

**Universidad de las Ciencias Informáticas  
Facultad 1**



**Título: Planificación del Proyecto Sistema Informatizado de  
Cooperación Internacional.**

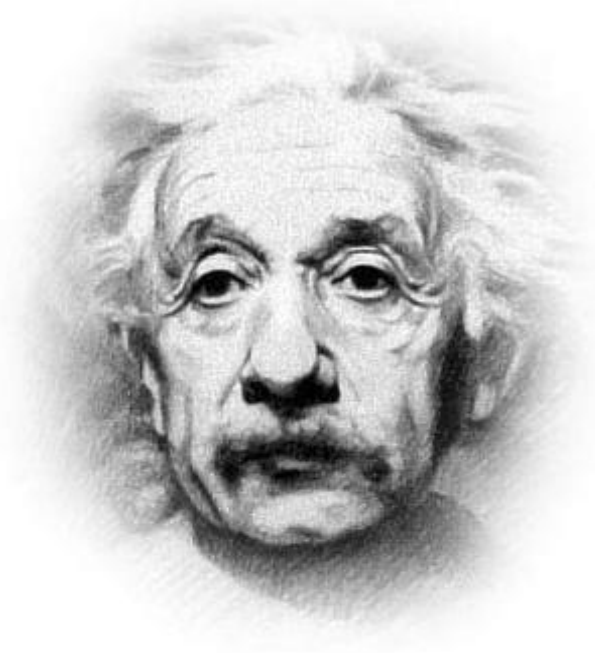
Trabajo de Diploma para optar por el título de  
Ingeniero en Ciencias Informáticas

**Autor:** Yadira Morales Aguilar

**Tutores:** Ing. Julio Cesar Isaza Vázquez  
Ing. Arturo Luis Lara Fernández

*Ciudad de La Habana Junio, 2008*

*“Año 50 de la Revolución”*



*Nunca consideres el estudio como una obligación, sino como una oportunidad para penetrar en el maravilloso mundo del saber.*

*Albert Einstein*

---

***Declaración de Autoría***

Declaro que soy el único autor de este trabajo y autorizo al Departamento de Cooperación Internacional de la Universidad de las Ciencias Informáticas hacer uso del mismo en su beneficio.

Para que así conste firmamos la presente a los \_\_\_\_ días del mes de \_\_\_\_\_ del año 2008

Yadira Morales Aguilar

Arturo Luis Lara Fernández

---

Firma del Autor

---

Firma del Tutor

Julio Cesar Isaza Vázquez

---

Firma del Tutor

## Agradecimientos

---

### *Agradecimientos*

*A mis padres, por ser la mayor fuente de mi inspiración, gracias por ser los mejores padres del mundo.*

*A mi familia en general por su apoyo incondicional en todos los momentos de mi vida.*

*A todos mis compañeros de aula, que juntos pasamos hermosos momentos durante estos cinco años de la carrera, por las travesuras y los dolores de cabeza que vivimos juntos.*

*A mis compañeras y amigas durante estos 5 años, Lili, Yagnierys, Glendys, Yanet, Adriana, Edicta, Meilyn, Linet, Mailen, Yádira, Arlenys, Yanelys, gracias sin ustedes hubiera sido muy difícil.*

*A mis amigos de siempre, Alexey, Tito, gracias por su apoyo, por estar siempre ahí para escucharme.*

*A Braisy por ser ese hermano que nunca tuve.*

*A personas excepcionales como Beidyto, por su apoyo y paciencia. Gracias por existir.*

*A mis amistades del pre y todas las personas que he conocido en estos últimos años.*

*A todos los profesores que dieron su apoyo en mi formación profesional, y en la realización de este trabajo. Siempre los tendré presente.*

*A mis vecinos por estar siempre al tanto de mis resultados en la Universidad.*

*A mis tutores que sin la colaboración de ellos no habría sido posible la realización de este trabajo.*

*A todos esos duendes pequeños un millón de gracias. Mi gratitud siempre estará con Uds.*

*A la UCI y nuestro Comandante por mantenernos conectados al Futuro y la Revolución.*

### *Dedicatoria*

*A mis padres que me dieron la vida, la guía, el apoyo, la confianza, la voluntad y la fuerza para luchar por lograr mis sueños. Dos seres a los cuales agradezco por existir, por confiar en mí, por no cansarse, por estar siempre, por ser sencillamente como son conmigo, por ser sencillamente especiales.*

*Aunque toda una vida no alcanzará para recompensarlos, quisiera que alcanzara al menos para hacerlos sentir orgullosos, para agradecerles, para demostrarles que cuanto soy y tengo es gracias a ustedes.*

*A mis abuelos por regalarme todo el amor del mundo.*

*Los quiero mucho, y les debo la mayor parte de lo que soy hoy.*

# Resumen

---

## **Resumen**

El presente trabajo se titula “Planificación del Proyecto Sistema Informatizado de Cooperación Internacional”, el cual se siente influenciado por la necesidad de realizar una planificación de las tareas a cumplir por el equipo involucrado en el desarrollo del proyecto.

La ejecución de un proyecto de software de cualquier envergadura lleva consigo una serie de cálculos que permiten conocer de antemano la factibilidad de su ejecución, la estimación de los recursos y esfuerzos que se deben usar, así como el tiempo de duración del mismo, lo que permite gestionar toda una serie de elementos necesarios para la culminación exitosa del proyecto.

Por lo que, el presente trabajo tiene como objetivo desarrollar la planificación del proyecto productivo SICI. Se emplean como herramientas *Planner*, para realizar los diagramas de red y de Gantt de las actividades; el controlador de versiones *Subversion*, para supervisar y controlar las mismas. El método de puntos por casos de uso, para estimar el tiempo y esfuerzo del desarrollo, así como la definición de algunos mecanismos para gestionar, controlar y seguir la información que debe ser planificada.

Finalmente se obtuvo, gracias a la investigación realizada, la planificación que necesita el proyecto SICI para instaurar una adecuada coordinación de las actividades a desarrollar.

## **Palabras Clave**

Planificación, estimaciones, riesgos, métodos, herramientas, técnicas.

# Tabla de Contenidos

---

## Tabla de Contenidos

Introducción .....	1
1 Fundamentación Teórica.....	4
1.1 Introducción .....	4
1.2 Tendencias actuales de la planificación .....	4
1.3 Cuba como Industria del Software .....	5
1.4 Conceptos de varios autores acerca de la planificación .....	6
1.5 Pasos del Proceso de Planificación .....	7
1.6 Ámbito del Software.....	7
1.6.1 Recursos .....	8
1.7 Objetivos de la Planificación .....	9
1.8 Clasificación y características de la planificación .....	9
1.9 Métodos y Técnicas de Estimación .....	11
1.9.1 Líneas de Código y Puntos de Función .....	12
1.9.2 Técnica de Estimación por Puntos de Casos de Uso.....	13
1.9.3 COCOMO (Constructive Cost Model) .....	14
1.10 Herramientas de Software para el proceso de Planificación .....	15
1.10.1 Herramientas utilizadas para el control y seguimiento de las tareas .....	15
1.10.2 Herramientas de Gestión de Riesgo .....	16
1.10.3 Herramientas para la planificación temporal .....	17
1.10.3.1 Comparación entre Herramientas de Planificación Temporal.....	21
1.11 Metodología Utilizada .....	22
1.12 Conclusiones .....	23
2 Desarrollo de la Planificación .....	24
2.1 Introducción .....	24
2.2 Definición de la Estrategia Organizativa.....	24
2.2.1 Definición del Ámbito del Software.....	24
2.2.2 Estimación de Recursos Humanos .....	25
2.2.3 Estimación de Herramientas de Hardware y Software .....	28
2.3 Estimación de tiempo y esfuerzo .....	29
2.3.1 Paso 1. Cálculo de Puntos de Casos de Uso sin ajustar.....	29
2.3.1.1 Factor de peso de los actores sin ajustar (UAW) .....	30
2.3.1.2.Factor de Peso de los Casos de Uso sin ajustar (UUCW) .....	30
2.3.2 Paso 2. Cálculo de los Puntos de Casos de Uso ajustados .....	31
2.3.2.1 Factor de complejidad técnica .....	32

## Tabla de Contenidos

---

2.3.2.2.	Factor ambiente .....	33
2.3.3	Paso 3. Estimación de esfuerzo a través de los puntos de casos de uso ajustados. ....	34
2.3.4	Paso 4. Calcular esfuerzo de todo el proyecto .....	34
2.4	¿Qué mecanismos de captura de información se usaron en el proyecto SICI? .....	36
2.5	Definición de mecanismos para las actividades de monitoreo y control .....	36
2.6	Análisis de Riesgos y Estrategia de Mitigación .....	37
2.6.1	Definición y Clasificación .....	38
2.6.2	Identificación del Riesgo .....	38
2.6.3	Estrategia de Mitigación y Plan de Contingencia .....	42
2.6.4	Herramientas y Técnicas para almacenar y evaluar el riesgo .....	46
2.7	Planificación Temporal.....	46
2.7.1	Métodos para la Planificación Temporal .....	48
2.7.1.1.	Método de GANTT .....	49
2.7.1.2.	Método de PERT (Program Evaluation and Review Technique).....	51
2.7.2	Plan del proyecto .....	52
2.8	Conclusiones .....	59
3	Análisis de los Resultados.....	60
3.1	Introducción .....	60
3.2	Estrategia Organizativa del Proyecto .....	60
3.3	Estimación en el proyecto SICI .....	62
3.4	Mecanismos para la captura y control de la información .....	63
3.5	Análisis y Gestión de Riesgos.....	63
3.6	Planificación Temporal.....	65
3.7	Análisis de los Resultados de las Entrevistas .....	66
3.8	Conclusiones .....	68
	Conclusiones Generales .....	69
	Recomendaciones .....	70
	Glosario de Términos.....	71
	Referencias Bibliográficas.....	74
	Bibliografía Consultada .....	76
	Anexos.....	78



# Índice de Tablas

---

## Índice de Tablas

Tabla 1.Herramientas de software para la identificación de riesgos .....	17
Tabla 2 Horario de Trabajo productivo .....	27
Tabla 3. Factor de Peso de los Actores sin ajustar .....	30
Tabla 4. Factor de peso de los casos de uso sin ajustar .....	31
Tabla. 5. Factor de complejidad técnica .....	32
Tabla 6. Factor de ambiente .....	33
Tabla. 7. Porcentaje de esfuerzo aproximado, actividades principales.....	35
Tabla. 8. Valores del esfuerzo aproximado de actividades principales.....	35
Tabla 9. Parte para controlar el avance interno del proyecto.....	37
Tabla 10 Riesgos Identificados en el proyecto .....	42
Tabla 11 Estrategia de mitigación y plan de contingencia del proyecto .....	46
Tabla 12 Plan de fases del proyecto SICl .....	52
Tabla 13. Descripción de los hitos por cada fase .....	53
Tabla 14 Cronograma del proyecto SICl .....	57
Tabla 15 Plan de Fases .....	57

# Índice de Figuras

---

## Índice de Figuras

Figura 1. 1 Pirámide Recursos del proyecto (PRESSMAN 1998).....	8
Figura 2.1 Demostración gráfica de pasos y estrategias fundamentales del proceso de planificación temporal.....	48
Figura 2. 2 Interfaz del Planner .....	58
Figura3. 1 Distribución y organización de recursos del proyecto SICl .....	61
Figura3. 2 Comportamiento del tiempo estimado y real del proyecto .....	62
Figura3. 3 Comportamiento de los riesgos en el proyecto.....	64
Figura3. 4 Por ciento de proyectos encuestados que realizaron entregas tardías al cliente producto de una mala planificación.....	67

# Introducción

---

## Introducción

En el año 2000 se crea en nuestro País el Ministerio de Informática y las Comunicaciones (MIC) .Entre sus principales metas se encuentran: socializar el uso de las técnicas de la informática y las Comunicaciones (TIC) y convertir la informática en una rama que aporte beneficios a la economía del país. Para lograr estos objetivos se trazaron varias acciones como resultado de una de ellas fue creada en el año 2002 la Universidad de las Ciencias Informáticas (UCI) cuya misión es formar profesionales altamente calificados en este campo y producir software y servicios informáticos, a partir de la vinculación estudio-trabajo como modelo de formación.

La UCI, dados sus compromisos productivos reales, mantiene vinculados a la producción a la gran mayoría de sus estudiantes y profesores. Los proyectos productivos que se llevan a cabo en la universidad son de alto valor, ya sea para el mercado nacional o internacional, y generan un número cada vez mayor de salidas de personal al exterior.

La tramitación, así como las actividades de relaciones públicas y la gestión de la información relacionada, crece conforme aumenta el impacto internacional de la universidad, razón por la cual, la Dirección de Cooperación Internacional, responsable de tales gestiones, presenta muchas dificultades para la realización de sus funciones. Como solución, dadas las posibilidades tecnológicas de la universidad, esta dirección solicitó el desarrollo de un sistema informático que automatice sus procesos. Con este fin se creó el proyecto Sistema Informatizado de Cooperación Internacional.

Este proyecto de desarrollo de software, debe hacer una correcta planificación de sus actividades, estimación de sus recursos, tiempo y esfuerzo que garanticen el cumplimiento de sus objetivos.

A pesar de los años de desarrollo con que cuenta la UCI no se tiene una experiencia en cuestiones de planificación y estimación de proyectos; no están definidas las herramientas para la planificación; ni la secuencia de actividades a seguir para una correcta planificación. A esto se une que cada proyecto tiene sus características propias que hacen necesario la adaptación de todo el conocimiento disponible. De aquí surge el siguiente **problema de investigación**:

¿Cómo realizar la planificación del proyecto SICI para garantizar la explotación eficiente de los recursos humanos y materiales?

Como **Objetivo General** se plantea: Desarrollar la planificación del proyecto Sistema Informatizado de Cooperación Internacional para garantizar el uso eficiente de los recursos humanos y materiales.

# Introducción

---

Como **objetivos específicos** se plantean los siguientes:

- Definir la herramienta para la Planificación.
- Definir la estrategia de organización del Proyecto.
- Planificar el Proyecto.
- Estimar el esfuerzo, tiempo y recursos del Proyecto.
- Definir el Sistema de monitoreo y control.
- Definir la estrategia de mitigación de riesgos.

Para cumplir los objetivos se plantean las siguientes **tareas científicas**:

- Revisión de la bibliográfica y Estado del arte.
- Análisis de las herramientas de planificación.
- Selección de herramientas a utilizar.
- Definición de las Actividades.
- Planificación de los Recursos.
- Estimación de la duración de las Actividades.
- Estimación de los Esfuerzos.
- Definición de la estrategia de mitigación de riesgos.
- Planificación de las actividades de monitoreo y control.
- Desarrollo del Cronograma.
- Desarrollo del Plan del Proyecto.

## **Objeto de estudio:**

La Planificación de los proyectos de desarrollo de software.

## **Campo de Acción:**

La planificación del proyecto SICI.

Para guiar la investigación se plantea como **pregunta científica** la siguiente:

¿Cómo planificar un proyecto de desarrollo de software?

## **Métodos científicos de investigación:**

# Introducción

---

En el desarrollo de esta investigación se utilizarán, teniendo en cuenta la línea de estudio, métodos teóricos y empíricos, a través de los cuales se podrá tener una idea más detallada acerca de lo que se está investigando, estos son:

## ***Métodos teóricos***

- Método Histórico - Lógico: Se usa para analizar la planificación de proyectos anteriores y seleccionar las experiencias positivas.
- Método de Modelación: La planificación se auxilia de diferentes diagramas y modelos que permiten obtener diferentes vistas que brindan un mayor entendimiento del cronograma a seguir.

## ***Métodos empíricos***

- Entrevista: Conversación planificada entre el investigador y el entrevistado para obtener información de los especialistas en el tema.

Los **Resultados Esperados** de este trabajo son:

- Plan de Proyecto.
- Cronograma del proyecto.
- Adecuada coordinación de las actividades de desarrollo.
- Uso eficiente de los recursos.

## ***Estructura del Contenido:***

El presente trabajo consta de los siguientes capítulos:

**Capítulo 1:** Fundamentación teórica. En este capítulo se realiza el estado del arte de la investigación, donde se esclarecen conceptos fundamentales de la planificación, sus características, las técnicas, metodologías y herramientas existentes en la actualidad para el desarrollo de esta y se proponen las principales herramientas y metodologías a utilizar.

**Capítulo 2:** Desarrollo de la Planificación. En este capítulo se realiza la planificación temporal para el proyecto, así como el mecanismo para el seguimiento y control de las tareas

**Capítulo 3:** Análisis de los resultados .Se exponen y se realiza un resumen de todos los resultados alcanzados.

### *Fundamentación Teórica*

#### **1.1 Introducción**

En este capítulo se abordan los fundamentos teóricos relacionados con la planificación del proceso de desarrollo de un software así como el procedimiento para la planificación y las herramientas que se utilizan. Se hará un estudio comparativo de las herramientas de planificación usadas frecuentemente en el mundo, con lo que se podrá elegir la herramienta ideal para planificar este proyecto. Además, se mostrará la necesidad de estudiar y combatir detalladamente los riesgos.

Haciendo un estudio en la historia de la industria del software, se pudiera iniciar caracterizando los años sesenta como la era donde se aprendió a explotar la información tecnológica [1] comenzando a vincular los software con las operaciones diarias de las instituciones que ya para los años setenta registraban demoras masivas en los cumplimientos de las planificaciones y el exceso de los costos, enfocando todas las actividades a partir de entonces en torno a la planificación. Para la década del ochenta, la productividad incrementaba significativamente, disminuía el costo y la competencia en la industria crecía considerablemente. Venía madurándose la idea de predecir, analizar y evaluar los distintos atributos y características de los productos y procesos, que participan en el desarrollo y mantenimiento del software, mediante métricas e indicadores que expresaran la realidad lo más cuantificada posible y con mejoras continuas e incrementales que se refinarían a lo largo de los noventa, definida como la era de la calidad [1]. A partir de entonces la competencia por obtener un producto óptimo y refinado comienza a exigir más precisión a la hora de estimar para planificar y medir cuánto esfuerzo, recursos, y tiempo supondrá construir un sistema o producto específico de software, durante la gestión de proyectos.

#### **1.2 Tendencias actuales de la planificación**

Cuando Aníbal planeaba conquistar Roma se inició con la definición de la misión de su reino, luego formuló las estrategias, analizó los factores del medio ambiente y los comparó y combinó con sus

## Fundamentación Teórica

---

propios recursos para determinar las tácticas, proyectos y pasos a seguir. Esto representa el proceso de planificación estratégica que se aplica hoy en día en cualquier empresa. Igor Ansoff identifica la aparición del término Planificación con vistas a lograr una estrategia de desarrollo en la década de 1960 y la asocia a los cambios en los impulsos y capacidades estratégicas. Para otros autores, la Planificación como proceso para ayudar al control de las actividades emerge formalmente en los años setenta, como resultado natural de la evolución del concepto de Planificación. Actualmente, las grandes compañías internacionales de software utilizan la planificación de sus proyectos como la vía para medir la factibilidad de los mismos. Así, un proyecto que demore una gran cantidad de años y además tenga un costo de recursos de hardware, software y humanos elevado, una vez que el equipo de planificación determina que su desarrollo no es económicamente posible para la empresa, simplemente es desechado. Muchas compañías se jactan de poder lanzar sus productos en un tiempo récord y comienzan a hacer campañas publicitarias, con comerciales en la televisión y carteleras, cuando apenas el producto comienza su desarrollo. ¿Tienen finales felices estas historias? No siempre. La compañía Lotus promocionó el producto Lotus 123 (Un programa de hojas de cálculo) que no pudo terminar en el tiempo para el que dijo estaría listo, para cuando lograron terminarlo, Microsoft tenía una ventaja de 16 meses desarrollando Excel, pero además su producto era obsoleto en todo el sentido de la palabra. He ahí la importancia de planificar el trabajo y ser realista a la hora de programar las fechas de entrega, a pesar de la presión que puede ejercer el cliente, es necesario enfocar el tema de la fecha límite de tal modo que siempre quede algo de holgura a los desarrolladores.

Un ejemplo de empresas a nivel mundial dedicadas a la creación de software y que dedican el primer tiempo a la planificación que tienen que concebir es la Salenda, una empresa brasileña dedicada al software libre y que realiza sus planificaciones a través de la herramienta ATTASK, otro ejemplo es la NOVADOC en Cartagena que crea software de gestión de bibliotecas y aplicaciones web y que utilizan la herramienta Microsoft Project 2003 para su planificación.

### 1.3 Cuba como Industria del Software

En Cuba, hace muy poco tiempo se comenzó a elevar la cultura informática con el propósito de crear una industria de software similar a la de otros países como India, Puerto Rico, etc. Como sueño naciente que aún es, no posee todavía la madurez en los procesos de planificación vinculados a la producción. Esto es una meta a lograr, con la certera intención de incrementar ganancias, disminuyendo los costos y cumpliendo con los planes establecidos. En la mayoría de las empresas

## Fundamentación Teórica

---

relacionadas al desarrollo de software, se acude a la combinación de varias técnicas de estimación con la intención de lograr una planificación lo más real posible.

En la UCI no existe un nivel profundo de conocimiento en cuanto a la planificación. En particular, en la facultad 1 existen un gran número de proyectos. Con el objetivo de evaluar el funcionamiento de estos proyectos, en cuanto a la realización de su planificación, se realizaron entrevistas a sus integrantes.

Las preguntas que se realizaron fueron las siguientes:

- ¿Se planifica su proyecto?
- ¿Existe un planificador? En caso de que su respuesta sea negativa, diga la razón.
- ¿Cómo se lleva a cabo esta planificación en su proyecto? Responda enumerando los pasos.
- ¿Se realizó desde el inicio la estimación del proyecto para determinar la cantidad de recursos necesarios?
- ¿En qué herramientas planifican?
- ¿En el proyecto se realiza una buena gestión de riesgos?
- ¿Su proyecto ha padecido alguna vez de entregas tardías al cliente a causa de una mala planificación? Argumente su respuesta

Los resultados de esta encuesta serán discutidos en el Capítulo 3

### 1.4 Conceptos de varios autores acerca de la planificación

La planeación efectiva de un proyecto de software depende de la planeación detallada de su avance, anticipando problemas que puedan surgir y preparando con anticipación soluciones tentativas a ellos. La planificación es una actividad adjunta a la condición humana y que generalmente consiste en la organización justa de la acción y los recursos para tratar de conseguir unos objetivos o una meta deseada.

En el transcurso de los años ha evolucionado tanto la forma de concebir la planificación como sus fines, métodos y características. Las diferentes definiciones de planificación que se han elaborado en el contexto de desarrollo muestran las fabulosas percepciones que se han elaborado sobre la misma y enfatizan disímiles aspectos. Se pueden encontrar, entre otras, las siguientes definiciones:

"Es el proceso de establecer metas y elegir medios para alcanzar dichas metas" [2]

"La planificación... se anticipa a la toma de decisiones. Es un proceso de decidir... antes de que se requiera la acción" [3]



## Fundamentación Teórica

---

"La planificación es el procedimiento mediante el cual se seleccionan, ordenan y diseñan las acciones que se debe realizar para el logro de determinados propósitos, procurando una utilización racional de los recursos disponibles" [4]

"Es el proceso de evaluar toda la información relevante y los desarrollos futuros probables, da como resultado un curso de acción recomendado: un plan", [3]

"Es el proceso de definir el curso de acción y los procedimientos requeridos para alcanzar los objetivos y metas. El plan establece lo que hay que hacer para llegar al estado final deseado" [5]

"La planificación es un proceso de toma de decisiones para alcanzar un futuro deseado, teniendo en cuenta la situación actual y los factores internos y externos que pueden influir en el logro de los objetivos"[3]

### 1.5 Pasos del Proceso de Planificación

El proceso de planeación incluye cinco pasos principales [5]:

- 1- Definición de los objetivos organizacionales.
- 2- Determinar donde se está en relación a los objetivos.
- 3- Desarrollar premisas considerando situaciones futuras.
- 4- Identificar y escoger entre cursos alternativos de acción.
- 5- Puesta en marcha de los planes y evaluar los resultados.

### 1.6 Ámbito del Software

Es la primera actividad llevada a cabo durante la planificación del proyecto de software [6]

En el desarrollo de esta actividad el analista de software y el cliente son los encargados de definir el ámbito y los objetivos del proyecto. El ámbito se define como un pre-requisito para la estimación y la obtención de la información necesaria, se definen las funciones que debe llevar a cabo el software así como el rendimiento, las restricciones, las interfaces, la fiabilidad y se realiza una evaluación de las funciones del ámbito y en algunos casos se refinan para dar mas detalles antes del comienzo de la estimación. Los objetivos identifican los fines globales del proyecto sin considerar cómo se llegará a esos fines. Una vez entendido el ámbito y los objetivos, se han de considerar soluciones alternativas y estas han de permitir seleccionar el mejor enfoque.

# Fundamentación Teórica

---

## 1.6.1 Recursos

La Segunda tarea de la planificación del desarrollo de Software es la estimación de los recursos requeridos para acometer el esfuerzo de desarrollo de Software [6], esto simula a una pirámide donde las herramientas (hardware y Software), son la base que proporciona la infraestructura de soporte al esfuerzo de desarrollo, en el segundo nivel de la pirámide se encuentran los componentes reutilizables y en la parte mas alta de esta se encuentra el recurso primario, las personas (el recurso humano).



**Figura 1. 1 Pirámide Recursos del proyecto (PRESSMAN 1998)**

Cada Recurso queda especificado mediante cuatro características:

- 1 Descripción del Recurso.
- 2 Informes de Disponibilidad.
- 3 Fecha cronológica en la que se requiere el recurso.
- 4 Tiempo durante el que será aplicado el recurso.

### **Recursos Humanos**

La Cantidad de personas requeridas para el desarrollo de un proyecto de software solo puede ser determinado después de hacer una estimación del esfuerzo de desarrollo (por ejemplo personas mes o personas años), y seleccionar la posición dentro de la organización y la especialidad que desempeñará cada profesional.

### **Recursos o componentes de software reutilizables**

## Fundamentación Teórica

---

Cualquier estudio sobre recursos de software estaría incompleto sin estudiar la reutilización. Esto es la creación y la reutilización de bloques de construcción de software. Tales bloques se deben establecer en catálogos para una consulta más factible, estandarizarse para una fácil aplicación y validarse además para una integración.

### Recursos de entorno

El entorno es donde se apoya el proyecto de software, llamado a menudo entorno de Ingeniería de Software, incorpora hardware y software.

El hardware proporciona una plataforma con las herramientas (software) requeridas para producir los productos que son el resultado de la buena práctica de la Ingeniería del Software. Un planificador de proyectos debe determinar recursos requeridos para el hardware y el software, y verificar que estos estén disponibles. Cada elemento de hardware debe ser especificado por el planificador del Proyecto de Software.

### 1.7 Objetivos de la Planificación

El objetivo de la Planificación del proyecto de Software es proporcionar un marco de trabajo que permita al gestor hacer estimaciones razonables de recursos, costos y planificación temporal. Estas estimaciones se hacen dentro de un marco de tiempo limitado al comienzo de un proyecto de software, y deberían actualizarse regularmente a medida que progresa el proyecto. Además las estimaciones deberían definir los escenarios del mejor caso, y peor caso, de modo que los resultados del proyecto pueden limitarse.

El Objetivo de la planificación se logra mediante un proceso de descubrimiento de la información que lleve a estimaciones razonables.

### 1.8 Clasificación y características de la planificación

Algunas de las características más importantes de la planificación son:

1. La planificación es un proceso permanente y continuo: no se agota en ningún plan de acción, sino que se realiza continuamente en la empresa.
2. La planificación está siempre orientada hacia el futuro: la planificación se halla ligada a la previsión.

## Fundamentación Teórica

---

3. La planificación busca la racionalidad en la toma de decisiones: al establecer esquemas para el futuro, la planificación funciona como un medio orientador del proceso decisorio, que le da mayor racionalidad y disminuye la incertidumbre inherente en cualquier toma de decisión.
4. La planificación busca seleccionar un curso de acción entre varias alternativas: la planificación constituye un curso de acción escogido entre varias alternativas de caminos potenciales.
5. La planificación es sistemática: la planificación debe tener en cuenta el sistema y subsistemas que lo conforman; debe abarcar la organización como totalidad.
6. La planificación es repetitiva: incluye pasos o fases que se suceden. Es un proceso que forma parte de otro mayor: el proceso administrativo.
7. La planificación es una técnica de asignación de recursos: tiene por fin la definición, el dimensionamiento y la asignación de los recursos humanos y no humanos de la empresa, según se haya estudiado y decidido con anterioridad.
8. La planificación es una técnica cíclica: la planificación se convierte en realidad a medida que se ejecuta. A medida que va ejecutándose, la planificación permite condiciones de evaluación y medición para establecer una nueva planificación con información y perspectivas más seguras y correctas.

Existen disímiles tipos de planificación, que difieren por el tipo de empresa al que está dirigido y por las circunstancias en las que se pudiese encontrar dicha empresa.

Un ejemplo de dos tipos básicos de planificación son la planificación estratégica y la planificación operativa, estas son muy usadas en los últimos tiempos por su efectividad y aplicabilidad.

### **Planificación Estratégica:**

La planificación estratégica está diseñada para satisfacer las metas generales de la organización, genera fuerzas de cambio que evitan que las organizaciones se dejen llevar por los cambios, las ayuda a tomar el control sobre sí mismas y no sólo a reaccionar frente a reglas y estímulos externos. La planificación estratégica permite pensar en el futuro, visualizar nuevas oportunidades y amenazas, enfocar la misión de la organización y orientar de manera efectiva el rumbo de una organización, facilitando la acción innovativa de dirección y liderazgo. Se afirma que "La Planificación Estratégica hoy es: crear un sistema flexible e integrado de objetivos y de sus correspondientes alternativas para lograrlos, (estrategias) que concreten y especifiquen la misión y la visión definida para la empresa y sus negocios." [7]

### **Planificación Operativa:**

## Fundamentación Teórica

---

La planificación operativa muestra cómo se pueden aplicar los planes estratégicos en el quehacer diario. Esta consiste en formular planes a corto plazo que pongan de relieve las diversas partes de la organización. Se utiliza para describir lo que las diversas partes de la organización deben hacer para que la empresa tenga éxito a corto plazo. También se ha definido como el diseño de un estado futuro deseado para una entidad y de las maneras eficaces para alcanzarlo. La planificación operativa convierte las estrategias y los objetivos estratégicos en proyectos operativos, con objetivos específicos a corto plazo y acciones para el logro de estos. [8]

El despliegue de objetivos estratégicos es de capital importancia, ya que es la forma de convertir en realidad la visión a través de los planes estratégicos, aterrizando los conceptos y factores claves que aseguran la permanencia y la competitividad de cualquier producto o empresa. [8]

### 1.9 Métodos y Técnicas de Estimación

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 técnica 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.

## Fundamentación Teórica

---

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 [9].

### 1.9.1 Líneas de Código y Puntos de Función

#### Líneas de Código:

El método de tamaño tradicional para estimar el esfuerzo de desarrollo y productividad ha sido el de Líneas de Código Fuente, SLOC (del inglés, Source Lines Of Code). SLOC es una técnica de estimación para la resolución de problemas complejos que permite estimar el esfuerzo y el costo requerido para construir el software.

Los datos de LOC se utilizan de dos formas diferentes durante la estimación del proyecto software:

- Como variable de estimación, utilizadas para dimensionar cada elemento del software.
- Como métricas de línea base, recopilada de proyectos anteriores y utilizados con otras variables de estimación para estimar costo y esfuerzos.

Los principales problemas de utilizar líneas de código como métrica para estimación del esfuerzo son la falta de una definición universal de línea de código, su dependencia con el lenguaje de desarrollo y la dificultad de estimar en fases tempranas del desarrollo la cantidad de líneas que tendrá una aplicación.

#### Puntos de Función:

El modelo Puntos de función fue realizado por Alan Albrecht y fue publicado en 1979. Este método se llama Function Point Analysis (FPA) y sus autores los definen así: "Método estándar para medir el desarrollo de software desde el punto de vista del usuario". Albrecht estaba interesado en el problema general de medición de productividad en sistemas y creó un método como alternativa a la estimación SLOC. Este método captura el número de transacciones de entrada y el número de reportes. Existen un sin número de bibliografías que abordan con exactitud los pasos necesarios para el seguimiento del método y sus características más importantes. A continuación se muestra una serie de particularidades de dicho método. [10]

## Fundamentación Teórica

---

El método se basa principalmente en la identificación de los componentes del sistema Informático en términos de transacciones y grupos de datos lógicos que son relevantes para el usuario en su negocio. A cada uno de estos componentes se le asigna un número de puntos por función, basándose en el tipo de componente y su complejidad; la sumatoria de esto da los puntos de función sin ajustar. El ajuste es un paso final, basándose en las características generales de todo el sistema informático que se está contando.

Los principales pasos de este método son:

- **Determinar el tipo de conteo:** Este paso consiste en definir el tipo de conteo entre desarrollo, mantenimiento o de una aplicación ya instalada. Esta es una forma de determinar el objetivo del conteo.
- **Identificar los alcances de la medición y los límites de la aplicación:** El propósito de una medición consiste en dar una respuesta a un problema de negocio. El alcance de la medición define la funcionalidad que va a ser incluida en una medición específica y puede abarcar más de una aplicación.
- **Contar las funciones de datos:** Este paso consiste en identificar y contar la capacidad de almacenamiento de los datos.
- **Contar las funciones transaccionales:** Este paso consiste en identificar y contar la capacidad de realizar operaciones.
- **Determinar los puntos de función no ajustados:** Este paso consiste en sumar el número de componentes de cada tipo conforme a la complejidad asignada y utilizar la siguiente tabla para obtener el total.
- **Determinar el valor del factor de ajuste:** El factor de ajuste se obtiene sumando 0.65 a la sumatoria de los grados de influencia de las 14 características generales del sistema, multiplicado por 0.01.
- **Determinar los puntos función ajustados:** Para determinar los puntos de función ajustados se consideran los puntos función no ajustados por el factor de ajuste.

### 1.9.2 Técnica de Estimación por Puntos de Casos de Uso

La estimación mediante el análisis de Puntos de Casos de Uso es un método propuesto originalmente por Gustav Karner de Objectory AB, y posteriormente refinado por muchos otros autores. El método

## Fundamentación Teórica

---

consiste en la estimación del tiempo de desarrollo de un proyecto mediante la asignación de pesos a ciertos factores que lo afectan con el objetivo de obtener el tiempo total estimado para el proyecto.

Este método incluye una serie de pasos para llegar a un resultado estimado del esfuerzo del proyecto, a continuación se detallan estos pasos para la aplicación de este. Primeramente se calculan los Puntos de Casos de Uso sin ajustar: Se calcula a partir de la siguiente ecuación:  $UUCP = UAW + UUCW$  donde, **UUCP**: Puntos de Casos de Uso sin ajustar **UAW**: Factor de Peso de los Actores sin ajustar **UUCW**: Factor de Peso de los Casos de Uso sin ajustar.

El segundo paso para llegar a la estimación del proyecto, se realiza un cálculo donde se hallan los Puntos de Casos de Uso Ajustados: Una vez que se tienen los Puntos de Casos de Uso sin ajustar, se debe ajustar éste valor mediante la siguiente ecuación:  $UCP = UUCP \times TCF \times EF$  donde, **UCP**: Puntos de Casos de Uso ajustados **UUCP**: Puntos de Casos de Uso sin ajustar **TCF**: Factor de complejidad técnica **EF**: Factor de ambiente.

El tercer paso para la estimación se hace posible con el cálculo del esfuerzo. El esfuerzo en horas-hombre viene dado por  $E = UCP \times CF$  donde, **E**: esfuerzo estimado en horas-hombre. **UCP**: Puntos de Casos de Uso ajustados. **CF**: factor de conversión. Finalmente se obtiene la estimación del esfuerzo del proyecto con el total de los esfuerzos de los flujos de trabajo antes calculados. Aquí se tiene en cuenta el número de personas que trabajan en el proyecto.

Este método proporciona una estimación del esfuerzo en horas-hombre contemplando sólo el desarrollo de la funcionalidad especificada en los casos de uso. Para una estimación más completa de la duración total de un proyecto, hay que agregar a la estimación del esfuerzo obtenida por los Puntos de Casos de Uso, las estimaciones de esfuerzo de las demás actividades relacionadas con el desarrollo de software.

### 1.9.3 COCOMO (Constructive Cost Model)

El Modelo Constructivo de Costos constituye una jerarquía de modelos de estimación para el software. Esta jerarquía está constituida por los siguientes modelos: [11]

- El modelo COCOMO I: Es el Modelo COCOMO básico que calcula el esfuerzo (y el costo) del desarrollo de software en función del tamaño del programa expresando en líneas de código (LDC) estimadas.
- El modelo COCOMO II: Es el Modelo COCOMO intermedio que calcula el esfuerzo del desarrollo de software en función del tamaño del programa y de un conjunto de conductores de



## Fundamentación Teórica

---

costo, que incluyen la evaluación subjetiva del producto, del hardware, del personal y de los atributos del proyecto.

- El modelo COCOMO III: Es el Modelo COCOMO avanzado incorpora todas las características de la versión intermedia y lleva a cabo una evaluación de impacto de los conductores de costo en cada fase (análisis, diseño, etc.) del proceso de ingeniería de software.

### 1.10 Herramientas de Software para el proceso de Planificación

Las herramientas informáticas de gestión de proyectos permiten hacer frente a ciertos problemas innatos derivados de la propia naturaleza de los proyectos. En términos generales, estas herramientas permiten definir el proyecto y organizar la estructura del equipo de trabajo, estableciendo la planificación temporal de sus actividades, de los costes, recursos, etc. Las herramientas de gestión mejoran el seguimiento del proyecto (presupuesto, planificación, cumplimiento de objetivos, etc.), permiten obtener información instantánea sobre el grado de cumplimiento de la planificación temporal de sus actividades, optimizar el empleo de recursos necesarios para su realización, etc.

#### 1.10.1 Herramientas utilizadas para el control y seguimiento de las tareas

En algunos proyectos de las facultades de la UCI se puede apreciar que el control y seguimiento de las tareas, se lleva a cabo, mediante reuniones e informes realizados con los estudiantes. Aunque, también se apoyan en algunas herramientas, que son más bien, para el control diario de las actividades. A continuación las herramientas más utilizadas.

**Subversión:** Es un sistema de control de versiones libre y de código fuente abierto. Puede acceder al repositorio a través de redes, lo que le permite ser usado por personas que se encuentran en distintos ordenadores.

**Tortoise:** Cliente para el sistema de control de versiones.

**Trac:** Trac es una herramienta código abierto (opensource) de uso libre de interfaz Web, simple y minimalista que integra herramientas para comunicación, gestión, seguimiento de proyecto; y gestión de la configuración [12]. Cuenta con:

- Interfaz de subversión (gestión de versiones)
- Seguimiento de hitos, eventos y evolución del desarrollo
- Sistema de tickets para gestión de *bugs*, tareas e incidencias.

### PRE- REQUISITOS:

- Python 2.3 ó superior.
- Subversion 1.0 so superior (se recomienda 1.1).
- Plantillas Clearsilver 0.93 o superior.
- Base de datos SQLite o PostgreSQL.

### 1.10.2 Herramientas de Gestión de Riesgo

Actualmente se encuentra disponible una gran cantidad de material bibliográfico, herramientas y software que sirven para desarrollar las actividades de gestión de proyectos. Existen una gran cantidad de herramientas de software disponibles en el mercado y relacionadas con la identificación de riesgos. Estas herramientas se enfocan solo en una categoría de riesgos (TRIMS- Technical Risk Identification and Mitigation System), o están orientadas a compañías que poseen una amplia base de datos organizacional que les permite generar información de categorías propias de riesgos (RiskTrak y WelcomeRisk), o bien emplean un mecanismo que no se orienta al uso de taxonomías (ARM- Active Risk Manager). A continuación se muestra una tabla resumen con las herramientas de software que se encuentran disponibles actualmente y que están relacionadas con la identificación de riesgos en proyectos de desarrollo de software. [13]

Producto	Proveedor	Descripción	Plataforma
Active Risk Manager (ARM)	Strategic Thought	Herramienta integrada de gestión de riesgos que brinda una solución para la identificación sistemática de riesgos mediante la utilización de la información contenida en el WBS del proyecto.	Web Based
Technical Risk Identification and Mitigation System (TRIMS)	Best Manufacturing Practices	Herramienta integrada de gestión de riesgos que emplea ingeniería de conocimientos y que se enfoca en la identificación y medición de riesgos técnicos de proyectos.	Win 32

## Fundamentación Teórica

---

Risk Trak	Risk Services & Technology	Herramienta integrada de gestión de riesgos que brinda una solución para la identificación de riesgos mediante el empleo de base de datos.	Win 32
WelcomeRisk	Welcome	Herramienta integrada de gestión de riesgos que brinda una solución para la identificación sistemática de riesgos mediante la utilización de bibliotecas configurables de categorías de riesgos.	Win 32

**Tabla 1. Herramientas de software para la identificación de riesgos**

### 1.10.3 Herramientas para la planificación temporal

En el mundo existen disímiles herramientas para la realización de la planificación temporal de actividades. Nuestra universidad, como estrategia, actualmente está migrando hacia el Sistema Operativo (Linux) de ahí que nuestro proyecto está siendo desarrollado bajo la influencia del uso de las herramientas de uso libre para la gestión de proyectos.

El objetivo principal de este sistema operativo es propulsar el software de libre distribución junto con su código fuente para que pueda ser modificado por cualquier persona, dando rienda suelta a la creatividad. Dentro de las herramientas de uso libre para la planificación de software están:

**Gantt Project:** Es una herramienta de planificación libre y fácil de usar. Basado en las tareas del Project y en el Diagrama de Gantt. Dentro de sus mejores características incluye:

- Jerarquía de tareas y dependencia.
- Diagrama de Gantt.
- Carga diagrama de Recursos.
- Diagramas generados de PERT.
- Informes HTML y PDF.
- Importa/Exporta a MS Project.

Es una aplicación de escritorio con interfaz similar a MS. Project permite programar y organizar las tareas y asignación de personas y recursos sobre una representación Gantt. Por supuesto es una herramienta mucho más ligera que MS Project, pero esto en el ámbito y dimensión de muchos proyectos es más una ventaja que un inconveniente.

## Fundamentación Teórica

---

**Dotproject:** Algo más veterana ésta solución en entorno Web, ofrece un marco completo para la planificación, gestión y seguimiento de múltiples proyectos para clientes diferentes, quienes pueden disponer también de acceso para monitorizar la evolución del desarrollo.

**TeamWork:** Impresionante es la apariencia de esta herramienta de entorno Web para registrar y gestionar los tiempos de diferentes equipos de trabajo en sus respectivos proyectos. Gestión completa de informes de tiempos y costes. Combina gestión de documentos, de equipos y de proyectos.

**Planner:** Aplicación de escritorio para gestión y seguimiento de proyectos, con descomposición en tareas y sub-tareas, dependencias, identificación de la ruta crítica, diagramas de Gantt. Inicialmente desarrollada para Linux, dispone de versión (beta) para Windows. Planner utiliza un formato de fichero en **XML** o HTML, y también puede almacenar la información en una base de datos PostgreSQL. Tiene capacidad para importar proyectos desde **Microsoft Project** (solo formato XML). Planner es una herramienta para planear, programar y seguir proyectos para el escritorio GNOME. Planner es un proyecto de código abierto destinado a ser una alternativa mejor que las herramientas propietarias disponibles.

Entre sus características están:

1. Gestión de Calendarios
2. Gestión de Recursos
3. Seguimiento del avance del proyecto
4. Enlazar tareas
5. Exportación a diferentes formatos

**PPTS:** Project Planning and Tracking System es una herramienta de gestión ágil de proyectos para equipos que trabajan con Scrum y/o Extreme Programming. Es un sistema Web, accesible con un navegador que puede instalarse sobre servidor Linux o Windows (con php y MySQL) y de uso libre, con licencia GNU (Licencia Publica General en español).

**TUTOS:** (The Ultimate Team Organization Software) es una herramienta Web de código abierto y uso gratuito para la gestión de pequeños grupos de trabajo o departamentos que incluye las siguientes funcionalidades: calendario, gestión de equipos, directorio de personas, gestión de incidencias, registros de tiempo, listas de seguimiento. [14]

## Fundamentación Teórica

---

**ToDoList:** Es una herramienta gratuita muy simple y efectiva para la gestión de proyectos en entornos ágiles. Escasamente ocupa 1 Megabyte, y al instalarla se puede indicar que emplee un fichero .ini para guardar la información de configuración, de forma que no toca para nada el registro de Windows y se puede llevar incluso en una memoria USB. [15]

**Gforge:** *Gforge* es un portal y a la vez una ramificación de la versión 2.61 del software de *SourceForge*. El enfoque que toma actualmente no es solo dirigido a la comunidad del Software Libre, también se consideran un objetivo de las empresas de software y otras entidades que necesiten un entorno colaborativo para sus proyectos. Fue iniciado por Tim Perdue, autor de gran parte del código original de *SourceForge*. En realidad no es una herramienta de planificación, sino de Gestión de Proyectos, sin embargo es posible adaptarla a la planificación, pues es posible especificar las fechas de inicio y finalización de las tareas, el número de horas para cada elemento, asignar el encargado de cumplimentar la tarea de la forma persona-asignación o equipo-asignación. Gestiona dependencias entre tareas y las mismas se encuentran organizadas en sub-proyectos. Una tarea tiene como información asociada; porcentaje de completitud, prioridad, descripción breve y detallada, fecha de inicio y de finalización, asignación/es, dependencias y una estimación en horas, del tiempo que se empleará en llevar a cabo la misma.

Existe la tendencia también de las herramientas del Sistema Operativo Windows, dentro de las herramientas más utilizadas que se muestra a continuación esta el Microsoft Office Project.

**Microsoft Office Project 2003:** La solución de Microsoft Office para la Administración de Proyectos. Es una herramienta esencial para todo aquel gerente de proyectos. Con Project 2003 Se podrá programar y organizar los recursos y las tareas, a fin de generar proyectos a tiempo y conforme al presupuesto. Adicionalmente, se contará con la Guía Project que ayuda a dominar rápidamente el proceso, y a programarlo paso a paso, a controlar su progreso y reportar información del mismo.

La familia Microsoft Office Project 2003 está formada por dos líneas de producto: Microsoft Project Standard 2003, y Enterprise Project Management (EPM), que es una solución empresarial compuesta por Microsoft Project Server 2003, Microsoft Project Professional 2003 y Microsoft Office Project Web Access.

**Microsoft Project Standard 2003:** Es una versión del programa central de administración de proyectos de Microsoft. Con herramientas conocidas, sencillas de usar, Project Standard permite administrar

## Fundamentación Teórica

---

proyectos de forma independiente en el escritorio. Con Project Standard, puede planear, administrar y comunicar información de los proyectos con más eficacia que antes.

**Enterprise Project Management (EPM):** Es la solución idónea para las organizaciones que necesiten un alto nivel de coordinación y estandarización entre los proyectos y los administradores de proyectos, administración centralizada de los recursos o un mayor nivel de creación de informes acerca de los proyectos y los recursos. La solución EPM de Microsoft permite que organizaciones enteras, departamentos o equipos trabajen juntos en la administración eficaz de proyectos y procesos

**Microsoft Office Project Professional 2003:** Project Professional 2003 es el programa de escritorio de Microsoft para la administración de proyectos empresariales. Project Professional proporciona todas las herramientas centrales de programación de Project Standard 2003, además de eficaces capacidades de administrar recursos si se conecta al Project Server 2003.

**Microsoft Office Project Server 2003:** Proporciona un control centralizado de todos los proyectos desarrollados por la organización. A través de un repositorio gestionado centralmente en el servidor, permite a los equipos un acceso a la información mediante una interfaz Web. Permitiendo mantener la información convenientemente actualizada.

**Microsoft Solutions Framework (MSF):** Está diseñado para proporcionar una guía básica sobre cómo desarrollar con éxito un proyecto software, es una flexible e interrelacionada serie de conceptos, modelos y prácticas de uso que controlan la planificación, el desarrollo y la gestión de proyectos tecnológicos. MSF se centra en los modelos de proceso y de equipo dejando en un segundo plano las elecciones tecnológicas. Originalmente creado en 1994 para conseguir resolver los problemas a los que se enfrentaban las empresas en sus respectivos proyectos. Se ha convertido posteriormente en un modelo práctico que facilita el éxito de los proyectos tecnológico.

**Visual Studio 2005 Team System:** Descubre cómo realizar la gestión de proyectos directamente desde el entorno integrado de desarrollo, gracias a la última versión de Visual Studio. Brinda una serie de herramientas para la gestión de proyectos, basadas en los software ya conocidos: Microsoft Excel, Microsoft Project, Microsoft Word, y Windows Share Point Servicios. Mediante la integración de Microsoft Office, la gestión del proyecto no necesita tratar los datos de estas aplicaciones para los datos

## Fundamentación Teórica

---

usados por el equipo de desarrollo. La carpeta integra los productos de trabajos en el Visual Studio IDE para el acceso eficaz del equipo.

### 1.10.3.1 Comparación entre Herramientas de Planificación Temporal

Se realizó un estudio profundo de las diferentes herramientas que existen para la planificación temporal sobre el software libre y software propietario, según las herramientas estudiadas se puede establecer una comparación entre ellas para facilitar la selección de la que se va a utilizar en el proceso de planificación del proyecto.

Se puede ver que todas las herramientas estudiadas son empleadas para la planificación de proyectos de software, la organización, seguimiento y control de las tareas realizadas por el personal del proyecto así como una serie de opciones que permiten añadir recursos y tareas.

Cada una de las herramientas presenta sus características peculiares y ventajas que permiten una buena planificación.

El Gantt Project es una herramienta muy similar al Microsoft Project. Está hecho en Java y tiene una gran ventaja, corre en cualquier sistema operativo. Es muy sencillo de usar, gratis, trabaja con un diagrama de Gantt y usa el formato XML para las copias de seguridad y permite exportar los proyectos como imágenes PNG o JPG, en documentos PDF o páginas HTML. Una de sus principales ventajas es que es código abierto y por tanto es posible adaptar sus funcionalidades al propio entorno en que se trabaja e implementar características ausentes; con el único requisito de registrar esos cambios como una nueva versión y compartirlos con la comunidad de Gantt Project.

Por otra parte la herramienta de software libre *Planner* es una potente aplicación de escritorio para la gestión de proyectos. Tiene una gran ventaja y es que dispone de una versión (beta) para Windows e incluye exportaciones a varios formatos. Permite gestionar tareas y calendarios, además del seguimiento y control del avance del proyecto.

Una herramienta de software propietario es el Microsoft Project, permite generar varios tipos de diagramas, entre ellos Gantt y Pert, los cuales son muy fáciles de realizar con esta herramienta. Posibilita que el líder del proyecto ofrezca una panorámica actual al cliente sobre la situación de cada uno de los equipos de trabajo, y del software en general. Quizás una de sus principales ventajas sea que en la UCI, el Microsoft Project está contenido dentro del Programa de la Asignatura Ingeniería de Software, lo que lo convierte en un software popular y con el cual está familiarizada la comunidad Universitaria. Entre sus grandes inconvenientes está que es un software que produce la compañía

## Fundamentación Teórica

---

norteamericana Microsoft, por ende, es un software con el cual no se le es permitido trabajar a los cubanos y es incompatible con varios sistemas operativos, entre ellos el Linux. Puede ser muy engorroso para proyectos muy grandes (de más de 100 tareas) pues resulta casi imposible mostrar en pantalla el desarrollo completo de los mismos.

Por otra parte la herramienta Visual Studio 2005 Team System ha sido diseñado para aportar automatización, integración y colaboración a todo el ciclo de vida del desarrollo de software. El sistema cliente/ servidor consolida la gestión del proyecto, el seguimiento de elementos de trabajo, el control del código fuente, los entornos de generación y comprobación, y el seguimiento de errores. Cuenta con capacidades para líderes y planificadores de proyectos, permite integrar la planificación al proceso de software, balancea las cargas y organiza los recursos con las herramientas ya conocidas (Excel y Project, de Office).

Con el estudio de las características y las ventajas de las herramientas antes comparadas se puede arribar a la conclusión de que todas son muy importantes para la planificación de proyectos de software. Pero es mas conveniente utilizar software libre en la planificación del proyecto SICI, colaborando así, con la política de migración a tecnologías opensource propuesta por la UCI y que nuestro proyecto va ha ser implementado bajo las influencias de las herramientas de software libre. Por estas razones se propone la utilización de la herramienta *Planner* para la planificación de las actividades a realizar en el proyecto porque es una de las más fáciles de manejar y entender. Esta consta de todas las funcionalidades necesarias que se pueden utilizar para una buena planificación de proyectos y además puede correr sobre el sistema operativo Windows, con la utilización de esta herramienta se confeccionará de forma digital el plan del proyecto y se obtendrá una adecuada coordinación de las actividades de desarrollo y un uso eficiente de los recursos.

### 1.11 Metodología Utilizada

Cada proyecto de software posee sus características propias, según las mismas se determinan que metodología para el desarrollo se adecua más a las condiciones de este. Existe una gran tendencia a la utilización de Rational Unified Process (RUP), porque además de ser muy conocido, potencia gran flexibilidad a la hora de iniciar el proyecto, ya que es iterativo e incremental ,lo que permite a su vez realizar una planificación detallada de cada uno de los artefactos a generar. RUP le presta una gran importancia al flujo de trabajo Administración de Proyectos, el cual se desarrolla desde la fase de Inicio hasta la Fase de transición, dentro de este flujo se encuentra enmarcada la Planificación .Esta metodología propone que se trabaje en módulos o mini proyectos cuando el proyecto a desarrollar es



## Fundamentación Teórica

---

complejo, facilitando así el trabajo y la planificación. El proyecto SICI está dividido en 7 subsistemas lo que justifica el uso de esta metodología.

### 1.12 Conclusiones

En este capítulo se abordaron diferentes conceptos de expertos en la planificación del software, temas relacionados con la planificación, los cuales son de mucha importancia para el desarrollo de este Trabajo de Diploma, además de un estudio profundo de las herramientas que se utilizan a nivel mundial con estos fines, lo que permitió escoger la herramienta acertada para realizar la planificación del proyecto de forma eficiente.

### ***Desarrollo de la Planificación***

#### **2.1 Introducción**

En este capítulo se realizará la planificación temporal del proyecto con las herramientas escogidas en el capítulo 1, además de una valoración del tiempo total de vida del proyecto y estimación del esfuerzo del mismo. Se hará una definición de los mecanismos establecidos para la captura, monitoreo y control de la información, así como el desarrollo de una estrategia de mitigación de riesgos.

#### **2.2 Definición de la Estrategia Organizativa**

Dentro de las actividades estratégicas de planificación se definen las actividades y recursos que requiere el proyecto para el desarrollo de un producto con calidad a través de estimaciones. La aplicación de las mismas en el proyecto SICI se explica a continuación.

##### **2.2.1 Definición del Ámbito del Software**

Para realizar la planificación de un proyecto, la primera actividad del planificador, es definir el ámbito del software que se quiere desarrollar. Para la definición del mismo se tienen en cuenta la necesidad del proyecto de realizar el sistema, objetivos o fin que tiene con el desarrollo del mismo y metas trazadas, o sea lo que deberá ser capaz de hacer el sistema que responda a los requerimientos del cliente. Estos aspectos definidos se mencionan a continuación.

**Necesidad:** La Dirección de Cooperación Internacional (DCI) de la Universidad encargada de gestionar toda la información relacionada con las salidas del personal al exterior y entrada de extranjeros a la Universidad con diversos fines sufre innumerables dificultades con la tramitación, las actividades de relaciones públicas y la gestión de toda la información relacionada. Como respuesta a este problema, el proyecto SICI debe desarrollar un Sistema Informático que automatice sus procesos.

**Objetivos:** El proyecto SICI se crea con el objetivo de dar solución al problema planteado por la DCI de facilitar la gestión de la información de todos sus procesos.

## Desarrollo de la Planificación

---

Metas: El proyecto se traza desarrollar un sistema que cumpla con los requerimientos del cliente permitiendo realizar las funcionalidades que necesita dicho sistema como: automatizar la autenticación de usuarios, realizar solicitud de misión, analizar solicitud de misión para su aprobación por Rectoría, realizar visita, gestionar información referente a becas, cursos, eventos, post-grado, gestionar datos de pasaporte, visa, pasaje y gestionar trámites del visitante, entre otras.

### 2.2.2 Estimación de Recursos Humanos

Después de obtener el ámbito general del proyecto, el planificador realiza, como segunda actividad, la valoración de los recursos necesarios para realizar la estimación del esfuerzo de desarrollo del software.

El personal que se necesita para realizar el software, es el primer recurso, que se debe estimar. Las personas deben estar bien capacitadas de los conocimientos básicos que se necesitan. En el caso de la universidad, los protagonistas de las actividades son los estudiantes conjuntamente con los profesores.

El proyecto cuenta con 7 subsistemas a desarrollar, hasta ahora en el proyecto se ha trabajado en 5 subsistemas estos son: Cooperación, Economía, Relaciones Públicas, Trámites y Misión UCI. A medida que han surgido las necesidades del proyecto, se han reestructurado los subsistemas existentes. La planificación de los recursos humanos del equipo de desarrollo del proyecto SICI, está estructurada como se ejemplifica en el **Anexo 8**.

El Jefe de Proyecto, el Capacitador y el Especialista en Procesos son profesores de la facultad a los cuales se le ha asignado este rol en el proyecto. El Analista Principal, el Planificador, el Diseñador de la BD, el Arquitecto, el Probador, el Gestor de Calidad y Configuración y Cambios, el Implementador Integrado y el Arquitecto de Información, .son estudiantes de la Facultad 1 que están capacitados para desempeñar este rol.

Se creó un pequeño equipo de desarrollo por cada subsistema de los que está integrado el sistema. Los subsistemas están estructurados por los siguientes roles:

**El analista:** este rol lo realizan dos estudiantes por subsistemas, capacitado en todo lo referente al análisis y diseño del sistema.

## Desarrollo de la Planificación

---

**Los implementadores:** este rol lo desarrollan dos estudiantes, por subsistemas. Estos estudiantes deben estar bien preparados en las diferentes técnicas de programación que existen.

En el proyecto, para lograr el trabajo en equipo, se le asignó a todo el personal un tiempo de máquina para el desarrollo de su trabajo, e investigar para su preparación y desempeño del rol. El mismo se explica de la siguiente forma:

Se le asigna al analista, arquitecto, el diseñador de BD, el programador de BD y el planificador 4h de trabajo por día, para un total de 20 h semanal, a los programadores 5h por la complejidad que requiere su trabajo, para un total de 25 h semanales. A los responsables de calidad y prueba, los de configuración y cambio y el administrador de la BD 4h de trabajo tres días a la semana, para un total de 12 h semanales. Al arquitecto de información se le asigna 8 h de trabajo un día a la semana, para un total de 8 h y a los analistas de los dos restantes subsistemas que faltan por empezar a desarrollar se le asigna 13 h de trabajo un día a la semana para su preparación en el desempeño del rol que se les asignó, para un total de 13 h. Para la investigación y preparación se le asignan a los roles principales del equipo 1 h de las 4 h que le corresponden por día lo que representa a la semana un total de 5h, excepto el programador que se le estima un tiempo de 2h para un total de 10h y al personal de calidad y prueba, los de configuración y cambio y el administrador de la BD 4 h de los tres días que le corresponde en la semana para un total de 4h. El arquitecto de información 4h de las 8h que le corresponden un día a la semana, para un total de 4h. La siguiente tabla muestra los resultados.

## Desarrollo de la Planificación

Rol	Actividades	Días						Total
		L	M	M	J	V	S	
Analista	Trabajo	4h	4h	4h	4h	4h		20h
Analista	Preparación	1h	1h	1h	1h	1h		5h
Arquitecto	Trabajo	4h	4h	4h	4h	4h		20h
Arquitecto	Preparación	1h	1h	1h	1h	1h		5h
Diseñador de BD	Trabajo	4h	4h	4h	4h	4h		20h
Diseñador de BD	Preparación	1h	1h	1h	1h	1h		5h
Planificador	Trabajo	4h	4h	4h	4h	4h		20h
Planificador	Preparación	1h	1h	1h	1h	1h		5h
Programador	Trabajo	5h	5h	5h	5h	5h		25h
Programador	Preparación	2h	2h	2h	2h	2h		10h
Responsables de Calidad y Prueba	Trabajo	4h		4h		4h		12h
Responsables de Calidad y Prueba	Preparación			4h				4h
Arquitecto de Información	Trabajo						8h	8h
Arquitecto de Información	Preparación						4h	4h
Responsable Configuración y Cambio	Trabajo	4h		4h		4h		12h
Responsable Configuración y Cambio	Preparación			4h				4h
Administrador de la BD	Trabajo		4h		4h		4h	12h
Administrador de la BD	Preparación				4h			4h

**Tabla 2 Horario de Trabajo productivo**

## Desarrollo de la Planificación

---

Para que el personal del proyecto desempeñe su trabajo, se prepare o capacite para el mismo, el tiempo que se estimó a cumplir, es ajustado a un tiempo de máquina que se crea en la herramienta Planner conjuntamente con el cronograma realizado. El mismo se hace con el objetivo de que el trabajo a realizar no se retrase por mala organización y distribución de las máquinas. En el mismo se asignan 4 personas por cada una.

### 2.2.3 Estimación de Herramientas de Hardware y Software

El entorno de trabajo es donde se apoya el proyecto de software, el cual incorpora hardware y software utilitario. Para el desarrollo del sistema se hizo una selección de las herramientas hardware y software que se estimaron convenientes usar.

#### ***Herramientas de Hardware***

La dirección de la facultad le asignó al equipo de desarrollo 8 PC. La PC servidor de BD, la PC servidor de repositorio y el *Hosting* son 2 máquinas independientes que se encuentran en la infraestructura productiva el IP.

Los recursos de hardware tienen las siguientes características:

Estaciones de Trabajo:

- 1- Procesador Pentium 4
- 2- 120 GB de espacio en disco
- 3- 512 MB de RAM DDR2.
- 4- Tarjeta de Red.
- 5- Periféricos: Mouse y Teclado.

Servidor de Base de Datos:

- 1- Periféricos: Mouse y Teclado.
- 2- Tarjeta de Red.
- 3- 2 GB de RAM.
- 4- 120 GB de espacio en disco.
- 5- Procesador Dual Core.

## Desarrollo de la Planificación

---

Servidor de Repositorio y Hosting:

- 1- Periféricos: Mouse y Teclado.
- 2- Tarjeta de Red.
- 3- 2 GB de RAM.
- 4- 80 GB de espacio en disco.
- 5- Procesador Dual Core.

### **Herramientas de Software**

Entre las herramientas de software necesarias para desarrollar el proceso de software se encuentran:

- Como lenguaje de programación, PHP
- Como plataforma, Sistema De Gestión de Contenido (CMS sus siglas en inglés) Drupal
- Para el modelado del sistema, Visual Paradigm 3.0
- Para la Gestión de BD, PostgreSQL 8.1
- Servidor de Versiones: Subversión.
- Sistema Operativo: Windows XP (ó superior) ó UNIX (distribuciones de Linux).
- Navegador web: Internet Explorer, Firefox o cualquier otro que soporte JavaScript.

### **2.3 Estimación de tiempo y esfuerzo**

“El objetivo fundamental de la planificación y el análisis de la factibilidad es establecer planes razonables para desarrollar la Ingeniería de Software y manejar los cambios de los proyectos de Software” [16].

Cuando se planifica un proyecto se tienen que obtener estimaciones del tiempo y esfuerzo humano que se requiere emplear para desarrollar un producto eficiente. Para realizar estimaciones seguras se emplean técnicas y modelos. En el proyecto SICl se utilizó para la estimación del esfuerzo del proyecto la técnica de Puntos de Casos de Uso, esta se realiza mediante una asignación de “pesos”, a diferentes factores que afectan al proyecto. A continuación se explica el método y al mismo tiempo se aplica al proyecto.

#### **2.3.1 Paso 1. Cálculo de Puntos de Casos de Uso sin ajustar**

El cálculo de los casos de uso sin ajustar se calcula mediante la siguiente ecuación:

$$\mathbf{UUCP = UAW + UUCW}$$

## Desarrollo de la Planificación

---

Donde:

**UUCP:** Puntos de Casos de Uso sin ajustar

**UAW:** Factor de Peso de los Actores sin ajustar

**UUCW:** Factor de Peso de los Casos de Uso sin ajustar

### 2.3.1.1 Factor de peso de los actores sin ajustar (UAW)

El factor de peso de los actores sin ajustar se calcula según la cantidad de actores definidos en el sistema y la complejidad de cada uno de ellos.

Los criterios se muestran en la siguiente tabla:

Tipo de Actor	Descripción	Factor de Peso	Cantidad de Actores	Total
Simple	Otro Sistema que interactúa con el sistema a desarrollar mediante una interfaz de programación	1	1	1
Medio	Otro sistema que interactúa con el sistema a desarrollar mediante un protocolo o una interfaz basada en texto.	2	0	0
Complejo	Una persona que interactúa con el sistema mediante una interfaz gráfica.	3	13	39

**Tabla 3. Factor de Peso de los Actores sin ajustar**

Luego el factor de peso de los actores sin ajustar se calcula mediante la siguiente ecuación:

$$UAW = \sum \text{cant actores} * \text{peso}$$

$$UAW = 40$$

### 2.3.1.2. Factor de Peso de los Casos de Uso sin ajustar (UUCW)

El factor de peso de los casos de uso sin ajustar se calcula mediante un análisis de la cantidad de Casos de Uso presentes en el sistema y la complejidad de cada uno de ellos. La complejidad de los Casos de Uso se establece teniendo en cuenta la cantidad de transacciones efectuadas en el mismo, donde una transacción se entiende como una secuencia de actividades atómica, es decir, se efectúa



## Desarrollo de la Planificación

---

la secuencia de actividades completa, o no se efectúa ninguna de las actividades de la secuencia. A continuación se muestran los criterios en la tabla:

Tipos de Casos de Uso	Descripción	Factor de Peso	Casos de Uso	Total
Simple	El caso de uso contiene de 1 a 3 transacciones.	5	14	70
Medio	El caso de uso tiene de 4 a 7 transacciones.	10	33	330
Complejo	El caso de uso contiene más de 8 transacciones.	15	10	150

Tabla 4. Factor de peso de los casos de uso sin ajustar

Por lo que el factor de peso de los casos de uso sin ajustar se calcula mediante la ecuación siguiente:

$$UUCW = \sum cant\ CU * Peso$$

$$UUCW = 550$$

Por último se sustituyen los resultados en la fórmula inicial de puntos de casos de uso sin ajustar:

$$UUCP = UAW + UUCW$$

$$UUCP = 40 + 550$$

$$UUCP = 590$$

### 2.3.2 Paso 2. Cálculo de los Puntos de Casos de Uso ajustados

Una vez obtenido los Puntos de Casos de Uso sin ajustar, se debe ajustar éste valor mediante la siguiente ecuación:

$$UCP = UUCP * TCF * EF$$

En la que:

**UCP:** Puntos de Casos de Usos Ajustados

**UUCP:** Puntos de Casos de Usos Sin Ajustar

**TCF:** Factor de Complejidad Técnica

## Desarrollo de la Planificación

---

EF: Factor de Ambiente

### 2.3.2.1 Factor de complejidad técnica

Para hallar el valor del factor de complejidad técnica se tienen en cuenta un conjunto de factores que determinan la complejidad técnica del sistema. A cada factor se le asigna un valor de 0 y 5, donde 0 significa un aporte irrelevante y 5 un aporte muy importante

Factor	Descripción del Factor	Peso	Valor Asignado	Total
T1	Sistema distribuido	2	0	0
T2	Tiempo de respuesta	1	1	1
T3	Eficiencia del usuario final	1	2	2
T4	Funcionamiento Interno complejo	1	2	2
T5	El código debe ser reutilizable	1	3	3
T6	Facilidad de instalación	0.5	2	1
T7	Facilidad de uso	0.5	4	2
T8	Portabilidad	2	2	4
T9	Facilidad de cambio	1	2	2
T10	Concurrencia	1	1	1
T11	Incluye objetivos especiales de seguridad	1	3	3
T12	Provee acceso directo a terceras partes	1	3	3
T13	Se requieren facilidades especiales de entrenamiento de usuarios	1	3	3

Tabla. 5. Factor de complejidad técnica

El Factor de complejidad técnica se calcula mediante la siguiente ecuación:

$$TCF = 0.6 + 0.01 \times \Sigma (\text{Peso} \times \text{Valor asignado})$$

$$TCF = 0,6 + 0,01 * 27$$

$$TCF = 0,6 + 0,27$$

Y se obtiene que  $TCF = 0,87$

## Desarrollo de la Planificación

---

### 2.3.2.2. Factor ambiente

Para calcular el factor ambiente se tienen en cuenta las habilidades y el entrenamiento en el grupo involucrado en el desarrollo del sistema. Cada factor se cuantifica con un valor desde 0 (aporte irrelevante) hasta 5 (aporte muy relevante).

Factor	Descripción del Factor	Peso	Valor asignado	Total
E1	Familiaridad con el modelo de proyecto Utilizado.	1,5	2	3
E2	Experiencia en la aplicación	0,5	2	1
E3	Experiencia en la orientación a objetivos.	1	3	3
E4	Capacidad del analista líder.	0,5	4	2
E5	Motivación.	1	3	3
E6	Estabilidad de requerimientos	2	4	8
E7	Personal Part-Time	-1	0	0
E8	Dificultad del lenguaje de programación	-1	1	1

Tabla 6. Factor de ambiente

Luego se calcula su valor total:

$$EF = 1.4 - 0.03 * \sum (\text{peso} * \text{valor asignado})$$

$$EF = 1.4 - 0.03 * 21$$

$$EF = 1,4 - 0,63$$

$$\text{Donde } EF = 0,77$$

Finalmente se sustituyen los valores obtenidos en la ecuación de puntos de casos de uso ajustados:

$$UCP = UUCP * TCF * EF$$

$$UCP = 590 * 0,87 * 0,77$$

De lo que resulta:

$$UCP = 395,24$$

## Desarrollo de la Planificación

---

### 2.3.3 Paso 3. Estimación de esfuerzo a través de los puntos de casos de uso ajustados.

La estimación de esfuerzo se realiza mediante una ecuación matemática:

$$E = UCP * CF$$

Donde:

**E** = Esfuerzo

**UCP** = Puntos de casos de uso ajustados

**CF** = Factor de conversión.

Los puntos de casos de uso ajustados fueron calculados con anterioridad y el factor de conversión se obtiene mediante los siguientes criterios:

Primeramente se contabilizan cuántos factores de los que afectan al factor ambiente están por debajo del valor medio (3), para los factores E1 a E6 y luego se repite la operación para los que se encuentren por encima del mismo valor (3) pero para los factores E7 y E8.

- Si el total es 2 o menos se utiliza el factor de conversión 20 Horas-Hombre / Punto de Casos de uso.
- Si el total es 3 ó 4 se utiliza el factor de conversión 28 Horas-Hombre / Punto de Casos de uso.
- Si el total es mayor o igual que 5 se recomienda efectuar cambios en el proyecto ya que se considera que el riesgo de fracaso del mismo es demasiado alto

Para el caso del sistema que se propone se tiene que el total es de valor menor o igual que 2 y se utiliza el factor de conversión 20 horas-hombre/Punto de Casos de Uso, es decir, un Punto de Caso de Uso toma 20 horas-hombre. Finalmente, sustituyendo en la ecuación inicial se obtiene que:

$$CF = CF = 20 \text{ Horas-Hombre / Punto de Casos de uso.}$$

$$E = 395,24 * 20$$

$$E = 7904,8 \text{ Horas-Hombre.}$$

### 2.3.4 Paso 4. Calcular esfuerzo de todo el proyecto

Es muy importante aclarar que el método utilizado proporciona solo el cálculo del esfuerzo empleado en el desarrollo de las funcionalidades especificadas por los casos de uso. Por lo que para una estimación mas completa de la duración total del proyecto deben añadirse las estimaciones de esfuerzo del resto de las actividades relacionadas con el desarrollo del software. Para ello se utiliza la siguiente tabla que da una aproximación de los esfuerzos distribuidos según las principales actividades:

## Desarrollo de la Planificación

---

Actividades	Porcentaje
Análisis	10.00%
Diseño	20.00%
Programación	40.00%
Pruebas	15.00%
Sobrecarga (Otras actividades)	15.00%

**Tabla. 7. Porcentaje de esfuerzo aproximado, actividades principales**

Utilizando el resultado obtenido anteriormente (E), se sustituye en la tabla:

Actividades	Porcentaje
Análisis	1976,2
Diseño	3952,4
Programación	7904,8
Pruebas	2964,3
Sobrecarga (Otras actividades)	2964.3
Total	19762

**Tabla. 8. Valores del esfuerzo aproximado de actividades principales**

Puesto que el objetivo del presente trabajo es realizar la estimación del esfuerzo de todo el proyecto, entonces se realizan todo los flujos de trabajo, por lo que el tiempo a tener en cuenta es la suma de todas las tareas y esto arroja un resultado de **E = 19762 Horas –Hombres** y se estima que cada mes tiene 4 semanas y cada semana 5 días laborales, por tanto se trabajaría 20 días al mes y si se trabaja 5 horas diarias como promedio por dificultades de hardware (no hay suficientes máquinas ) se trabajarían en un mes 100 horas laborables, eso daría un **ET = 197,62 mes-hombre**.

Si:

$$\text{Tiempo} = \text{ET} / \text{CH}$$

$$\text{Tiempo} = 197,62 / 30$$

**Tiempo = 6,58 meses**

Se puede decir que la estimación del tiempo requerido para desarrollar el proyecto SICI a través de la planificación basada en la técnica de estimación por Puntos de Casos de Uso permite concluir que treinta personas tardaría seis meses y medio aproximadamente.

## Desarrollo de la Planificación

---

### 2.4 ¿Qué mecanismos de captura de información se usaron en el proyecto SICI?

En el proyecto SICI el proceso de captura de información se lleva a cabo mediante una metodología de recogida de 2 formas diferentes que permite llevar el control del equipo de trabajo y darle seguimiento al mismo. Todas estas actividades se hacen con el objetivo de realizar una buena planificación.

La recogida de información, se hace de forma digital o personal.

**Digital:** El planificador recoge las tareas que deberá cumplir cada integrante del equipo de trabajo según su rol y las planifica para que sean realizadas en el tiempo que estime conveniente.

Luego las publica en el repositorio o envía las tareas vía e-mail a todo el equipo. De esta forma todo el personal del proyecto podrá acudir al repositorio y saber que tarea le corresponde y en qué tiempo debe cumplirla.

**Personal:** La recogida de información la hace el planificador del proyecto directamente del responsable en entregársela. Esto puede ocasionar alguna pérdida de tiempo en la entrega de la información si las dos personas vinculadas en este proceso se encuentran en estaciones de trabajo alejadas.

### 2.5 Definición de mecanismos para las actividades de monitoreo y control

Se realizan chequeos de informatización cada quince días los viernes con todo el equipo de trabajo, con el personal de la Dirección de Cooperación Internacional y con los compañeros de Informatización para verificar el avance del trabajo, aclarar dudas e inquietudes que surgen respecto al trabajo que se está realizando.

Se hacen revisiones de las computadoras que se utilizan en el proyecto para ver su estado. Este tiene como fin permitir el control de las mismas, que estén en buen estado. Se verifica a diario si se cumple con el tiempo de máquina asignado al personal. Esto se debe a que las máquinas se distribuyeron para cuatro personas y puede causar conflictos.

El equipo de dirección del proyecto debe reunirse semanalmente para hacer un corte y revisar las actividades más importantes que no se pueden atrasar en el proyecto y así verificar el avance de estas actividades para en el caso que se estén atrasando tomar providencias. El equipo de calidad y prueba debe estar presente. Para el desarrollo de este encuentro el planificador debe realizar un plan de

## Desarrollo de la Planificación

---

reuniones en el que se especifique el lugar, el día del contacto y las actividades que serán chequeadas. Al terminar este control el planificador debe documentar el estado de las tareas. A las tareas se les debe de clasificar de Correctas (OK) si están realizadas en el plazo previsto. Atrasadas (AT) si están atrasadas, pero aún se pueden terminar en la fecha prevista, Planificada (P) si ni siquiera se han comenzado.

Se realizan reuniones todos los lunes para chequear el cumplimiento de las tareas y recoger las que deberán realizarse y darle un seguimiento y control al proyecto. Al terminar este control el planificador debe documentar el estado del trabajo. Este documento es vital para poder conocer las personas que han incumplido las fechas de entrega, el por qué ha sucedido esto y que riesgo corren los mismos.

En caso de que existiera algún peligro, este documento es vital para analizar las estrategias de mitigación de riesgos.

La siguiente tabla muestra las principales tareas que tenía en cuenta este documento para controlar la información.

Nro.	Acuerdo	Responsable	Fecha Cumplimiento	Causa Incumplimiento
1	Actividad tomada como acuerdo a desarrollar por algún integrante del equipo de trabajo	Nombre del integrante del equipo de desarrollo responsable de la actividad a desarrollar	Fecha en la que se debe entregar o tener terminada la actividad	En caso de que se incurra en el incumplimiento de la actividad asignada, dejar bien claro el motivo del incumplimiento.
2	-	-	-	-

Tabla 9. Parte para controlar el avance interno del proyecto

### 2.6 Análisis de Riesgos y Estrategia de Mitigación

Existen amplios debates sobre la definición adecuada para riesgo de software, hay acuerdo común en que el riesgo siempre implica dos características [6]:

## Desarrollo de la Planificación

---

- Incertidumbre: El acontecimiento que caracteriza al riesgo puede o no ocurrir; por ejemplo, no hay riesgos de un 100 por ciento de probabilidad.

-Pérdida: Si el riesgo se convierte en una realidad, ocurrirán consecuencias no deseadas o pérdidas.

### 2.6.1 Definición y Clasificación

El riesgo se define como "la exposición a la posibilidad de ocurrencia de ciertos entes tales como pérdida o ganancia económica, daño físico, retrasos, daño a la salud pública, etc. que surgen como consecuencia de seguir un curso particular de acción.

Existen diferentes categorías de clasificación del riesgo del software con el objetivo de darle un nivel de incertidumbre y un grado de pérdidas a cada uno. Además de poder identificar los tipos de riesgos que se pueden encontrar en la construcción del software.

**Riesgos del Proyecto (RP):** Estos riesgos permiten identificar los problemas de planificación temporal, de personal, de recursos, de clientes y de requisitos.

**Riesgos Técnicos (RT):** Estos riesgos están relacionados con el producto, amenazando su calidad. Estos riesgos identifican los posibles problemas de incertidumbre técnica, diseño, implementación, verificación, mantenimiento, etc.

**Riesgos Predecibles:** Son riesgos que se predicen según experiencias en proyectos anteriores. Están asociados con la comunicación del cliente, cambios del personal. Esto representa una amenaza para el desarrollo del software.

**Riesgos Impredecibles:** Son aquellos riesgos difíciles de identificar que amenazan la planificación temporal y causan daños como atrasos en el proyecto. Son aquellos relacionados con el incumplimiento de actividades en el tiempo establecido.

**Riesgos del negocio (RN):** Estos riesgos amenazan la capacidad del software.

### 2.6.2 Identificación del Riesgo

La identificación de los riesgos se pone en práctica verificando que algo puede ir mal en el proyecto. Se hace uso de una lista de comprobación para poder identificarlos. Y la mitigación de riesgos ya



## Desarrollo de la Planificación

---

identificados, se lleva a cabo a través de una estrategia trazada con el objetivo de reducirlos o eliminarlos. En caso de que existiese un riesgo que pueda afectar el progreso de las actividades a desarrollar en el proyecto, como cambios en los requerimientos, de arquitectura, etc., se pone en práctica el plan de Contingencia como estrategia de Mitigación. Esto se hace con el objetivo de equilibrar el proceso productivo.

La clave del éxito está en adelantarse a los problemas y tener acciones contempladas para evitar que sucedan o disminuir su impacto y tanto los riesgos genéricos como los específicos del producto se deberían identificar sistemáticamente, porque: "Si no atacas activamente a los riesgos, ellos te atacarán activamente a ti" [17].

Un método para identificar riesgos es crear una lista de comprobación de elementos de riesgo. La lista de comprobación se puede utilizar para identificar riesgos definidos al inicio para estimar un buen método.

A continuación se muestran los riesgos identificados en el proyecto en forma de tabla, o sea en la plantilla que el planificador debe utilizar para incorporar los riesgos identificados y analizados.

Riesgo	Tipo Riesgo	Impacto	Descripción	Probabilidad	Efectos
R-1	Tecnológico	Poca productividad de los miembros del proyecto.	Se refiere a las malas condiciones de trabajo en el laboratorio	Alta	Serias
R-2	Tecnológico	Atraso en la producción	Se refiere a las roturas de las PC.	Baja	Tolerable
R-3	Tecnológico	Atraso en la producción.	Roturas en el laboratorio.	Baja	Catastrófica
R-4	Personal	Atraso en las tareas	Se refiere a que los estudiantes tienen mucha carga docente y se prioriza la	Alta	Tolerable

## Desarrollo de la Planificación

---

			docencia.		
<b>R-5</b>	Personal	Atraso en las tareas	Se refiere a que parte de los desarrolladores no dominan el lenguaje y las tecnologías web.	Media	Tolerable
<b>R-6</b>	Personal	Atraso en las tareas	Se refiere a que los analistas no dominen la ingeniería de software	Baja	Tolerable
<b>R-7</b>	Personal	Atraso en las tareas	Se refiere a que los estudiantes juegan o ven series en el horario laboral	Media	Serios
<b>R-8</b>	Personal	Atraso en las tareas	Se refiere a que los estudiantes salgan de la escuela en días laborales	Baja	Tolerable
<b>R-9</b>	Herramientas	Atraso en las tareas	Se refiere a que las herramientas de software libre son de poco conocimientos para los miembros del proyecto.	Baja	Tolerable
<b>R-10</b>	Organización	Atraso en las tareas	Se refiere a que los estudiantes incumplen el horario laboral	Media	Serios
<b>R-11</b>	Organización	Atraso en las	Se refiere a que	Baja	Serios

## Desarrollo de la Planificación

---

		tareas	no se concreten los encuentros con los clientes		
<b>R-12</b>	Organización	Desorganización	Se refiere a que los estudiantes falten a las reuniones o chequeos por razones injustificadas.	Alta	Serios
<b>R-13</b>	Organización	Falta de coordinación	Se refiere a que los estudiantes trabajan cada cual por su lado y no como un equipo de desarrollo.	Media	Serios
<b>R-14</b>	Organización	Falta de coordinación	Se refiere a que los roles principales no organizan chequeos formales con sus subordinados.	Media	Serias
<b>R-15</b>	Requerimientos	Atraso	Se refiere a que los clientes una vez acordado los requerimientos quieran realizar algún cambio	Alta	Serias
<b>R-16</b>	Requerimientos	Atraso	Se refiere que se haga una incorrecta captura de	Media	Catastrófica

## Desarrollo de la Planificación

---

			requerimientos.		
<b>R-17</b>	Requerimientos	Atraso	Se refiere a no presentarle los requerimientos al cliente una vez identificados.	Baja	Serias
<b>R-18</b>	Requerimientos	Atraso	Se refiere a no especificar con claridad los requerimientos y que el desarrollador no los entienda o le sea ambiguo	Baja	Serias
<b>R-19</b>	Estimación	Atraso	Se refiere a realizar un mala planificación	Media	Catastróficas

**Tabla 10 Riesgos Identificados en el proyecto**

### 2.6.3 Estrategia de Mitigación y Plan de Contingencia

Para minimizar cada uno de los riesgos que han sido identificados, se desarrolla una estrategia de mitigación. En ocasiones, independientemente de los esfuerzos que se realicen para evitarlos, estos ocurren. Por lo cual, se elabora un plan de contingencia, que permite enfrentar los efectos negativos en caso de que los riesgos identificados se materialicen y que no se le pueda dar solución con la estrategia trazada.

A continuación se muestra la estrategia de mitigación y el plan de contingencia elaborado para los riesgos identificados en el proyecto en forma de tabla.

Riesgo	Indicadores	Estrategia de Mitigación	Plan de Contingencia
<b>R-1</b>	Los estudiantes no se concentran lo suficiente debido al excesivo calor, y a la	Hablar con los estudiantes y hacerles conciencia para que den lo mejor	No ha existido una solución viable.

## Desarrollo de la Planificación

---

	cantidad de personas en el laboratorio.	de sí y esto no afecte el trabajo en el proyecto. Elegir las quejas a la dirección de la facultad y las direcciones que atienden el proyecto a nivel de universidad	
<b>R-2</b>	La PC no funciona completamente.	Reporte a los técnicos encargados.	Redistribuir los estudiantes en las demás PC
<b>R-3</b>	Falta de conectividad, de fluido eléctrico y de iluminación.	Reporte a los técnicos o encargados de atender estas cuestiones.	Usar otras PC de otros laboratorios. Mudarse de laboratorio.
<b>R-4</b>	Atraso en la entrega de las tareas. Faltar a actividades del proyecto. Incumplimiento del horario de trabajo.	Vincular las asignaturas que se puedan al proyecto, Dar las asignaturas en bloque. Velar porque estén trabajando cuando estén frente a la PC y no jugando o viendo videos.	Hacer que el estudiante aproveche el tiempo al máximo por el mejor método posible.
<b>R-5</b>	Atraso en la entrega de las tareas.	Dar Cursos de superación en las herramientas de software libre para los desarrolladores para que así estén más preparados. Dar seguimiento a los más atrasados.	Dar seguimiento a las actividades de estos desarrolladores. Ponerles tareas menos complejas a los más atrasados y las demás responsabilidad a los que más

## Desarrollo de la Planificación

---

			conocimientos tengan.
<b>R-6</b>	Atraso en la entrega de las tareas.	Controlar el horario de trabajo y las actividades de cada estudiante en horario laboral. Aplicar medidas disciplinarias.	Hablar con el estudiante que tomen conciencia sobre lo que hay que hacer para no tener que aplicarle una medida disciplinaria.
<b>R-7</b>	Atraso en la entrega de las tareas.	Controlar cada vez que los estudiantes salgan de la escuela en días de semana. Tener el control de las tareas que tiene pendiente o asignada. Tener datos de localización del estudiante. Exigir que avisen de las ausencias al menos con 24 horas de antelación.	Si se van a ausentar por mucho tiempo redistribuir las tareas.
<b>R-8</b>	Ausencias en el horario laboral.	Controlar la entrada y salida de los estudiantes del laboratorio. Aplicar medidas disciplinarias acorde a lo establecido en el reglamento.	Localizar a los estudiantes y exigirles que se incorporen al laboratorio.
<b>R-9</b>	Atraso en las tareas, falta de coordinación con el cliente	Planificar los tiempos libres de ambas partes. Sensibilizar a los	Encuentros en horarios extra.

## Desarrollo de la Planificación

---

		clientes de la importancia de su cooperación.	
<b>R-10</b>	Desconocimiento de las actividades e indicaciones	Planificar bien las actividades y publicarlas en el repositorio	Notificar por correo en un acta o minuta los acuerdos de las reuniones o chequeos a cada integrante del equipo.
<b>R-11</b>	Trabajo doble. Desorganización en la realización de las tareas	Fomentar el trabajo en equipo y tener una correcta planificación de las actividades. Mantener a los miembros del proyecto al tanto del avance del resto.	Reuniones para informar el estado del proyecto.
<b>R-12</b>	Falta de información acertada del trabajo de cada cual.	Responsabilizar a un líder de cada grupo de trabajo acerca del trabajo de sus subordinados.	Reuniones para informar el estado del proyecto y del trabajo que realiza cada integrante del equipo.
<b>R-13</b>	Cambios a última hora de algún requerimiento funcional.	Dejar claro los requerimientos en cada iteración.	Valorar el impacto en el desarrollo. Acordar con el cliente dejar cambios sustanciales para próximas versiones.
<b>R-14</b>	Insatisfacción del cliente.	Revisión constante con los clientes.	Acordar encuentros de chequeo semanales con los clientes. Mantenerlos informado en todo momento del avance del proyecto.

## Desarrollo de la Planificación

---

R-15	Funcionamiento del sistema no acorde a los requerimientos	Revisar la documentación por parte de los analistas y el grupo de calidad del proyecto y la facultad en cuanto a los requerimientos.	Los analistas deben corregir la documentación y aclarar rápidamente a los programadores.
R-16	Incumplimiento del cronograma.	Revisar el cumplimiento del cronograma.	Arreglar la planificación de las actividades.

Tabla 11 Estrategia de mitigación y plan de contingencia del proyecto

### 2.6.4 Herramientas y Técnicas para almacenar y evaluar el riesgo

- Checklists. Las listas de comprobación se agrupan típicamente por la fuente del riesgo. Algunas áreas de aplicación han sido ampliamente utilizadas para la clasificación de las fuentes del riesgo.
- Diagramación. La diagramación puede ayudar al equipo de proyecto a entender mejor las causas y efectos de los riesgos.
- Entrevistas.- Las entrevistas orientadas a riesgos con varios de los involucrados (personas que serán impactadas por el proyecto) pueden ayudar a identificar riesgos no identificados durante actividades normales de la planeación. Los registros de las entrevistas previas al proyecto deben estar disponibles (por ejemplo, las aplicadas durante el estudio de viabilidad).

### 2.7 Planificación Temporal

La planificación consiste en diseñar un futuro deseable y seleccionar o crear las formas de lograrlo, hasta donde sea posible. Por lo tanto, al planificar, construye la **secuencia** de tareas con **lógica** necesaria, y la asignación de **recursos** necesarios para alcanzar el objetivo del proyecto en un **tiempo** insuperable.

La disponibilidad de recursos hace, que la secuencia de tareas pueda variar en el tiempo; dependiendo de los recursos con que se dispongan. Por lo que, al momento de planificar, hay que considerar, las tareas y los recursos; con el mismo grado de importancia.



## Desarrollo de la Planificación

---

El proceso para la creación de un sistema o software, conlleva a un conjunto de actividades dentro de las que se encuentran la estimación y demás tareas de la planificación.

Analizado todo esto de otra manera, se considera que el proceso de planificación está internamente dividido en tres partes fundamentales: primero, la estimación del costo, el esfuerzo, los recursos y el tiempo; segundo, la identificación y la mitigación de los riesgos del plan de proyecto y por último, la planificación temporal y su seguimiento.

Después de haber identificado las tareas de ingeniería de software que se van a llevar a cabo, luego de haber estimado la cantidad de trabajo, el número de personas necesarias, y de haber considerado los riesgos que podrían retrasar el proyecto, es el momento de juntar todos los puntos y crear una red de tareas de ingeniería de software que permita conseguir la culminación de todo el trabajo en el tiempo establecido.

La planificación temporal de proyectos de software tiene como principios básicos [6]:

Compartimentación: Descomposición de proyectos en número manejable de actividades o tareas.

Interdependencia: Se deben determinar las interdependencias de cada actividad o tarea compartimentada.

Asignación de tiempo: A cada tarea que se vaya a programar se le deben asignar un cierto número de unidades de trabajo, una fecha de inicio y otra de finalización.

Validación del esfuerzo: A medida que se realiza la asignación de tiempo, el planificador se tiene que asegurar de que haya en plantilla el suficiente número de personas que se requiere en cada momento.

Responsabilidades definidas: Cada tarea que se propone debe asignarse a un miembro específico del proyecto.

Resultados definidos: El resultado de cada tarea, deberá estar definido. Los productos se combinan generalmente en entrega.

Sucesos o hitos definidos: Todas las tareas o grupos de tareas deben asociarse con algún hito del proyecto. Se considera un hito cuando se ha revisado la calidad de un producto y se ha aceptado. Acontecimiento que marca el principio o fin de una actividad o un conjunto de actividades.

A continuación se muestra de manera breve el proceso de planificación temporal:

## Desarrollo de la Planificación

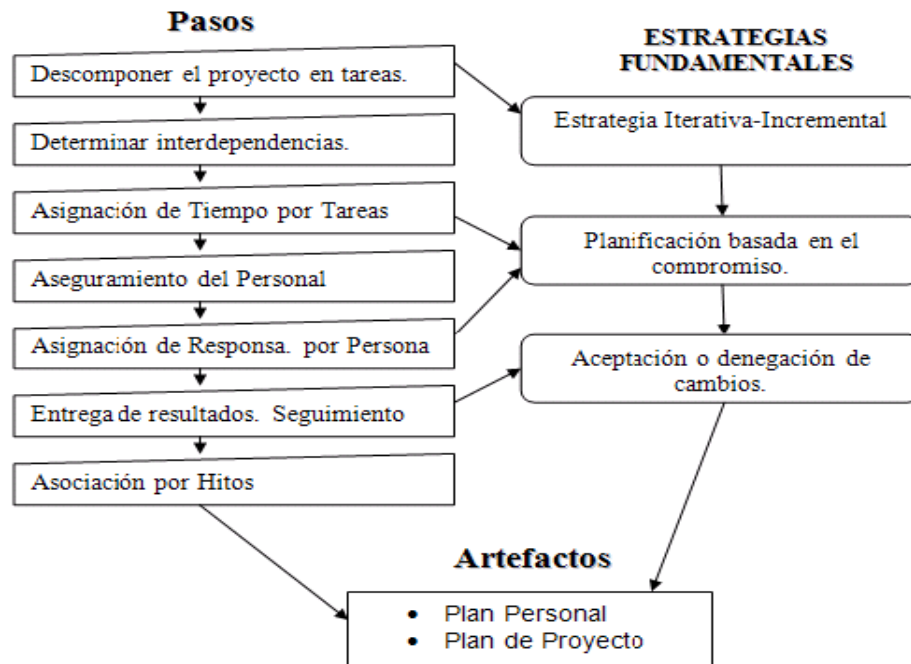


Figura 2.1 Demostración gráfica de pasos y estrategias fundamentales del proceso de planificación temporal

### 2.7.1 Métodos para la Planificación Temporal

Los métodos que a continuación se muestran son los más utilizados para la planificación temporal de proyectos. [18].

- **CPM** (Critical Path Method): Desarrollado para dos empresas americanas entre 1956 y 1958 por un equipo liderado inicialmente por James E. Kelley y Morgan R. Walker. Se utiliza en proyectos en los que hay poca incertidumbre en las estimaciones. Es prácticamente el mismo que el PERT sólo que supone conocidos los tiempos de duración de las actividades (tiene un carácter determinista).
- **MICE** (Minimum Cost Expediting): Aceleración del proyecto a costo mínimo” o PERT Costo: Es una de las variantes del CPM, pero introduciendo la relación que existe entre costo y duración de una actividad. De esta forma se obtiene la programación de proyectos al costo mínimo.
- **Método de ROY**: Desarrollado en Europa entre 1958 y 1961 por un grupo de ingenieros encabezados por B. Roy y M. Simmonard. Similar a los métodos PERT y CPM, pero permite establecer las redes sin utilizar actividades ficticias e iniciar los cálculos sin la construcción de la red.

## Desarrollo de la Planificación

---

- **Método GERT** (Graphical Evaluation & Review Technique): Desarrollado por A. A. Pritsker tomando como base los trabajos de Eisner y Elmaghraby. El método GERT extiende la incertidumbre en la duración de las actividades a la propia programación, permitiendo considerar un número mayor de situaciones del proyecto que otros métodos. Las actividades precedentes de cada nudo pueden ser de naturaleza determinante o probabilística.

### 2.7.1.1.Método de GANTT

La gráfica de Gantt es uno de los primeros métodos y el más utilizado en la administración de proyectos. A través de esta gráfica se puede planificar diversas actividades en un período determinado o chequear los avances de un proyecto con lo que puede aplicarse un esfuerzo adicional a las partes rezagadas de una operación antes que se vea amenazado el cumplimiento de la fecha de terminación global. Existen un sin número de bibliografías que abordan este tema, a continuación se muestra una reseña general de lo que al método respecta [19].

Los cronogramas de barras o “gráficos de Gantt” fueron concebidos por el ingeniero norteamericano Henry L. Gantt, uno de los precursores de la ingeniería industrial contemporánea de Taylor. Gantt procuró resolver el problema de la programación de actividades, es decir, su distribución conforme a un calendario, de manera tal que se pudiese visualizar el período de duración de cada actividad, sus fechas de iniciación y terminación e igualmente el tiempo total requerido para la ejecución de un trabajo. El instrumento que desarrolló permite también que se siga el curso de cada actividad, al proporcionar información del porcentaje ejecutado de cada una de ellas, así como el grado de adelanto o atraso con respecto al plazo previsto.

Este gráfico consiste simplemente en un sistema de coordenadas en que se indica:

**Eje Horizontal:** un calendario, o escala de tiempo definido en términos de la unidad más adecuada al trabajo que se va a ejecutar: hora, día, semana, mes, etc.

**Eje Vertical:** Las actividades que constituyen el trabajo a ejecutar. A cada actividad se hace corresponder una línea horizontal cuya longitud es proporcional a su duración en la cual la medición efectúa con relación a la escala definida en el eje horizontal.

**Símbolos Convencionales:** En la elaboración del gráfico de Gantt se acostumbra utilizar determinados símbolos, aunque pueden diseñarse muchos otros para atender las necesidades específicas del usuario. Los símbolos básicos son los siguientes:

## Desarrollo de la Planificación

---

- Iniciación de una actividad.
- Término de una actividad.
- Línea fina que conecta las dos “L” invertidas. Indica la duración prevista de la actividad.
- Línea gruesa. Indica la fracción ya realizada de la actividad, en términos de porcentaje. Debe trazarse debajo de la línea fina que representa el plazo previsto.
- Plazo durante el cual no puede realizarse la actividad. Corresponde al tiempo improductivo puede anotarse encima del símbolo utilizando una abreviatura.
- Indica la fecha en que se procedió a la última actualización del gráfico, es decir, en que se hizo la comparación entre las actividades previstas y las efectivamente realizadas.

### **Características:**

- Cada actividad se representa mediante un bloque rectangular cuya longitud indica su duración; la altura carece de significado.
- La posición de cada bloque en el diagrama indica los instantes de inicio y finalización de las tareas a que corresponden.
- Los bloques correspondientes a tareas del camino crítico acostumbran a rellenarse en otro color (en el caso del ejemplo, en rojo).

### **Ventajas y desventajas de los diagramas de Gantt:**

La ventaja principal del gráfico de Gantt radica en que su trazado requiere un nivel mínimo de planificación, es decir, es necesario que haya un plan que ha de representarse en forma de gráfico.

Los gráficos de Gantt se revelan muy eficaces en las etapas iniciales de la planificación. Sin embargo, después de iniciada la ejecución de la actividad y cuando comienza a efectuarse modificaciones, el gráfico tiende a volverse confuso. Por eso se utiliza mucho la representación gráfica del plan, en tanto que los ajustes (replanificación) requieren por lo general de la formulación de un nuevo gráfico. Para superar esa deficiencia se crearon dispositivos mecánicos, tales como cuadros magnéticos, fichas, cuerdas, etc., que permite una mayor flexibilidad en las actualizaciones. Aún en términos de planificación, existe todavía una limitación bastante grande en lo que se refiere a la representación de planes de cierta complejidad. El Gráfico de Gantt no ofrece condiciones para el análisis de opciones, ni toma en cuenta factores como el costo. Es fundamentalmente una técnica de pruebas y errores. No

## Desarrollo de la Planificación

---

permite, tampoco, la visualización de la relación entre las actividades cuando el número de éstas es grande.

En resumen, para la planificación de actividades relativamente simples, el gráfico de Gantt representa un instrumento de bajo costo y extrema simplicidad en su utilización. Para proyectos complejos, sus limitaciones son bastantes serias, y fueron éstas las que llevaron a ensayos que dieron como resultado el desarrollo del CPM, el PERT y otras técnicas conexas.

### 2.7.1.2. Método de PERT (Program Evaluation and Review Technique)

Otro de los métodos de gran importancia utilizados en la planificación temporal es el método de PERT, a continuación una breve reseña del método [19] desarrollado por la Special Projects Office de la Armada de EE.UU. a finales de los 50s para el programa de I+D que condujo a la construcción de los misiles balísticos Polaris. Está orientada a los sucesos o eventos, y se ha utilizado típicamente en proyectos de I+D en los que el tiempo de duración de las actividades es una incertidumbre. Dado que las estimaciones de duración comportan incertidumbre se estudian las distribuciones de probabilidad de las duraciones. Con un diagrama PERT se obtiene un conocimiento preciso de la secuencia necesaria, o planificada para la ejecución de cada actividad y utilización de diagramas de red.

Se trata de un método muy orientado al plazo de ejecución, con poca consideración hacia el costo. Se suponen tres duraciones para cada suceso, la optimista  $a$ , la pesimista  $b$  y la normal  $m$ ; suponiendo una distribución beta, la duración más probable:  $t = (a + 4m + b) / 6$ .

Generalmente se denominan técnicas PERT al conjunto de modelos abstractos para la programación y análisis de proyectos de ingeniería. Estas técnicas ayudan a programar un proyecto con el coste mínimo y la duración más adecuada.

#### **Aplicación de las técnicas PERT:**

- Determinar las actividades necesarias y cuando lo son.
- Buscar el plazo mínimo de ejecución del proyecto.
- Buscar las ligaduras temporales entre actividades del proyecto.
- Identificar las actividades críticas, es decir, aquellas cuyo retraso en la ejecución supone un retraso del proyecto completo.
- Identificar el camino crítico, que es aquel formado por la secuencia de actividades críticas del proyecto.
- Detectar y cuantificar las holguras de las actividades no críticas, es decir, el tiempo que pueden retrasarse (en su comienzo o finalización) sin que el proyecto se vea retrasado por ello.

## Desarrollo de la Planificación

---

- Si se está fuera de tiempo durante la ejecución del proyecto, señala las actividades que hay que forzar.

### 2.7.2 Plan del proyecto

#### Plan de fases e iteraciones

Para realizar este Plan de Fases es de vital importancia planificar el tiempo de duración que se le va a dar a cada fase y cuál es la cantidad de iteraciones que debe tener cada una.

Para evaluar cada iteración es conveniente proponer criterios de evaluación, si la primera iteración de inicio logró que el cliente y los desarrolladores se expresaran en un mismo lenguaje entonces esta fase tuvo un final satisfactorio, si en la primera iteración de la fase de Elaboración se elaboró la arquitectura candidata, y en la segunda iteración, luego de profundos refinamientos se logró establecer la Línea Base de la arquitectura, entonces esta Fase también tuvo resultados satisfactorios. Estos criterios de evaluación pueden ser tomados como otra forma de medir el avance del proyecto.

En la tabla se puede observar como RUP sugiere la realización de más de una iteración por cada fase.

Fase	Número de Iteraciones	Duración
Inicio	1	5 meses
Elaboración	2	3 meses
Construcción	2	4 meses
Transición	2	2 meses

**Tabla 12 Plan de fases del proyecto SICI**

Cada fase incluye en su elaboración una cierta cantidad de hitos en los que se almacenarán datos del proyecto por lo que es de vital importancia identificarlos y saber cuáles son los principales hitos que tendrá cada fase, así como los hitos secundarios, que son aquellos que posibilitan el cumplimiento de los hitos principales.

La siguiente tabla muestra los principales hitos determinados para cada fase del proyecto SICI. Según las iteraciones planificadas para cada una de estas fases.

## Desarrollo de la Planificación

---

Fase	Hito
<b>Inicio</b>	<p>En esta Fase se realizan las primeras reuniones con el cliente para entender el negocio. Se llega a un consenso sobre las funcionalidades del sistema y se elabora un documento oficial que es firmado por ambas partes. Obteniéndose como hito principal de esta fase el documento visión para así tener una mayor visión del sistema y perspectiva del producto que se está realizando. Se realiza el levantamiento de requisitos y se elaboran los casos de usos críticos y a partir de ellos se desarrolla una primera Estimación del proyecto. Se traza una arquitectura provisional y se elabora un plan de proyecto. También en esta fase se hace un refinamiento de los requisitos levantados y del plan del proyecto.</p>
<b>Elaboración</b>	<p>En la primera iteración de esta fase se desarrolla un prototipo de arquitectura, desarrollándose las cinco vistas arquitectónicas. Se hace además un modelo preliminar del Modelo de Análisis /Diseño de los casos de uso críticos, obteniéndose como hito principal la línea base de la arquitectura, también deben estar analizados y diseñados (en el Modelo de Análisis y/o Diseño) todos los casos de uso críticos que serán implementados en la primera iteración de la fase de Construcción.</p> <p>En la Segunda iteración de esta fase, todos los casos de uso secundarios que serán implementados en la segunda iteración de la fase de Construcción deben estar analizados y diseñados (en el Modelo de Análisis y/o Diseño). La segunda iteración se enmarca en la elaboración de artefactos</p>
<b>Construcción</b>	<p>En la primera iteración de esta fase se termina de refinar el Modelo de Análisis/Diseño. Se comienza la implementación de los casos de uso críticos articulándose así el sistema.</p> <p>En la segunda iteración se hace otro refinamiento y se implementan los casos de uso secundarios.</p>

**Tabla 13. Descripción de los hitos por cada fase**

La planificación de las fases se refina a medida que se pasa por las iteraciones de cada una de ellas. Es importante citar que una iteración comienza cuando la otra está concluyendo, en este período de tiempo es necesario tener prevista la planificación de la próxima iteración.

## Desarrollo de la Planificación

---

### Cronograma del Proyecto

Para la realización de la planificación del proyecto, un factor de vital importancia para el desarrollo de esta, es la creación del cronograma de trabajo del proyecto por el cuál todo el equipo de trabajo debe guiarse para dar cumplimiento a las tareas a desarrollar y así saber la fecha de entrega de cada actividad.

A continuación la tabla muestra el cronograma de trabajo del proyecto SICI:

Tarea	Responsable	Inicio	Fin	Estado
<b>Modelo de Negocio</b>		Mar16/10/07	Jue28/02/08	Completada
Definir el equipo de desarrollo	Julio Cesar	Mar16/10/07	Mier17/10/07	Completada
Definir el entorno de trabajo	Julio Cesar	Mar16/10/07	Lun22/10/07	Completada
Descripción del estado del negocio		Mier17/10/07	Vier15/02/08	Completada
<ul style="list-style-type: none"> <li>Identificar los procesos de negocio</li> </ul>	Suset	Mier17/10/07	Vier15/02/08	Completada
<ul style="list-style-type: none"> <li>Identificar las reglas del negocio</li> </ul>	Suset	Mier17/10/07	Vier15/02/08	Completada
<ul style="list-style-type: none"> <li>Identificar involucrados</li> </ul>	Suset	Mier17/10/07	Vier15/02/08	Completada
<ul style="list-style-type: none"> <li>Identificar lista de riesgos</li> </ul>	Suset	Mier17/10/07	Vier15/02/08	Completada
Identificar casos de uso del negocio		Juev31/01/08	Juev14/02/08	Completada
<ul style="list-style-type: none"> <li>Describir CUN</li> </ul>	Suset	Juev31/01/08	Juev07/02/08	Completada
<ul style="list-style-type: none"> <li>Diagrama de CUN</li> </ul>	Suset	Juev31/01/08	Juev07/02/08	Completada
<ul style="list-style-type: none"> <li>Diagrama Actividad del CUN</li> </ul>	Suset	Juev07/02/08	Juev14/02/08	Completada
<ul style="list-style-type: none"> <li>Diagrama de objetos del negocio</li> </ul>	Suset	Lun04/02/08	Juev07/02/08	Completada



## Desarrollo de la Planificación

---

Plan de capacitación	Dasiel	Lun03/12/07	Juev28/02/08	Completada
<b>Requerimientos</b>		Mier17/10/07	Mier12/03/08	Completada
Describir la arquitectura candidata	Suset y Ariel	Mier17/10/07	Vier08/02/08	Completada
Levantamiento de requisitos funcionales	Suset y Ariel	Vier18/01/08	Vier15/02/08	Completada
Modelación del sistema		Sab16/02/08	Mier12/03/08	Completada
<ul style="list-style-type: none"> <li>Estructurar el Modelo CUS</li> </ul>	Suset	Sab16/02/08	Vier22/02/08	Completada
<ul style="list-style-type: none"> <li>Definir los casos de uso arquitectónicamente significativos</li> </ul>	Ariel	Sab16/02/08	Vier29/02/08	Completada
<ul style="list-style-type: none"> <li>Describir CUS</li> </ul>	Suset	Vier29/02/08	Mier12/03/08	Completada
Obtener línea base del sistema	Suset y Ariel	Lun18/02/08	Juev06/03/08	Completada
<b>(+) 1ra Iteración</b>		Vier07/03/08	Lun12/05/08	
<b>Análisis y Diseño</b>		Vier07/03/08	Vier28/03/08	Completada
Obtener modelo de análisis de caso usos críticos		Vier07/03/08	Juev13/03/08	Completada
<ul style="list-style-type: none"> <li>Obtener diagrama de clases del análisis</li> </ul>	Suset	Vier07/03/08	Lun10/03/08	Completada
<ul style="list-style-type: none"> <li>Realización de las clases del análisis</li> </ul>	Suset	Lun10/03/08	Juev13/03/08	Completada
Obtener modelo de diseño de caso usos críticos		Juev13/03/08	Vier28/03/08	Completada
<ul style="list-style-type: none"> <li>Obtener diagrama de clases del diseño</li> </ul>	Suset	Juev13/03/08	Lun17/03/08	Completada
<ul style="list-style-type: none"> <li>Realización de clases de diseño</li> </ul>	Suset	Lun17/03/08	Vier28/03/08	Completada
Obtener diseño de la base de datos	Arlen	Lun17/03/08	Mier19/03/08	Completada

## Desarrollo de la Planificación

				a
Prototipar interfáz de usuario	Reiseer	Vier07/03/08	Mar25/03/08	Completada
<b>Implementación de casos de uso críticos</b>		Vier28/03/08	Vier02/05/08	Atrasada
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Obtener modelo de implementación</li> </ul>	Ariel	Vier28/03/08	Mar01/04/08	Atrasada
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Obtener plan de integración del sistema</li> </ul>	Reiseer	Mar01/04/08	Lun07/04/08	Atrasada
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Implementar</li> </ul>	Reiseer	Vier28/03/08	Vier02/05/08	Atrasada
<b>Prueba</b>		Vier28/03/08	Lun12/05/08	Planificada
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Planificación de pruebas</li> </ul>	María Elena	Vier28/03/08	Lun31/03/08	Planificada
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Diseño de pruebas</li> </ul>	María Elena	Lun31/03/08	Sab05/04/08	Planificada
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Probar</li> </ul>	María Elena	Sab05/04/08	Lun12/05/08	Planificada
<b>(+) 2da Iteración</b>		Lun12/05/08	Mier16/07/08	
<b>Análisis y Diseño</b>		Lun12/05/08	Lun02/06/08	Completada
Obtener modelo de análisis de caso usos secundarios		Lun12/05/08	Sab17/05/08	Completada
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Obtener diagrama de clases del análisis</li> </ul>	Suset	Lun12/05/08	Mier14/05/08	Completada
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Realización de las clases del análisis</li> </ul>	Suset	Mier14/05/08	Sab17/05/08	Completada
Obtener modelo de diseño de caso usos secundarios		Sab17/05/08	Lun02/06/08	Completada
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Obtener diagrama de clases del diseño</li> </ul>	Suset	Sab17/05/08	Mier21/05/08	Completada
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Realización de clases de diseño</li> </ul>	Suset	Mier21/05/08	Lun02/06/08	Completada
Prototipar interfáz de usuario	Reiseer	Lun12/05/08	Juev29/05/08	Completada
<b>Implementación de casos de uso secundarios</b>		Lun02/06/08	Lun07/07/08	En Ejecución
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Obtener modelo de implementación</li> </ul>	Ariel	Lun02/6/08	Juev05/06/08	En Ejecución

## Desarrollo de la Planificación

• Obtener plan de integración del sistema	Reiseer	Juev05/06/08	Mier11/06/08	En Ejecución
• Implementar	Reiseer	Lun02/06/08	Lun07/07/08	En Ejecución
<b>Prueba</b>		Lun02/06/08	Mier16/07/08	Planificada
• Planificación de pruebas	María Elena	Lun02/06/08	Mier04/06/08	Planificada
• Diseño de pruebas	María Elena	Mier04/06/08	Mar10/06/08	Planificada
• Probar	María Elena	Mar10/06/08	Mier16/07/08	Planificada

**Tabla 14 Cronograma del proyecto SICI**

La siguiente tabla muestra las fechas específicas de comienzo y terminación de cada fase que el planificador del proyecto debe tener en cuenta para controlar la información.

Fase	Número de Iteraciones	Inicio	Fin
Inicio	1	Mar16/10/07	Mier12/03/08
Elaboración	2	Vier07/03/08	Juev29/05/08
Construcción	2	Vier28/03/08	Lun07/07/08
Transición	2	Lun12/05/08	Mier16/07/08

**Tabla 15 Plan de Fases**

Una de las responsabilidades del jefe del proyecto es informar sobre el avance del proyecto a sus superiores. Los gráficos Gantt suelen utilizarse para mostrar el avance de los proyectos en presentaciones, en virtud de que pueden compararse de forma conveniente la planificación original con el desarrollo real. En el diagrama de Gantt si una tarea ha sido completada, su barra correspondiente aparecerá más oscura. Si ha sido completada solo parcialmente, la parte proporcional de la barra estará más oscura. El porcentaje de barra oscurecida debería corresponder al porcentaje de tarea completa. Las barras más claras simbolizan tareas que no han sido empezadas. A continuación, se trazara una línea vertical perpendicular al eje horizontal y que cortará a éste en la fecha del día.

La herramienta utilizada en la planificación del proyecto SICI, el Planner ,brinda el diagrama de Gantt, representando los recursos asignados por tareas, el tiempo de duración de cada tarea y la dependencias de sub-tareas ,además se verifica el cumplimiento de tareas asignadas y se establecen las que deberán realizarse en un tiempo determinado.

## Desarrollo de la Planificación

---

A continuación se muestra una pequeña imagen de la interfaz de la herramienta de planificación seleccionada para desarrollar la planificación del proyecto.

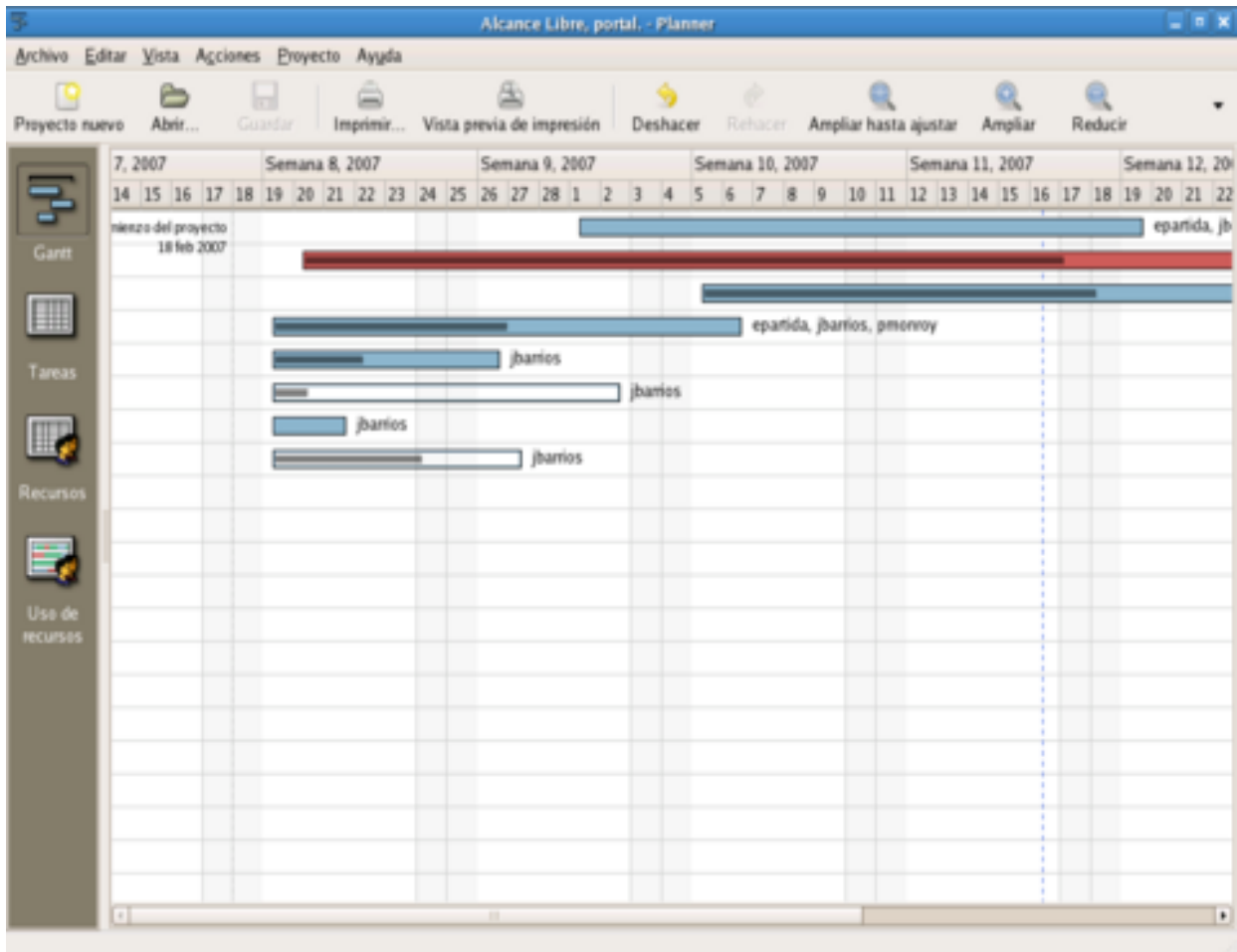


Figura 2. 2 Interfaz del Planner

## Desarrollo de la Planificación

---

### 2.8 Conclusiones

Con la realización de este capítulo podemos concluir que se le dieron cumplimiento a todos los objetivos trazados para el desarrollo de la planificación temporal del proyecto SICI, se realizaron las estimaciones pertinentes para el cálculo del esfuerzo y tiempo de duración del proyecto, se definieron los mecanismos para la captura y control de la información. Se definió la estrategia de mitigación de riesgos, dando una amplia medida de los principales riesgos que podrían afectar al proyecto, su prioridad y las formas de enfrentarlos.

### *Análisis de los Resultados*

#### **3.1 Introducción**

En este capítulo se realizará un análisis de los resultados obtenidos, luego de aplicar la estrategia de planificación trazada y la herramienta seleccionada. Se enfatiza en el cumplimiento de las tareas trazadas, el triunfo de los mecanismos establecidos para la captura y control de la información. La factibilidad en la utilización de la herramienta *Planner* y el grado de aproximación de la estimación efectuada contra el desarrollo real del proyecto. Además, se muestra el predominio de los riesgos presentados, durante el desarrollo del producto y el análisis de los resultados de las entrevistas realizadas.

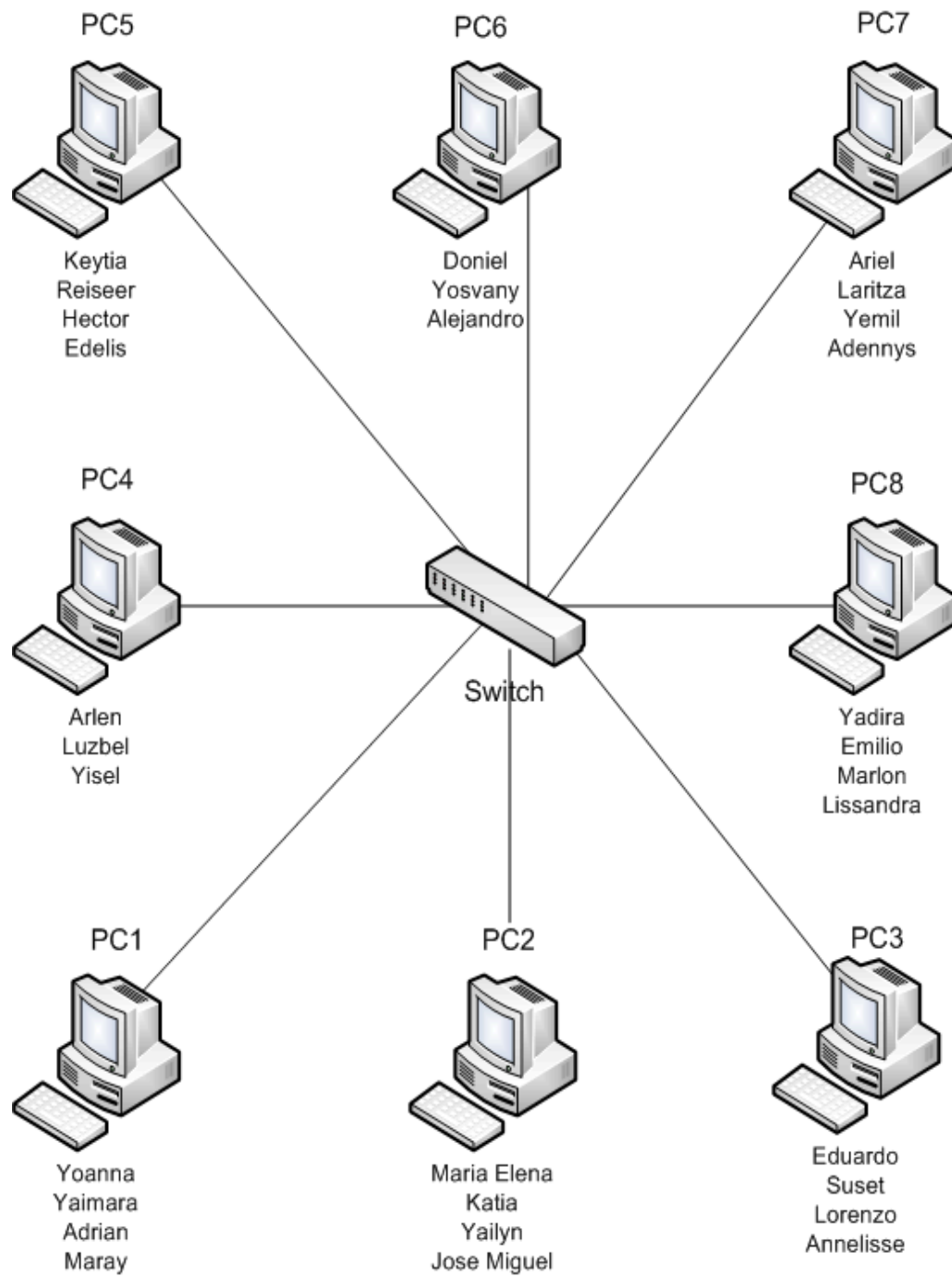
#### **3.2 Estrategia Organizativa del Proyecto**

La estrategia organizativa conlleva a un conjunto de actividades que se realizaron en el proyecto. Una de las primeras actividades que se desarrolló en el proyecto fue la definición del ámbito, a través de ella se pudo tener una mejor percepción de las estimaciones y conocer las funcionalidades que tendría el sistema. Otras de las actividades que se realizó es la definición del personal, el proceso de selección se llevó a cabo según las necesidades del proyecto. La asignación de un tiempo de máquina permitió que no se crearan conflictos, ni descontentos por parte del equipo de trabajo y se aprovechara mejor el tiempo. Mediante la asignación de las computadoras para el trabajo se logró asegurar que el producto se desarrollara, aunque con muchas dificultades por la necesidad de la existencia de un número mayor de PC para así facilitar más el trabajo y para terminar en un menor tiempo del estimado el desarrollo del proyecto.

A continuación se muestra una figura con la distribución de las máquinas en el laboratorio donde se desarrolla el proyecto.

## Análisis de los Resultados

---



**Figura3. 1 Distribución y organización de recursos del proyecto SICI**

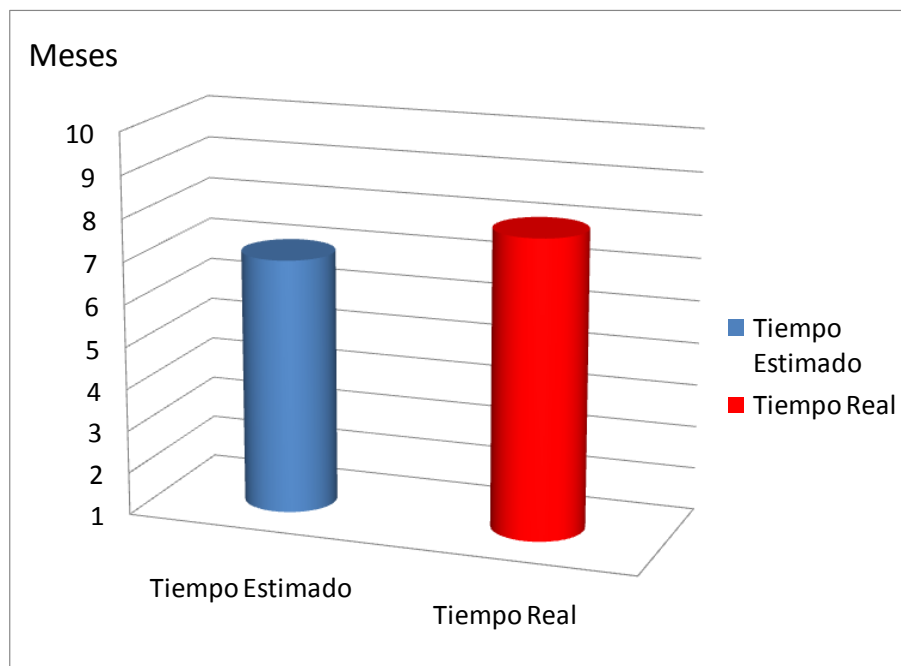
## Análisis de los Resultados

---

### 3.3 Estimación en el proyecto SICI

Es importante aclarar, antes de pasar a analizar la estimación del proyecto, que los valores con los que se trabaja son aproximados y que dan una medida para la posible duración del proyecto. En el proyecto se trabajan en los subsistemas de forma paralelo, de aquí que no hay dependencias entre los subsistemas y se estimó la duración total del proyecto para seis meses y medio aproximadamente por el método de estimación de Puntos de Casos de Uso. Añadiéndole a esto 1 mes que representa el tiempo de holgura (30 días aproximadamente). También se estimó el esfuerzo que se puede emplear para desarrollar el proyecto, este con un valor total de **ET = 19762 Horas-Hombre**, llevado a meses se obtiene **ET = 197,62 Mes-Hombre**.

A continuación se muestra una figura con el comportamiento entre la estimación realizada y la duración real del proyecto.



**Figura3. 2 Comportamiento del tiempo estimado y real del proyecto**

Este atraso tiene diversas causas: Una de ellas es la clausura del laboratorio de trabajo unos 10 días aproximadamente por cuestiones de roturas y desperfectos técnicos, otra de las causas mayores que provocó atrasos fueron las discrepancias entre los clientes en la modelación del negocio y el levantamiento de requisitos .



## **Análisis de los Resultados**

---

Todo esto provoca que el trabajo concebido para la primera etapa sobrepase las expectativas planteadas en el método de estimación con respecto al tamaño y tiempo estimado incitando a un atraso.

### **3.4 Mecanismos para la captura y control de la información**

El mecanismo de captura de información definido, cumplió perfectamente sus objetivos ya que se logró llevar a cabo la planificación de forma organizada y mantener una comunicación entre todo el equipo de trabajo. La retroalimentación entre el planificador y el equipo de trabajo fue muy útil e importante porque cumplió con que el equipo de trabajo no se sintiera agobiado con todas las tareas asignadas, sino que comprendiera que serían capaces de realizarlas en tiempo y con la calidad requerida. La vía digital establecida para recoger la información fue muy eficiente porque siempre se pudo recolectar en tiempo, sin ningún gasto de recursos materiales. La información se almacena en el repositorio del proyecto, lo cual facilita su protección en cuanto a pérdidas, y posibilita además mantenerla actualizada y que los integrantes del equipo puedan consultarla en cualquier momento.

El mecanismo establecido para controlar la información permitió un uso eficiente de los *partes* porque permitió conocer el estado de las actividades asignadas, establecer un estimado de las tareas cumplidas, conocer y registrar todo los artefactos que estaban terminados y los que estaban en proceso de revisión. El chequeo diario de tiempos de máquinas, posibilitó el aprovechamiento a tiempo completo del laboratorio e impidió el conflicto y desorganización entre los integrantes del equipo de trabajo. Las reuniones realizadas para revisar los cortes de las actividades más importantes revelaron atrasos en la primera revisión de la fase de inicio, lo cual trajo consigo que se realizara una replanificación para poder acercarnos al tiempo establecido porque el atraso ya era inminente.

### **3.5 Análisis y Gestión de Riesgos**

El análisis de riesgos es un proceso de apoyo a la decisión; sus resultados constituyen una guía para que la organización pueda tomar decisiones sobre si es necesario implantar nuevos mecanismos de seguridad y qué controles o procesos de seguridad serán los más adecuados.

La gestión de riesgos deberá decidir si se asume, mitiga o transfiere el riesgo resultante del análisis, como decisión de negocio cuya responsabilidad corresponde a la Dirección General.

El riesgo es un factor que está vigente en todos los procesos de desarrollo de software, la posibilidad de ocurrencia de estos no se puede evitar, pero si pueden ser mitigados. En nuestro proyecto para hacer un análisis de los posibles riesgos que pudieran ocurrir, se tomaron experiencias, conocimientos e investigaciones realizadas de otros proyectos en la universidad para después aplicarlos a nuestro proyecto.

## Análisis de los Resultados

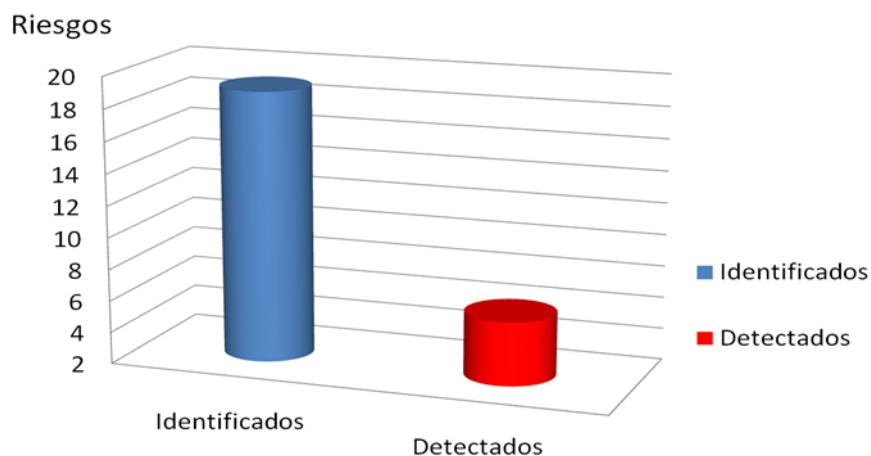
---

En el proyecto de 19 riesgos identificados solo 6 tuvieron incidencia, lo que representa un 31,5 % del total, sin embargo el impacto no fue tan significativo gracias a una adecuada estrategia de mitigación del riesgos y plan de contingencia, así como un seguimiento y control del mismo.

Los riesgos a los que se afrontó el proyecto fueron:

1. Los estudiantes faltan a las reuniones o chequeos por razones injustificadas. (R12)
2. Los roles principales no organizan chequeos formales con sus subordinados. (R14)
3. Malas condiciones de trabajo en el laboratorio. (R1)
4. Roturas en el laboratorio. (R3)
5. Se refiere a que los estudiantes juegan o ven series en el horario laboral (R7)
6. Se refiere a que los estudiantes tienen mucha carga docente y se prioriza la docencia. (R4)

A continuación se muestra una figura con el comportamiento de la cantidad de riesgos planificados contra los riesgos que incidieron de algún modo en el proyecto.



**Figura3. 3 Comportamiento de los riesgos en el proyecto**

Con el estudio de análisis y gestión de riesgos se pudo concluir con la idea de que para un proyecto simple no es necesario realizar tantas estrategias, pero si, utilizar aquellas que son aplicadas. Aunque para una mejor prevención de los riesgos, siempre es bueno llevar a cabo una estrategia madura e inteligente. Con esta estrategia se lograron resolver los problemas y amenazas del proyecto y obtener una mayor visión para la prevención de riesgos.

## Análisis de los Resultados

---

### 3.6 Planificación Temporal

La planificación emprende cuando se crea el proyecto y solo termina cuando el producto es terminado y el cliente lo tiene en sus manos con la aceptación requerida de que el producto cumple las expectativas y con las normas de calidad establecidas para los productos de software. Al comienzo del proyecto se realiza una planificación inicial y se continúa con una replanificación a medida que se avanza. Esta replanificación se obtiene de un análisis de los riesgos que van ocurriendo en el proyecto, de datos históricos que se van acumulando y de la medida del avance o atraso que se va obteniendo con la marcha.

El proyecto en sus inicios se dividió en 7 subsistemas, desarrollándose solamente 5 subsistemas, producto de los escasos recursos con que se contaba para la realización de un producto de esta envergadura y por la necesidad del cliente que se desarrollaran inicialmente estos 5, dada su importancia.

¿Se ajustaron estos subsistemas a la planificación inicial hecha?

Tristemente la respuesta es no, aunque con el transcurso del tiempo el reajuste a la planificación hecha fue de vital importancia para el buen funcionamiento del proyecto.

¿Qué trajo esto como consecuencias?

La planificación del proyecto SICI en sus inicios no fue satisfactoria, producto de que en la primera iteración de la fase de inicio a pesar de que se trabajó exhaustivamente con los clientes hubo dificultad en identificar correctamente los procesos de negocio de la dirección, esta actividad la lideró un especialista en procesos con el grupo de analistas, provocando todo esto que no se cumpliera exitosamente la planificación inicial hecha de acuerdo a la estimación realizada, esto trajo como consecuencia además que se tuvo que realizar una replanificación producto de estos mismos inconvenientes y trajo consigo un atraso de aproximadamente dos meses, el cual se tuvo que contemplar en el plan realizado.

A todo esto se suma que el planificador no contaba con la experiencia suficiente para concertar las necesidades del proyecto y del equipo de trabajo. El personal de trabajo tendría que aprender ajustarse a la planificación hecha y verla de forma obligatoria para el buen funcionamiento del trabajo a realizar.

## **Análisis de los Resultados**

---

La experiencia de los arquitectos fue un factor que influyó negativamente sobre las estimaciones, ya que no se tuvo en cuenta que son estudiantes que no poseen un amplio conocimiento sobre el tema y propició horas de estudio para comprender la estructura en la que se quería diseñar.

A toda esta falta de experiencia se le agregó que no se acentuó en que el personal del proyecto llevara un Cuaderno del Ingeniero en aras de registrar los datos históricos del rendimiento personal.

Se alcanzó el cumplimiento de las iteraciones propuestas, sin embargo fue necesario reajustar la planificación temporal un par de veces y sobre todo dar más tiempo al refinamiento de artefactos de modelado y requisitos.

### **3.7 Análisis de los Resultados de las Entrevistas**

Con el fin de conocer el estado de la planificación en otros proyectos productivos de la facultad 1, se realizó una entrevista a los integrantes de estos proyectos, obteniendo los resultados que se detallan a continuación:

En el 75 % de los proyectos entrevistados no se realiza una buena gestión de riesgos, a esto se suma que la gran mayoría no presenta una estrategia para mitigar los riesgos, ni un plan de contingencia para evitar el impacto de estos en caso de que la estrategia fracase.

La realización de la estimación desde la fase de Inicio, para determinar la cantidad de recursos necesarios para el desarrollo del proyecto, solo uno de los encuestados la hizo. En los demás proyectos las personas y los recursos materiales fueron asignados sin haberse efectuado estimación alguna. Por lo que se puede llegar a la conclusión de que el proceso de estimación inicial en la facultad 1 es incorrecto pues no se realiza en la fecha que se debe realizar (en la Fase Inicial del proyecto), simplemente se agregan estudiantes y profesores a los proyectos sin tener en cuenta la cantidad real de recursos humanos que se necesitan, ni los recursos materiales necesarios para la gestión y desarrollo del proyecto. Esto trae como consecuencias que a veces haya estudiantes en exceso en los proyectos y que estén ociosos dentro de los mismos y contando con que el número de computadoras generalmente es limitado.

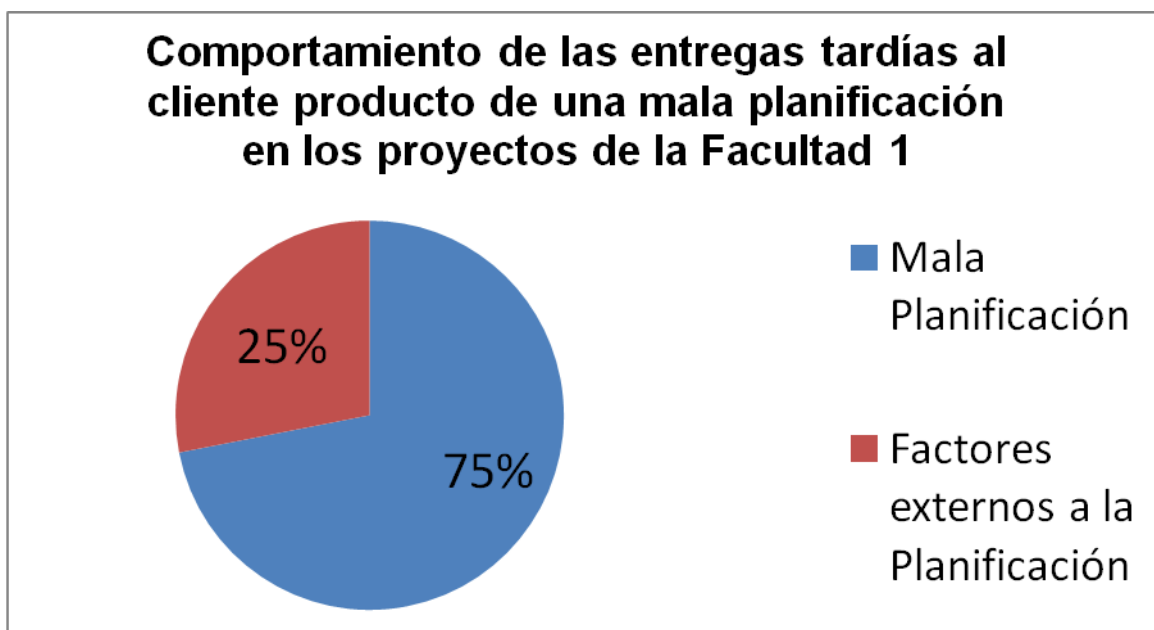
Se llegó a la conclusión además que en muchos casos no existía conocimiento sobre las interrogantes hechas y en otras no existía nadie llevando la planificación del proyecto, a esto se suma que los pasos que llevan a cabo para desarrollar la planificación no son los adecuados. No existe conocimiento de

## Análisis de los Resultados

---

las herramientas a utilizar para la planificación y en muchos casos no se selecciona la correcta. En otros casos, el líder del proyecto es quien lleva simultáneamente el trabajo del planificador por lo que no se procede de la mejor forma ni se tienen los mejores resultados.

Ante la pregunta, ¿Han tenido entregas tardías del software producto de una mala planificación?: solo uno de los proyectos encuestados respondió que sí aunque a causa de factores externos a la planificación, los demás proyectos respondieron que efectivamente las entregas tardías al cliente fueron producto de una mala planificación, ya sea porque que no se tuvieron en cuenta los riesgos o las estimaciones pertinentes. Ver Figura 3.4 para el comportamiento de las entregas morosas producto de la planificación.



**Figura3. 4 Por ciento de proyectos encuestados que realizaron entregas tardías al cliente producto de una mala planificación**

## **Análisis de los Resultados**

---

### **3.8 Conclusiones**

Con este capítulo se pudo realizar un análisis de los resultados obtenidos con la estrategia trazada, se llegó a la conclusión de que el método de estimación utilizado pese a los atrasos ocasionados fue el que mas se ajustó a las características reales del proyecto. Se analizó la repercusión que tuvieron los riesgos dentro del proyecto así como el comportamiento de los mecanismos de captura, control de la información y estimación y duración real del proyecto. Se comprobó la evolución del proceso de planificación dentro del proyecto y el ajuste entre los miembros del equipo de trabajo de acuerdo a la planificación establecida.

## Conclusiones Generales

---

### **Conclusiones Generales**

La investigación tuvo gran repercusión en la preparación profesional de la autora por los conocimientos que aportó a la misma y por el cumplimiento de los objetivos trazados.

Se puede concluir que se desarrolló una planificación exitosa del proyecto SICI, que posibilitó el uso eficiente de los recursos humanos y materiales.

Se llevó a cabo una investigación de las diferentes herramientas que existen a nivel mundial para la planificación, en la ingeniería del software.

Se logró una estimación bastante exitosa de los recursos y esfuerzo del proyecto.

Se definió la estrategia organizativa del proyecto, así como la estrategia de mitigación de riesgos.

Se ganó bastante en cuanto a la conciencia de los integrantes del proyecto.

Se definieron mecanismos de captura, seguimiento y control de la información que funcionaron de forma triunfal.

La Herramienta *Planner* permitió automatizar parcialmente el proceso de planificación de forma organizada y eficiente, así como mantener informado al equipo de proyecto del estado de las tareas identificadas.

Tras este estudio realizado fue posible concluir cuales son las principales actividades que se llevan a cabo para la planificación.

## Recomendaciones

---

### *Recomendaciones*

Se recomienda darle un seguimiento y control a las actividades pendientes según el cronograma para la primera versión. Planificar los subsistemas que quedan pendientes por desarrollar. Usar el Cuaderno del Ingeniero en todos los proyectos de desarrollo de software para registrar las actividades que se realizan a diario pero de forma personal y el tiempo que se le dedica a cada una. Fomentar e insertar herramientas de software libre de planificación en el programa de estudio de la carrera. Es muy importante realizar un estudio profundo del proceso de planificación en el desarrollo de productos de software y de las herramientas para la misma. Para ello son recomendadas las herramientas de software libre, por ser esta la estrategia adoptada por la universidad. Antes de comenzar a planificar debe tener en cuenta los riesgos que amenazan al proyecto o aquellos que puedan hacerse realidad, realice las estimaciones para que esté más cerca de la realidad y no fracase en el proceso de planificación.



**MIC:** Ministerio de la Informática y las Comunicaciones.

**TIC:** Técnicas de la Informática y las Comunicaciones.

**UCI:** Universidad de las Ciencias Informáticas.

**DCI:** Dirección de Cooperación Internacional.

**SICI:** Sistema Informatizado de Cooperación Internacional.

**RRPP:** Relaciones Públicas.

**LOC:** Líneas de Código

**SLOC (Source Lines Of Code):** Líneas de Código Fuentes.

**FPA (Function Point Analysis):** Análisis de Puntos de Función.

**UUCP:** Puntos de Casos de Uso sin ajustar.

**UAW:** Factor de Peso de los Actores sin ajustar.

**UUCW:** Factor de Peso de los Casos de Uso sin ajustar.

**UCP:** Puntos de Casos de Uso ajustados.

**TCF:** Factor de complejidad técnica.

**EF:** Factor de ambiente.

**E:** Esfuerzo estimado en horas-hombre.

**CF:** Factor de conversión.

**ET:** Esfuerzo total.

**CU:** Casos de Uso.

**COCOMO (Constructive Cost Model):** Modelo Constructivo de Costos.

**Subversión:** Es un software de sistema de control de versiones diseñado específicamente para reemplazar al popular CVS, el cual posee varias deficiencias.

**Tortoise:** Cliente para el Sistema de control de versiones.

**Trac:** Es una herramienta código abierto (opensource) de uso libre de interfaz Web, sirve para el control y seguimiento de tareas de un proyecto.

**Bugs:** Se refiere a un error de software.

**Python:** Lenguaje de programación.

**SQLite o PostgreSQL:** Servidor de base de datos relacional orientada a objetos de software libre.

**TRIMS:** Technical Risk Identification and Mitigation System

**ARM:** Active Risk Manager

## Glosario de Términos

---

**Web Based:** Es una aplicación Web que se accede a través de navegador Web por una red como internet o intranet.

**Gantt Project:** Es una herramienta de planificación libre.

**PERT:** Program Evaluation and Review Technique

**HTML:** Siglas de **HyperText Markup Language** (Lenguaje de Marcado de Hipertexto), es el lenguaje de marcado predominante para la construcción de páginas web.

**PDF:** (Del inglés **P**ortable **D**ocument **F**ormat, Formato de Documento Portátil) es un formato de almacenamiento de documentos

**MS Project:** Es un proyecto de gestión de programa de software desarrollado y vendido por Microsoft que está diseñado para ayudar a los directores de proyectos en el desarrollo de planes, la asignación de recursos a las tareas, el seguimiento de los progresos, la gestión de presupuestos y análisis de trabajo

**XML:** Sigla en inglés de **Extensible Markup Language** (lenguaje de marcas extensible), es un metalenguaje extensible de etiquetas.

**GNOME:** Entorno gráfico del sistema operativo Linux.

**PPTS:** Project Planning and Tracking System

**PHP:** Es un acrónimo recursivo que significa **PHP Hypertext Pre-processor**. Es un lenguaje de programación interpretado, diseñado originalmente para la creación de páginas web dinámicas.

**MySQL:** Es un sistema de gestión de base de datos relacional, multihilo y multiusuario.

**GNU:** Licencia Pública General en español.

**Opensource:** Código abierto.

**Linux:** Sistema Operativo. Paradigmas más prominentes del software libre y del desarrollo del código abierto.

**TUTOS:** The Ultimate Team Organization Software

**RUP:** (Del inglés Rational Unified Process) es un proceso de desarrollo de software y junto con el Lenguaje Unificado de Modelado UML, constituye la metodología estándar más utilizada para el análisis, implementación y documentación de sistemas orientados a objetos.

**EPM:** Enterprise Project Management

**MSF:** Microsoft Solutions Framework

**PNG o JPG:** ( Del inglés **P**ortable **N**etwork **G**raphics) es un formato gráfico basado en un algoritmo de compresión sin pérdida para bitmaps no sujeto a patentes.

**Hosting:** Es el servicio que provee a los usuarios de Internet un sistema para poder almacenar información, imágenes, vídeo, o cualquier contenido accesible vía Web.

## Glosario de Términos

---

**Visual Paradig:** Es una herramienta que facilita el diseño visual, con ella es fácil utilizar modelos UML y herramientas CASE.

**Checklists:** Listas de Comprobaciones

**CPM:** Critical Path Method

**MICE:** Minimum Cost Expediting

**GERT:** Graphical Evaluation & Review Technique

## Referencias Bibliográficas

---

### Referencias Bibliográficas

- [1] KAN., S. H. *"Metrics and Models in Software Quality Engineering"*. 2000. p.
- [2] Stoner, J. y otros. (1996). *Administración*. México: Prentice - Hall Interamericana.
- [3] ARMAS, E. F. Y. R. Planificación, 2006. [Disponible en: <http://www.monografias.com/trabajos34/planificacion/planificacion.shtml>]
- [4] LOMA-OSORIO, G. F. Capítulo 1.3. El proyecto en el marco de la planificación del desarrollo., 1ra parte] 2008. Disponible en: [http://www.dpi.upv.es/nueva/tesis/tesis\\_ferrero/Cap-1-3-](http://www.dpi.upv.es/nueva/tesis/tesis_ferrero/Cap-1-3-)
- [5] Cortés, H. (1998). *Gerencia Efectiva*. Caracas: HCZ Consulting.
- [6] PRESSMAN, R. S. "Ingeniería del Software. Un Enfoque Práctico". 1998. p.
- [7] Gallardo, José Ricardo Ibarra. 2004. Planificación Estratégica. [Online] 2004. [www.wikilearning.com](http://www.wikilearning.com).
- [8] Ronald Armas, Eduardo Fernández. 2004. Planificación Operativa. *monografía*. [Online] 2004. [Cited: abril 21, 2006.] [www.monografias.com](http://www.monografias.com).
- [9] Mathes, J. "Planificación de Sistemas Informáticos", 1988, pág.217.
- [10] Rubio, Sergio Eduardo Duran. 2003. Puntos por Función. Una métrica estándar para establecer el tamaño del software. *Boletín Política Informática*. 2003, 6.
- [11] Gonzales, Ricardo Gonzales. 2000. Técnicas de estimación de costo y esfuerzo. Instituto Tecnológico de ciudad de Guzmán. [Online] 2000. [www.alipso.com](http://www.alipso.com).
- [12] Trac: Gestión de proyectos y de configuración integrados. 2006. [Disponible en: <http://www.navegapolis.net/content/view/359/87/>]
- [13] .Ramos, Catherine Aquilar. 2005. Aplicación de conceptos de Gestión de Proyectos y gestión de riesgo en el desarrollo de productos nuevos en el campo de Tecnología de Información. *Proyecto sometido en cumplimiento parcial de los requisitos para el grado de maestro en ingeniería en sistemas gerenciales*. Diciembre 2005.
- [14] TUTOS. 18.07.2006 [2007]. Disponible en: <http://www.navegapolis.net/content/view/385/87/>
- [15] TUTOS. 18.07.2006 [2007]. Disponible en: <http://www.navegapolis.net/content/view/385/87/>
- [16] GIRALDO, O. P. *Métricas, Estimación y Planificación en Proyectos de Software.*, 2007]. Disponible en: [http://www.willydev.net/Descargas/WillyDEV\\_PlaneaSoftware.Pdf](http://www.willydev.net/Descargas/WillyDEV_PlaneaSoftware.Pdf)
- [17] BASTERRA, R. V. D. "Administrando la inseguridad ", 2006.

## Referencias Bibliográficas

---

[18] *Planificación Temporal de proyectos, el método Pert*. **Dpto. Economía Financiera, Contabilidad y Dirección de operaciones. 2001**. s.l.: E.P.S La Rabia, 2001. L.T Informática de Gestión.

[19]. **Hinojosa, María Alejandra. 2000**. Diagrama de Gantt. [Online] 2000. [www.gestipolis.com](http://www.gestipolis.com)

## Bibliografía Consultada

---

### *Bibliografía Consultada*

1. BARZANALLANA, R. M. Y. A. Reducción, supervisión y gestión del riesgo., 2007. [2007]. Disponible en: [http://www.wikilearning.com/reduccion\\_supervision\\_y\\_gestion\\_del\\_riesgo-wkccp-3620-13.htm](http://www.wikilearning.com/reduccion_supervision_y_gestion_del_riesgo-wkccp-3620-13.htm)
2. GIRALDO, O. P. *Métricas, Estimación y Planificación en Proyectos de Software.*, 2007]. Disponible en: [http://www.willydev.net/Descargas/WillyDEV\\_PlaneaSoftware.Pdf](http://www.willydev.net/Descargas/WillyDEV_PlaneaSoftware.Pdf)
3. Herramientas de uso libre para gestión de proyectos.2008.Disponible en : <http://www.navegapolis.net>
4. JUAN M. PIKATZA, I. U. L., FRANCISCO J. SOBRADO, JUAN J. GARCÍA. Modelo jerárquico de roles para organizaciones de pequeño tamaño., 2007]. Disponible en: <http://ftp.informatik.rwthachen.de/Publications/CEUR-WS/Vol-88/paper4.pdf>
5. LOMA-OSORIO, G. F. Capítulo 1.3. el proyecto en el marco de la planificación del desarrollo., 1ra parte] 2008. Disponible en: [http://www.dpi.upv.es/nueva/tesis/tesis\\_ferrero/Cap-1-3-](http://www.dpi.upv.es/nueva/tesis/tesis_ferrero/Cap-1-3-)
6. MICROSOFT. Encarta, 1993-2006
7. Paredes Santos Alfredo, **Manual de Planificación Estratégica. Seminario Taller sobre Planificación Estratégica. Contraloría General de la República.** Proyecto de Reforma a la Administración Financiera. Panamá 1997.
8. Planeación Estratégica. Disponible en: <http://www.monografias.com>
9. PRESSMAN, R. S. "Ingeniería del Software. Un Enfoque Práctico". 1998. p.
10. Pressman, Roger S. 2005. *Ingeniería de Software, un enfoque práctico.* La Habana: Félix Varela, 2005.
11. RAFAEL MENÉNDEZ, A. B. Gestión de riesgos del software. Disponible en: [http://www.wikilearning.com/gestion\\_de\\_riesgos\\_en\\_ingenieria\\_del\\_software-wkc-3620.htm](http://www.wikilearning.com/gestion_de_riesgos_en_ingenieria_del_software-wkc-3620.htm)
12. Ramos, Catherine Aquilar. 2005. Aplicación de conceptos de Gestión de Proyectos y gestión de riesgo en el desarrollo de productos nuevos en el campo de Tecnología de Información. *Proyecto sometido en cumplimiento parcial de los requisitos para el grado de maestro en ingeniería en sistemas gerenciales.* Diciembre 2005.
13. Ronald Armas, Eduardo Fernández. 2004. Planificación Operativa. *Monografía.* [Online] 2004. [Cited: abril 21, 2006.] [www.monografias.com](http://www.monografias.com).
14. Rubio, Sergio Eduardo Duran. 2003. Puntos por Función. Una métrica estándar para establecer el tamaño del software. *Boletín Política Informática.* 2003, 6.

## Bibliografía Consultada

---

15. Subversión. Disponible en: <http://es.wikipedia.org/wiki/SVN>
16. SW, Equipo de Profesores de Ingeniería y Gestión de. 2004. Conferencia5 Planificación y Estimación
17. THEMPRA. Sistema de un control de versiones, 2007. [2007]. Disponible en: <http://labloguera.net/blogs/thempra/archive/2007/04/10/sistemas-de-control-de-versiones.aspx>
18. Trac: Gestión de proyectos y de configuración integrados. 2006. Disponible en: <http://www.navegapolis.net/content/view/359/87/>
19. WEST, D. Planning a Project with the Rational Unified Process, 2000.

Anexo 1

Planner		Week 43								
Name	Work	16	17	18	19	20	21	22	23	24
<b>Modelo de Negocio</b>	<b>523d</b>									
Definir el equipo de desarrollo	1d									
Definir el entorno de trabajo	5d									
<b>Descripción del estado del negocio</b>	<b>420d</b>									
<b>Identificar casos de uso del negocio</b>	<b>21d</b>									
Plan de capacitación	76d									
<b>Requerimientos</b>	<b>151d</b>									
Describir la arquitectura candidata	99d									
Levantamiento de requisitos funcionales	25d									
<b>Modelación del sistema</b>	<b>27d</b>									
Estructurar el Modelo de CUS	5d									
Definir los casos de uso arquitectónicamente significativos	12d									
Describir CUS	10d									
Obtener línea base del sistema										
<b>1ra Iteración</b>	<b>81d</b>									
<b>Análisis y Diseño</b>	<b>20d</b>									
<b>Obtener modelo de análisis de caso usos críticos</b>	<b>5d</b>									
Obtener diagrama de clases del análisis	2d									
Realización de las clases del análisis	3d									
<b>Obtener modelo de diseño de caso usos críticos</b>	<b>13d</b>									
Obtener diagrama de clases del diseño	3d									
Realización de clases de diseño	10d									
Obtener diseño de la base de datos	2d									
Prototipar interfaz de usuario	15d									
<b>Implementación de casos de uso críticos</b>	<b>8d</b>									
Obtener modelo de implementación	3d									
Obtener plan de integración del sistema	5d									
Implementar										
<b>Prueba</b>	<b>38d</b>									
Planificación de pruebas	2d									
Diseño de pruebas	5d									
Probar	31d									
<b>2da Iteración</b>	<b>78d</b>									
<b>Análisis y Diseño</b>	<b>18d</b>									



# Anexos

## Anexo2

WBS	Name	Start	Finish	Work	Duration	Slack	Cost	Assigned to
1	<b>Modelo de Negocio</b>	oct 16	jun 26	523d	182d 2h	13d 1h	0	
1.1	Definir el equipo de desarrollo	oct 16	oct 16	1d	1d	190d 1h	0	J
1.2	Definir el entorno de trabajo	oct 16	oct 22	5d	5d	191d	0	J
1.3	<b>Descripción del estado del negocio</b>	feb 18	jun 26	420d	93d 3h	13d 1h	0	
1.3.1	Identificar los procesos de negocio	feb 18	jun 26	105d	105d	13d 1h	0	S
1.3.2	Identificar las reglas del negocio	feb 18	jun 26	105d	105d	13d 1h	0	S
1.3.3	Identificar involucrados	feb 18	jun 26	105d	105d	13d 1h	0	S
1.3.4	Identificar lista de riesgos	feb 18	jun 26	105d	105d	13d 1h	0	S
1.4	<b>Identificar casos de uso del negocio</b>	ene 31	feb 14	21d	10d 5h	107d 6h	0	
1.4.1	Describir CUN	ene 31	feb 7	6d	6d	113d	0	S
1.4.2	Diagrama de CUN	ene 31	feb 7	6d	6d	107d 6h	0	S
1.4.3	Diagrama Actividad del CUN	feb 7	feb 14	6d	6d	107d 6h	0	S
1.4.4	Diagrama de objetos del negocio	feb 4	feb 6	3d	3d	113d 6h	0	S
1.5	Plan de capacitación	feb 29	jun 3	76d	76d	30d	0	D
2	<b>Requerimientos</b>	feb 11	jun 11	151d	88d	23d 4h	0	
2.1	Describir la arquitectura candidata	feb 11	jun 11	99d	99d	23d 4h	0	S
2.2	Levantamiento de requisitos funcionales	feb 18	mar 19	25d	25d	73d 6h	0	S
2.3	<b>Modelación del sistema</b>	mar 19	abr 2	27d	10d 5h	73d 5h	0	
2.3.1	Estructurar el Modelo de CUS	mar 19	mar 25	5d	5d	79d 7h	0	S
2.3.2	Definir los casos de uso arquitectónicamente significativos	mar 19	abr 2	12d	12d	73d 5h	0	A
2.3.3	Describir CUS	mar 19	abr 1	10d	10d	75d 3h	0	S
2.4	Obtener línea base del sistema	mar 7	mar 6	N/A	N/A	92d 4h	0	S
3	<b>1ra Iteración</b>	mar 7	may 15	81d	49d 6h	16d	0	
3.1	<b>Análisis y Diseño</b>	mar 7	mar 31	20d	16d	49d 6h	0	
3.1.1	<b>Obtener modelo de análisis de caso usos críticos</b>	mar 7	mar 13	5d	4d 3h	61d 3h	0	
3.1.1.1	Obtener diagrama de clases del análisis	mar 7	mar 10	2d	2d	16d	0	S
3.1.1.2	Realización de las clases del análisis	mar 10	mar 13	3d	3d	16d	0	S
3.1.2	<b>Obtener modelo de diseño de caso usos críticos</b>	mar 13	mar 31	13d	11d 5h	16d	0	
3.1.2.1	Obtener diagrama de clases del diseño	mar 13	mar 18	3d	3d	16d	0	S
3.1.2.2	Realización de clases de diseño	mar 18	mar 31	10d	10d	16d	0	S
3.1.3	Obtener diseño de la base de datos	mar 18	mar 19	2d	2d	56d 7h	0	A
3.2	Prototipar interfaz de usuario	mar 7	mar 26	15d	15d	45d 2h	0	A
3.3	<b>Implementación de casos de uso críticos</b>	mar 31	abr 9	8d	7d 1h	42d 5h	0	
3.3.1	Obtener modelo de implementación	mar 31	abr 2	3d	3d	42d 2h	0	A
3.3.2	Obtener plan de integración del sistema	abr 2	abr 9	5d	5d	42d 5h	0	R
3.3.3	Implementación	abr 9	abr 23	N/A	N/A	40d 6h	0	A

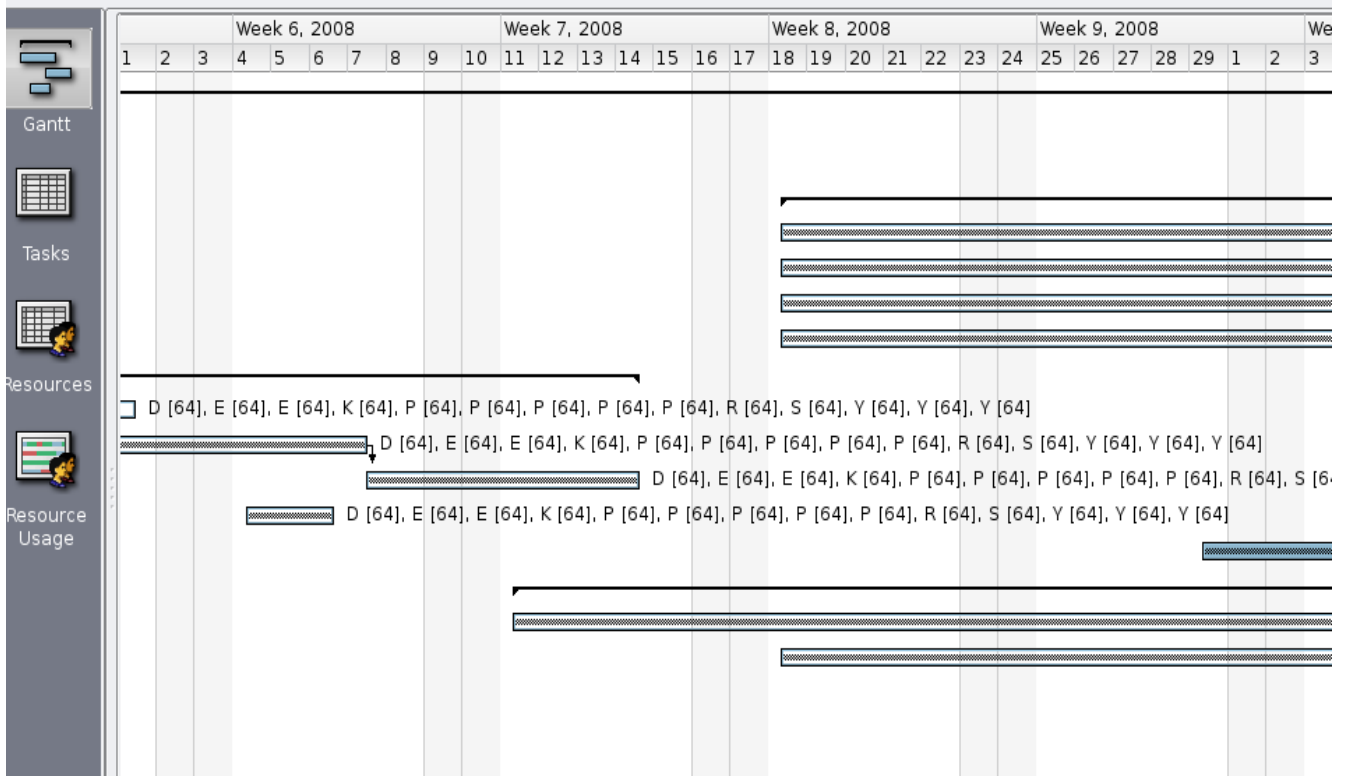
## Anexo 3

Name	Task
▶ Julio	
▶ Suset	
▼ Eduardo	
Eduardo	Realización de clases de diseño
Eduardo	Obtener diagrama de clases del diseño
Eduardo	Realización de las clases del análisis
Eduardo	Obtener diagrama de clases del análisis
Eduardo	Realización de clases de diseño
Eduardo	Obtener diagrama de clases del diseño
Eduardo	Realización de las clases del análisis
Eduardo	Obtener diagrama de clases del análisis
Eduardo	Describir CUS
Eduardo	Estructurar el Modelo de CUS
Eduardo	Levantamiento de requisitos funcionales
Eduardo	Diagrama de objetos del negocio
Eduardo	Diagrama Actividad del CUN
Eduardo	Diagrama de CUN
Eduardo	Identificar lista de riesgos
Eduardo	Identificar involucrados
Eduardo	Identificar las reglas del negocio
Eduardo	Identificar los procesos de negocio
Eduardo	Describir CUN
▶ Doniel	
▶ Yosvany	

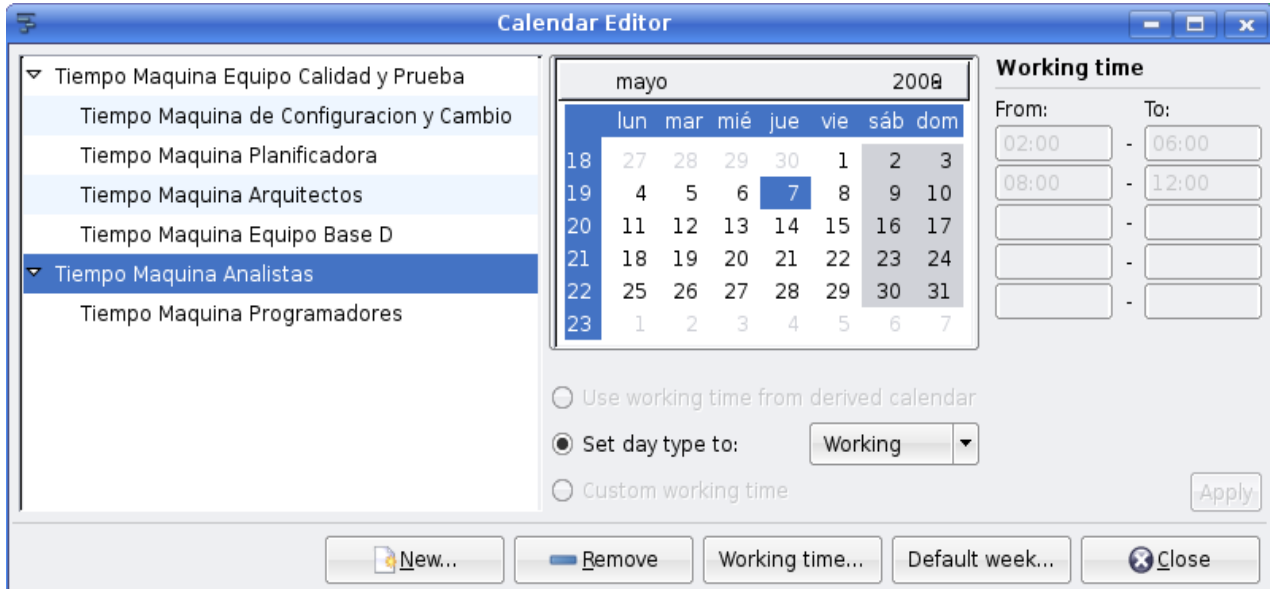
## Anexo 4

Name	Short name	Type	Group	Email	Cost
PC8	P	Material			0
PC7	P	Material			0
PC6	P	Material			0
PC5	P	Material			0
PC4	P	Material			0
PC3	P	Material			0
PC2	P	Material			0
PC1	P	Material			0
Jose Miguel	J	Work	Programadores		0
Yemil	Y	Work	Programadores		0
Adrian	A	Work	Programadores		0
Marlon	M	Work	Programadores		0
Yisel	Y	Work	Programadores		0
Hector	H	Work	Programadores		0
Lorenzo	L	Work	Programadores		0
Alejandro	A	Work	Programadores		0
Katia	K	Work	Calidad y Prueba		0
Maria Elena	M	Work	Calidad y Prueba		0
Dasiel	D	Work			0
Luzbel	L	Work	Base de Datos		0
Adennys	A	Work	Base de Datos		0
Arlen	A	Work	Base de Datos		0
Laritza	L	Work	Arquitectos		0
Ariel	A	Work	Arquitectos		0
Emilio	E	Work	Analistas		0
Reisser	R	Work	Analistas		0

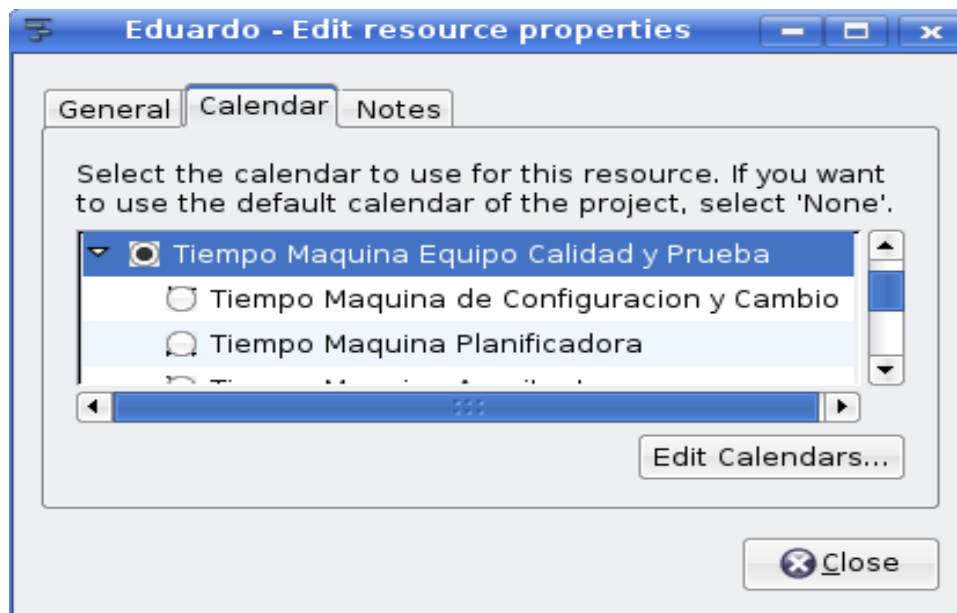
## Anexo 5



## Anexo 6



## Anexo 7



Anexo 8

