384615	51,1775148
<b>C<sub>13</sub></b>	10	10	15	12	10	8	11	76	10,8571429	22,1538462	490,792899
<b>DC</b>	100	100	100	100	100	100	100	700	100	0	2675,69231
<b>MΣE</b>	53,8461538										
<b>W</b>	0,30003278										
<b>X<sup>2</sup></b>	25,2027533										

### Anexo 15: Tabla de Distribución Chi Cuadrado

La siguiente tabla es una parte de la tabla de Distribución Chi Cuadrado.

P = Probabilidad de encontrar un valor mayor o igual que el Chi cuadrado tabulado,

v = Grados de Libertad

v/p	0,001	0,0025	0,005	0,01	0,025	0,05	0,1	0,15	0,2	0,25	0,3	0,35	0,4	0,45	0,5
1	10,8274	9,1404	7,8794	6,6349	5,0239	3,8415	2,7055	2,0722	1,6424	1,3233	1,0742	0,8735	0,7083	0,5707	0,4549
2	13,8150	11,9827	10,5965	9,2104	7,3778	5,9915	4,6052	3,7942	3,2189	2,7726	2,4079	2,0996	1,8326	1,5970	1,3863
3	16,2660	14,3202	12,8381	11,3449	9,3484	7,8147	6,2514	5,3170	4,6416	4,1083	3,6649	3,2831	2,9462	2,6430	2,3660
4	18,4662	16,4238	14,8602	13,2767	11,1433	9,4877	7,7794	6,7449	5,9886	5,3853	4,8784	4,4377	4,0446	3,6871	3,3567
5	20,5147	18,3854	16,7496	15,0863	12,8325	11,0705	9,2363	8,1152	7,2893	6,6257	6,0644	5,5731	5,1319	4,7278	4,3515
6	22,4575	20,2491	18,5475	16,8119	14,4494	12,5916	10,6446	9,4461	8,5581	7,8408	7,2311	6,6948	6,2108	5,7652	5,3481
7	24,3213	22,0402	20,2777	18,4753	16,0128	14,0671	12,0170	10,7479	9,8032	9,0371	8,3834	7,8061	7,2832	6,8000	6,3458
8	26,1239	23,7742	21,9549	20,0902	17,5345	15,5073	13,3616	12,0271	11,0301	10,2189	9,5245	8,9094	8,3505	7,8325	7,3441
9	27,8767	25,4625	23,5893	21,6660	19,0228	16,9190	14,6837	13,2880	12,2421	11,3887	10,6564	10,0060	9,4136	8,8632	8,3428
10	29,5879	27,1119	25,1881	23,2093	20,4832	18,3070	15,9872	14,5339	13,4420	12,5489	11,7807	11,0971	10,4732	9,8922	9,3418
11	31,2635	28,7291	26,7569	24,7250	21,9200	19,6752	17,2750	15,7671	14,6314	13,7007	12,8987	12,1836	11,5298	10,9199	10,3410
12	32,9092	30,3182	28,2997	26,2170	23,3367	21,0261	18,5493	16,9893	15,8120	14,8454	14,0111	13,2661	12,5838	11,9463	11,3403
13	34,5274	31,8830	29,8193	27,6882	24,7356	22,3620	19,8119	18,2020	16,9848	15,9839	15,1187	14,3451	13,6356	12,9717	12,3398
14	36,1239	33,4262	31,3194	29,1412	26,1189	23,6848	21,0641	19,4062	18,1508	17,1169	16,2221	15,4209	14,6853	13,9961	13,3393
15	37,6978	34,9494	32,8015	30,5780	27,4884	24,9958	22,3071	20,6030	19,3107	18,2451	17,3217	16,4940	15,7332	15,0197	14,3389
16	39,2518	36,4555	34,2671	31,9999	28,8453	26,2962	23,5418	21,7931	20,4651	19,3689	18,4179	17,5646	16,7795	16,0425	15,3385
17	40,7911	37,9462	35,7184	33,4087	30,1910	27,5871	24,7690	22,9770	21,6146	20,4887	19,5110	18,6330	17,8244	17,0646	16,3382
18	42,3119	39,4220	37,1564	34,8052	31,5264	28,8693	25,9894	24,1555	22,7595	21,6049	20,6014	19,6993	18,8679	18,0860	17,3379
19	43,8194	40,8847	38,5821	36,1908	32,8523	30,1435	27,2036	25,3289	23,9004	22,7178	21,6891	20,7638	19,9102	19,1069	18,3376
20	45,3142	42,3358	39,9969	37,5663	34,1696	31,4104	28,4120	26,4976	25,0375	23,8277	22,7745	21,8265	20,9514	20,1272	19,3374
21	46,7963	43,7749	41,4009	38,9322	35,4789	32,6706	29,6151	27,6620	26,1711	24,9348	23,8578	22,8876	21,9915	21,1470	20,3372
22	48,2676	45,2041	42,7957	40,2894	36,7807	33,9245	30,8133	28,8224	27,3015	26,0393	24,9390	23,9473	23,0307	22,1663	21,3370
23	49,7276	46,6231	44,1814	41,6383	38,0756	35,1725	32,0069	29,9792	28,4288	27,1413	26,0184	25,0055	24,0689	23,1852	22,3369
24	51,1790	48,0336	45,5584	42,9798	39,3641	36,4150	33,1962	31,1325	29,5533	28,2412	27,0960	26,0625	25,1064	24,2037	23,3367
25	52,6187	49,4351	46,9280	44,3140	40,6465	37,6525	34,3816	32,2825	30,6752	29,3388	28,1719	27,1183	26,1430	25,2218	24,3366
26	54,0511	50,8291	48,2898	45,6416	41,9231	38,8851	35,5632	33,4295	31,7946	30,4346	29,2463	28,1730	27,1789	26,2395	25,3365
27	55,4751	52,2152	49,6450	46,9628	43,1945	40,1133	36,7412	34,5736	32,9117	31,5284	30,3193	29,2266	28,2141	27,2569	26,3363
28	56,8918	53,5939	50,9936	48,2782	44,4608	41,3372	37,9159	35,7150	34,0266	32,6205	31,3909	30,2791	29,2486	28,2740	27,3362
29	58,3006	54,9662	52,3355	49,5878	45,7223	42,5569	39,0875	36,8538	35,1394	33,7109	32,4612	31,3308	30,2825	29,2908	28,3361

### Anexo 16: Tablas para la calificación de cada criterio

Criterios	Clasificación (c)					P	P x c
	1	2	3	4	5		
C1				x		0,06428571	0,25714286
C2				x		0,08428571	0,33714286

C3				x		0,05142857	0,20571429
C4				x		0,05857143	0,23428571
C5				x		0,09428571	0,37714286
C6				x		0,06	0,24
C7				x		0,08714286	0,34857143
C8				x		0,05285714	0,21142857
C9					x	0,09714286	0,48571429
C10				x		0,05	0,2
C11					x	0,10428571	0,52142857
C12				x		0,08714286	0,34857143
C13					x	0,10857143	0,54285714