

**Universidad de las Ciencias Informáticas**  
**Facultad 6**



# MIRATD

**Título: Modelo de Referencia para la ayuda a la toma de decisiones  
en la gestión de proyectos de software.**

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

**Autor(es):** Johan Amador Ledesma.

Ricardo Morales Ledesma.

**Tutor: Msc.** Maikel Yelandi Leyva Vázquez.

Ciudad de la Habana

Junio del 2008

## DECLARACIÓN DE AUTORÍA

Declaramos que somos los únicos autores de este trabajo de diploma y autorizamos a la Universidad de las Ciencias Informáticas a hacer uso del mismo en su beneficio.

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

Autores

Tutor

Johan Amador Ledesma y  
Ricardo Morales Ledesma

Maikel Yelandi Leyva Vázquez

---

---



## **DATOS DE CONTACTO**

**Síntesis del Tutor:** Msc. Ing. Maikel Yelandi Leyva Vázquez.

Especialidad de graduación: Ingeniero Informático

Categoría docente: Instructor

Categoría Científica: Máster

Años de experiencia en el tema: 2

Años de graduado: 2



## **AGRADECIMIENTOS**

Agradezco principalmente a mi madre por toda su entrega, amor y dedicación incondicional en todos mis años de estudio, de no ser por ella no hubiese podido cumplir mi sueño de graduarme en la universidad ni llegar tan lejos en esta vida. A mi padre que al igual que mi madre me entregó toda su amor y esfuerzo en aras de lograr este objetivo. A mi novia que es una mujer excepcional, pese a la lejanía estuvo todo el tiempo a mi lado brindándome apoyo, comprensión y ternura. A mi abuelita Caruca que la quiero mucho por ser participe en todos mis años de vida y por siempre confiar en mi y en mi desarrollo como profesional. A mi tía Haydeecita que es como mi segunda madre y que supo brindarme su apoyo y aconsejarme en momentos malos y buenos de mi carrera. A mi primo Johan que es mi compañero de tesis, por todos estos años que hemos pasado juntos de estudio y por su ayuda en cada momento. A toda mi familia que de una forma u otra han aportado su granito de arena en esta gran carrera.

A mi tutor Maikel Yelandy Leyva Vázquez por su sabio y valioso asesoramiento en la realización de este trabajo y por el apoyo que fraternalmente nos ha brindado.

A la Revolución y a Fidel, a mis profesores desde la primaria hasta la universidad, a todos mis compañeros de estudios de toda la vida.

De Ricardo.

Al preparar este trabajo de diploma agradezco principalmente a Dios, a la Revolución y a Fidel por ofrecerme la posibilidad de estudiar en esta Universidad. A mis padres porque gracias a ellos he llegado al final de esta meta, brindándome su preciado amor y dedicación para hacer cumplir este gran sueño.

Siento la necesidad de agradecer el apoyo y el aliento recibido por alguien muy especial en mi formación profesional que es mi otro padre, el cual ha llegado a ocupar un lugar especial en mi vida. A mis abuelos los que siempre han estado pendientes de mis necesidades tanto materiales como espirituales. A mi novia que aún en la distancia me ha entregado todo su amor, comprensión, lealtad y ayuda en la culminación de este trabajo. A mi primo y hermano Ricardo, compañero de tesis, por su ayuda en toda mi trayectoria estudiantil. A mi tía Maura, a quien debo una gran parte de lo que hoy soy. A Teresa por sus valerosos consejos. A mi familia y a todos los que de alguna manera desde adentro o desde afuera hicieron posible la momentánea culminación de este trabajo incluyendo a mis compañeros de estudio en todos estos años de carrera. A mi tío Teddy por su constancia y dedicación.

Un agradecimiento especial a mi tutor Maikel Yelandi, que con sus diversos conocimientos especializados han agregado a este proyecto una dimensión especial sin cuyo valioso concurso no se hubiera podido hacer realidad este trabajo e investigación.

Ofrezco además el más sincero testimonio de agradecimiento a mis profesores, fuente de enseñanza durante todos estos años, así como a mi decana y profesora Yanet, la que nos ha proporcionado de forma continua críticas, sugerencias y estímulos para cumplir con su afán docente, procurando con su experiencia un notable perfeccionamiento en la formación de los futuros ingenieros.

La verdad es que queda mucho camino por recorrer, por realizar transformaciones científicas en el campo de la informática. Por nuestros triunfos en esta especialidad se ha desarrollado este proyecto investigativo.

A todos (as) con mi más profunda gratitud:

De Johan.

## DEDICATORIA

A mi mamá, mi papá,  
mi abuela Caruca, a mi novia, a mi tía,  
a la Revolución y a Fidel.

De Ricardo.

A mi mamá, mi papá,  
al esposo de mi mamá que es mi otro padre,  
a mis abuelos, a mi hermanito, a mi novia,  
a la Revolución y a Fidel.

De Johan.

### **RESUMEN**

El desarrollo de software en la actualidad ha alcanzado niveles impresionantes, y cada vez la Gestión de Proyectos de Software se hace más imprescindible en todo el ciclo de vida de los productos de software, los Sistemas de Soporte a la Toma de Decisiones juegan un papel importante en ello. En cada proyecto productivo se encuentran un conjunto de métricas que ofrecen información necesaria acerca del funcionamiento de los mismos. En todo el proceso los líderes de proyectos se encuentran a menudo en situaciones de incertidumbre y con varias alternativas a seguir.

En la investigación realizada como parte de este trabajo se abordan conceptos necesarios y tecnologías utilizadas en los sistemas de soporte a la toma de decisiones asociado a la gestión de proyectos de software. En este documento se propone un modelo de referencia que facilita y ayuda a la toma de decisiones en la gestión de proyectos de software, el mismo incluye una serie de actividades a cumplir con el objetivo de llegar a tomar decisiones más acertadas por los líderes de proyectos en conjunto con otros roles implicados.

Se establece el proceso de validación del modelo propuesto a través de uno de los procesos, el de obtención y análisis de los datos, escogiendo para ello las métricas de algunos de los defectos del proyecto Eclipse, en el cual se cumple con todas las actividades de dicho proceso haciendo uso de las herramientas y tecnologías propuestas.

### **PALABRAS CLAVE**

Gestión de software, Sistema de Soporte a la Toma de Decisiones, Métricas, Líderes, Roles, Modelo, Proceso, Herramientas, Técnicas.

## TABLA DE CONTENIDOS

Contenido

|  |            |
|--|------------|
| <b>AGRADECIMIENTOS</b> .....   | <b>I</b>   |
| <b>DEDICATORIA</b> .....   | <b>III</b> |
| <b>RESUMEN</b> .....   | <b>IV</b>  |
| <b>INTRODUCCIÓN</b> .....  | <b>1</b>   |
| <b>CAPÍTULO 1: FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA</b> .....  | <b>4</b>   |
| <b>1.1 Gestión de proyectos de software.</b> .....   | <b>4</b>   |
| <b>1.1.1 Áreas del conocimiento en la gestión de proyectos de software.</b> .....            | <b>4</b>   |
| <b>1.1.2 Dificultades para la toma de decisiones en la gestión de proyectos de software.</b> | <b>5</b>   |
| <b>1.2 Toma de decisiones.</b> .....   | <b>6</b>   |
| <b>1.2.1 Definiciones básicas de los procesos de toma de decisiones.</b> .....               | <b>7</b>   |
| <b>1.3 Métricas de Software</b> .....  | <b>7</b>   |
| <b>1.3.1 Métricas sobre el producto</b> .....  | <b>8</b>   |
| <b>1.3.2 Métricas sobre el proceso.</b> .....  | <b>8</b>   |
| <b>1.3.3 Utilización de las métricas para la toma de decisiones.</b> .....                   | <b>9</b>   |
| <b>1.4 Sistemas de soporte a la toma de decisiones (DSS)</b> .....                           | <b>9</b>   |
| <b>1.4.1 Qué es un sistema de Soporte a la Toma de Decisiones.</b> .....                     | <b>9</b>   |
| <b>1.4.2 Historia de los sistemas de Soporte a la Toma de Decisiones.</b> .....              | <b>11</b>  |
| <b>1.4.3 Uso de los DSS</b> .....  | <b>11</b>  |
| <b>1.4.4 Evolución de los DSS</b> .....  | <b>12</b>  |
| <b>1.4.5 Clasificación de los DSS</b> .....  | <b>13</b>  |
| <b>1.4.6 Inteligencia Empresarial</b> .....  | <b>16</b>  |
| <b>1.4.7 Características de los DSS</b> .....  | <b>17</b>  |
| <b>1.4.8 DSS para la gestión de proyectos de software.</b> .....                             | <b>18</b>  |

---

|  |           |
|--|-----------|
| 1.5 Tecnologías y herramientas.....  | 19        |
| 1.5.1 ETL.....   | 19        |
| 1.5.2 Minería de datos.....  | 21        |
| 1.5.3 Data Warehousing. ....   | 22        |
| 1.5.4 OLAP .....   | 24        |
| 1.6 Conclusiones parciales del capítulo.....                                   | 25        |
| <b>CAPÍTULO 2: SOLUCIÓN PROPUESTA. ....</b>                                    | <b>26</b> |
| 2.1 Introducción.....  | 26        |
| 2.2 Algunas características de los proyectos productivos de la facultad 6..... | 26        |
| 2.3 Modelo Propuesto.....  | 29        |
| 2.4 Roles.....   | 29        |
| 2.4.1 Líder de proyecto.....   | 30        |
| 2.4.2 Analistas de Datos.....  | 30        |
| 2.4.3 Otros Roles Necesarios. ....   | 31        |
| 2.5 Marco de Procesos. ....  | 31        |
| 2.5.1 Inicio.....  | 32        |
| 2.5.2 Obtención y análisis de datos.....                                       | 34        |
| 2.5.3 Toma de decisiones. ....   | 37        |
| 2.5.4 Seguimiento. ....  | 40        |
| 2.6 Conclusiones parciales del capítulo.....                                   | 43        |
| <b>CAPÍTULO 3: VALIDACIÓN DE LA SOLUCIÓN PROPUESTA.....</b>                    | <b>44</b> |
| 3.1 Introducción. ....   | 44        |
| 3.2 Evaluación del proceso Obtención y Análisis de los Datos. ....             | 44        |

---

|   |    |
|---|----|
| 3.2.1 Cumplimiento de las actividades. ....                       | 44 |
| 3.3 Validación a través del Método Criterio de Especialistas..... | 52 |
| 3.3.1 Resultados de la encuesta realizada.....                    | 52 |
| 3.4 Conclusiones del capítulo. ....                               | 55 |
| <br>  |    |
| CONCLUSIONES .....  | 56 |
| RECOMENDACIONES .....   | 57 |
| BIBLIOGRAFÍA.....   | 58 |
| ANEXOS.....   | 61 |
| GLOSARIO .....  | 65 |

---

### INTRODUCCIÓN

La situación económica y social que caracteriza a la sociedad moderna genera profundos cambios en las organizaciones, las cuales se preparan para ser más flexibles y establecen estrategias con el objetivo de adaptarse al entorno altamente turbulento en el que desarrollan sus acciones (1). Ante ambientes tan poco estables y la imposibilidad de actuar a ciegas, los miembros de la organización y, en particular, su alta gerencia necesitan manipular grandes volúmenes de información para cumplir con sus funciones esenciales. Deben implementarse entonces, prácticas administrativas dirigidas a garantizar el éxito organizacional y entre ellas, la toma de decisiones, soportada en el análisis de información, es vital.

Con respecto al concepto "toma de decisiones", Schein, plantea: "la toma de decisiones es el proceso de identificación de un problema u oportunidad y la selección de una alternativa de acción entre varias existentes, es una actividad diligente clave en todo tipo de organización" (1). Quien toma una decisión debe identificar todas las alternativas disponibles, pronosticar sus consecuencias y evaluarlas según los objetivos y metas trazadas. Para ello, se requiere: "En primer lugar, información actualizada sobre qué alternativas se encuentran disponibles en el presente o cuáles se deben considerar. En segundo lugar, se necesita información sobre el futuro: cuáles son las consecuencias de actuar según cada una de las diversas opciones. En tercer lugar, es indispensable la información sobre cómo pasar del presente al futuro: cuáles son los valores y las preferencias que se deben utilizar para seleccionar, entre las alternativas que, según los criterios establecidos, conducen del mejor modo a los resultados deseados". Este procedimiento ideal, en muchas ocasiones, debido a la escasez de tiempo y recursos para alcanzar este estado de conocimiento, es imposible aplicarlo en entornos tradicionales, por ello existe la necesidad de sistemas o modelos a seguir que posibiliten el análisis y la interpretación de la información disponible.

En la gestión de proyectos de software se deben tomar múltiples decisiones en innumerables situaciones del desarrollo y mantenimiento de software. Las áreas en las que es preciso tomar decisiones acertadas comienzan en las evaluaciones iniciales sobre la corrección de los requisitos, evaluación de las arquitecturas, diseños, prototipos y otros elementos de las estructuras de las aplicaciones dentro de cada proyecto productivo. En las fases de diseño, implementación y pruebas también se deben tomar decisiones acerca de los productos intermedios. Además en todas las actividades de gestión de los proyectos de software se encuentran alternativas que el líder de proyecto debe resolver adecuadamente. Una vez que se dispone de información cuantitativa o cualitativa, se debe proceder a su correcto uso.

Para la toma correcta de decisiones se precisan premisas veraces, y para ello se necesita que la información operativa de cada proyecto productivo permanezca chequeada y actualizada. Existe en los proyectos de la universidad poca eficacia en la gestión documental y de otras fuentes de datos que podrían ser utilizados en el proceso de toma de decisiones. Esto dificulta la eficiencia en respuesta ante situaciones, tanto internas como externas.

Dada la complejidad de los proyectos en la UCI, tanto por sus factores técnicos como humanos, los líderes de proyectos deben identificar la combinación correcta para obtener los resultados deseados; en estos momentos la UCI no cuenta con un modelo adecuado para la ayuda en la toma de decisiones en los proyectos productivos.

El proceso de desarrollo y evolución del software es un proyecto que implica factores complicados, incompletos, algunas veces inconsistentes y a menudo borrosos. Las variables de diseño, de calidad, de fiabilidad, los intereses y objetivos de los involucrados y restricciones tales como: costo y tiempo, todo esto debe ser considerado a todo lo largo del ciclo de vida dinámico (2). El reto es proveer un soporte metodológico para permitir decisiones eficientes en los proyectos de gestión de software, así como la selección de las técnicas y herramientas a utilizar para este fin.

A consecuencia de la situación problemática antes expuesta el **Problema Científico** se centra en: ¿Cómo contribuir al proceso de toma de decisiones en la gestión de proyectos de software de la UCI?

Del problema científico anterior se puede definir el siguiente **Objeto de Estudio**: Gestión de proyectos de Software.

El **Campo de Acción** se define como el proceso de toma de decisiones en la gestión de proyectos de software de la UCI.

Como **Objetivo general** los autores se proponen: Definir un modelo de referencia para la ayuda a la toma de decisiones en la gestión de proyectos de software de la UCI.

### **Objetivos Específicos:**

1. Definir el modelo de referencia para la ayuda a la toma de decisiones.
2. Seleccionar y justificar qué herramientas de software pueden ser utilizadas para la ayuda a la toma de decisiones a partir de las especificaciones del modelo de referencia.
3. Validar el modelo de referencia.

### **Tareas de la Investigación:**

1. Estudio del estado actual del arte acerca de la toma de decisiones en la Gestión de Proyectos de Software.
2. Estudio de las características fundamentales de los procesos de Gestión de Proyectos.
3. Definición de un esquema general del modelo de referencia para la ayuda a la toma de decisiones.
4. Selección de los procesos que formarán parte del modelo de referencia.
5. Análisis y selección de las herramientas que pueden ser utilizadas para la automatización del modelo de procesos.
6. Evaluación del proceso de Obtención y Análisis de los Datos.
7. Validación del modelo utilizando el método criterio de especialistas.

## CAPÍTULO 1: FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA

### 1.1 Gestión de proyectos de software.

La gestión de proyectos es el proceso por el cual se planifica, dirige y controla el desarrollo de un sistema aceptable con un costo mínimo y dentro de un período de tiempo específico. Entre las funciones básicas de la gestión de proyecto se incluyen la planificación de las tareas de proyecto, la elección del equipo de proyecto, la organización y la planificación de los esfuerzos del proyecto, la dirección del equipo y el control de la evaluación del proyecto, todo esto trae consigo que la buena práctica de cada una de estas funciones es elemental para la toma de decisiones en la gestión de proyectos de software (3).

La gestión de proyectos de software persigue la siguiente finalidad:

- Estimar qué sucederá con un proyecto nuevo.
- Analizar qué sucedió con un proyecto ya finalizado.

En todos los casos se tratará de dar respuestas cuantitativas a preguntas precisas tales como:

- ¿Cuál será el plazo de entrega?
- ¿Cuántas personas necesito?
- ¿Cuánto costará el proyecto?

La dirección de proyectos es la aplicación de conocimientos, habilidades, herramientas y técnicas a las actividades de un proyecto para satisfacer los requisitos del proyecto (4).

#### 1.1.1 Áreas del conocimiento en la gestión de proyectos de software.

La **gestión de la integración** tiene como objetivo asegurar que las diferentes partes del proyecto estén correctamente coordinadas. Esto incluye el desarrollo del plan del proyecto, el plan de ejecución y el control de los cambios que puedan producirse.

La **gestión del alcance** se ocupa de que el proyecto lleve a cabo todo el trabajo necesario, y solamente el trabajo necesario, para cumplir los objetivos marcados al inicio. Para ello se debe definir y planear el alcance del proyecto, para después verificar que se esté cumpliendo y eventualmente cambiarlo.

## Capítulo 1: Fundamentación Teórica.

---

La **gestión del tiempo** tiene como objetivo asegurar que el proyecto se lleve a cabo en los plazos previstos. Para ello hay que definir la secuencia de actividades a realizar, así como su duración y coordinación.

La **gestión del coste** tiene como objetivo que el proyecto se complete con el presupuesto inicialmente aprobado. Esto lleva consigo la planificación de los recursos necesarios, la estimación y el control del coste.

La **gestión de la calidad** tiene como objetivo que el proyecto satisfaga las necesidades para las que fue inicialmente diseñado. Para ello se debe planear, asegurar y controlar la calidad del proyecto en todo momento, respecto a esas necesidades.

La **gestión de recursos humanos** tiene como objetivo la utilización más eficiente posible de las personas que participan en el proyecto, y entre sus actividades están el plan organizacional, la contratación de nuevos empleados y el desarrollo de los equipos.

La **gestión de la comunicación** tiene como objetivo asegurar la correcta generación, colección, diseminación, almacenamiento y eliminación de la información del proyecto, en un plazo determinado.

La **gestión de riesgos** tiene como objetivos identificar, analizar y dar respuesta a los riesgos que amenacen la marcha del proyecto. Estos riesgos tienen que estar correctamente identificados y cuantificados, así como los mecanismos de respuesta pertinentes.

La **gestión de suministros** se encarga de adquirir los bienes y servicios externos a la organización que lleva a cabo el proyecto. Esto incluye la correcta planificación de pedidos y proveedores, así como la gestión de los contratos.

### 1.1.2 Dificultades para la toma de decisiones en la gestión de proyectos de software.

Los líderes de proyectos de software se encuentran a diario con muchos problemas en la gestión de proyectos, en (5) se identificó tres problemas comunes en todos los líderes:

-Pobre estimación y planificación.

## Capítulo 1: Fundamentación Teórica.

---

- Falta de estándares y medidas con calidad.
- Falta de guía acerca de las decisiones administrativas.

Resolver estos problemas implica mejorar el proceso de toma de decisiones, se necesita mejorar, la obtención de los datos, la transformación y el análisis de los mismos. En particular es vital analizar la decisión propuesta para evaluar el impacto que tendrá en el proyecto como un todo, analizar el riesgo que tendrá la decisión en el proyecto, la decisión tomada se somete a un análisis crítico de expertos y luego se sugieren alternativas para la decisión propuesta.

Dentro de las principales causas por las que puede fallar un proyecto, se encuentra el hecho de que sus líderes no conocen bien las herramientas y metodologías a utilizar para una buena toma de decisión, además de esto puede haber una mala gestión y dirección del proyecto. Pueden existir también una serie de factores que hacen que el sistema no tenga los resultados deseados, todos y cada uno de estos factores son consecuencia de no tomar decisiones correctas en la gestión de proyectos de software, entre ellos están (3):

- Necesidades no satisfechas o no identificadas.
- Cambio no controlado del ámbito del proyecto.
- Exceso de costo.
- Retrasos en la entrega.

### 1.2 Toma de decisiones.

Tomar una decisión es encontrar una conducta adecuada para resolver una situación problemática, en la que, además, hay una serie de sucesos inciertos. Una vez que se ha detectado una amenaza, real, imaginaria, probable o no, y se ha decidido hacer un plan para enfrentarse a ella, hay que analizar la situación: hay que determinar los elementos que son relevantes y obviar los que no lo son y analizar las relaciones entre ellos y la forma que tenemos de influir en ellos (6), para ello existen un conjunto de definiciones cuando se habla de toma de decisiones.

## Capítulo 1: Fundamentación Teórica.

---

### 1.2.1 Definiciones básicas de los procesos de toma de decisiones.

Hastie, plantea una serie de definiciones que sirven perfectamente para aclarar el proceso de toma de decisiones, que es una parte de la resolución de problemas (6):

**Decisiones.** Son combinaciones de situaciones y conductas que pueden ser descritas en términos de tres componentes esenciales: acciones alternativas, consecuencias y sucesos inciertos.

**Resultado.** Son situaciones describibles públicamente que ocurrirían cuando se llevan a cabo las conductas alternativas que se han generado. Como todas las situaciones son dinámicas y suponen que si se continúa la acción, el resultado puede variar.

**Consecuencias.** Son las reacciones evaluativas subjetivas, medidas en términos de bueno o malo, ganancias o pérdidas, asociadas con cada resultado.

**Incertidumbre.** Se refiere a los juicios de quien toma la decisión de la propensión de cada suceso de ocurrir. Se describe con medidas que incluyen probabilidad, confianza, y posibilidad.

**Preferencias.** Son conductas expresivas de elegir, o intenciones de elegir, un curso de acción sobre otros.

**Tomar una decisión** se refiere al proceso entero de elegir un curso de acción.

**Juicio.** Son los componentes del proceso de decisión que se refieren a valorar, estimar, inferir qué sucesos ocurrirán y cuales serán las reacciones evaluativas del que toma la decisión en los resultados que obtenga.

### 1.3 Métricas de Software.

La medición del software es importante ya que permite a los administradores y desarrolladores entender mayor el proceso de desarrollo, así como la calidad del software que se produce. El proceso de planificación del desarrollo de cualquier sistema debe hacerse partiendo de una estimación del trabajo a realizar. Únicamente a partir de ello es factible conocer los recursos necesarios y el tiempo necesario para su realización (7).

### 1.3.1 Métricas sobre el producto

Las métricas sobre el producto (8) están orientadas a estimar las características del mismo antes de su desarrollo. Estas estimaciones se basan en el conocimiento que los desarrolladores adquieren a partir de datos obtenidos de proyectos anteriores. Estas son:

1. Tamaño estimado del código.
2. Complejidad estimada.
3. Robustez.

### 1.3.2 Métricas sobre el proceso.

Existen otros tipos de datos que se pueden tomar durante el desarrollo de un producto de software (8) y que no están ligados al producto sino a los procesos implicados. El análisis de cómo estos procesos se realizan a partir de medidas tomadas en el desarrollo es la base para su posterior mejora.

Algunos de los elementos a medir son:

- Distribución del esfuerzo en cada una de las fases con objeto de poder estimar los recursos necesarios.
- Productividad medida en número de líneas de código documentadas que es capaz de producir una persona en una unidad de tiempo. Podemos decir que los valores típicos de productividad por persona (empleando tecnologías de desarrollo convencional) están entre 30 y 50 líneas de código por día de trabajo.

### 1.3.3 Utilización de las métricas para la toma de decisiones.

Entre los beneficios de de la utilización de métricas se encuentran que facilitan el proceso de toma de decisiones para ello se debe contar con mediciones fiables que faciliten dicho proceso. Existen cuatro funciones de la gestión de software en las cuales se pone en evidencia la importancia de las métricas como se muestra a continuación (9) (10):

**Planificación:** Las métricas se utilizan como base para la estimación del costo, planificación del personal, planificación de recursos así como el tiempo de entrega del producto.

**Organización:** El tamaño y programación de las métricas influyen en la organización de los proyectos.

**Control:** Las métricas son usadas para monitorear las actividades de desarrollo de software conforme a los planes.

**Mejoras:** Las métricas son usadas como herramientas para el mejoramiento del proceso de desarrollo de software y para identificar donde deben ser concentrados y medidos los esfuerzos.

### 1.4 Sistemas de soporte a la toma de decisiones (DSS).

#### 1.4.1 Qué es un sistema de Soporte a la Toma de Decisiones.

Turban y Aronson definen un Sistema de Soporte a la Toma de Decisiones (DSS por sus siglas en inglés) como: “Sistema interactivo basado en computadora, que ayuda a los decisores a utilizar datos y modelos para resolver problemas no estructurados”. Los sistemas inteligentes, específicamente los sistemas de soporte a la toma de decisiones, tienen como uno de sus objetivos realizar análisis complejos y descubrir tendencias en el ámbito de los negocios. La información obtenida de ellos, permite a los gerentes tomar decisiones estratégicas a un bajo costo y en poco tiempo, dos factores de suma importancia en el mundo globalizado en el que vivimos (11).

## Capítulo 1: Fundamentación Teórica.

Little define un DSS como un modelo basado en un conjunto de procedimientos para procesar datos y juicios que ayudan a los administradores a tomar decisiones. Los sistemas de soporte a la toma de decisiones ofrecen beneficios específicos a los administradores o directores de todos los niveles. Por otra parte Bonczek define un DSS como un sistema basado en computadoras con tres componentes claves: un sistema de lenguaje (un mecanismo para proveer comunicación entre el usuario y otros componentes del DSS), un sistema de conocimiento (repositorio de conocimiento sobre problemas, datos o procesos) y el sistema procesador de problemas (la unión entre los otros dos componentes) (12) (13).

Existen otras definiciones de DSS, sin embargo, en un sentido amplio, se define a este sistema, como un conjunto de herramientas que permiten obtener de manera oportuna la información que se requiere mediante el proceso de la toma de decisiones que se desarrolla en un ambiente de incertidumbre. Ayudan a la toma de decisiones de los administradores al combinar datos, modelos analíticos sofisticados y software amigable en un solo sistema poderoso que puede dar soporte a la toma de decisiones semiestructuradas o no estructuradas.

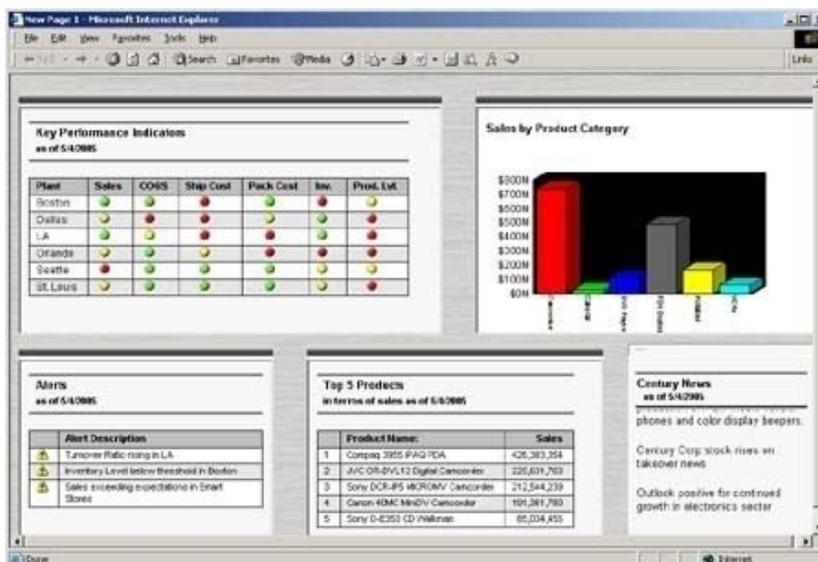


Figura 1. 1 Ejemplo de Interfaz de un Sistema de Soporte a la Toma de Decisiones.

### 1.4.2 Historia de los sistemas de Soporte a la Toma de Decisiones.

(14) En la década del los 70 el concepto de sistema de soporte a la toma de decisiones se comenzó a desarrollar, fueron notables los aportes del Massachusetts Institute of Technology. Para la década de los 80 estaban disponibles abundantes libros y artículos publicados en el campo de DSS. Estos sistemas han evolucionado más allá del procesamiento de datos y se utilizan usualmente en el manejo de datos financieros. El proceso de toma de decisiones dentro de las organizaciones ha tenido significativos cambios en las últimas décadas, desde la aparición del concepto de Sistemas de Soporte a la Decisión (DSS) aunque de forma académica durante los años 60's, este concepto continuó su desarrollo hasta los años 80's donde ya se involucró el diseño de los sistemas de información para ejecutivos(EIS por sus siglas en inglés) así como los sistemas de soporte a la decisión organizacionales (ODSS por sus siglas en inglés), para la década de los 90's las tecnologías de procesamiento analítico en línea (OLAP) y data warehousing son ya componentes de los DSS. Algunas técnicas basadas en aplicaciones web fueron adicionadas hacia finales de los 90's Podríamos considerar que los DSS aparecieron como una nueva generación dentro del área de sistemas de información ahora más complejos y sofisticados.

### 1.4.3 Uso de los DSS

En la actualidad el uso de los DSS se ha extendido debido a su capacidad de analizar grandes volúmenes de datos y a la forma que tienen de presentar en resumen esta información. La información que típicamente puede recopilar y mostrar una aplicación de soporte a la decisión incluye todos los datos almacenados en la empresa y que van desde sistemas heredados, hasta bases de datos relacionales, data warehouses o cubos de datos. La información resultado es presentada en esquemas gráficos de tal manera que sean de fácil comprensión aún para los usuarios que no están muy familiarizados con sistemas computacionales. Una de las funciones más importantes de este tipo de sistemas es la proyección a futuro del comportamiento de algunos factores de negocio, esta proyección está basada en un modelo de sistema que ha sido diseñado de acuerdo con los expertos del área en que sé esta haciendo la aplicación.

### 1.4.4 Evolución de los DSS

La tecnología de la información está inmersa en cambios cada vez más rápidos y los DSS no son la excepción, a pesar de su excelente funcionalidad, obviamente como en todos los sistemas siempre habrá algo que mejorar, o bien, errores por eliminar o resolver. Uno de los principales problemas que presentan en la actualidad los DSS esta en su diseño, ya que estos requieren de una considerable experiencia sobre cuestiones estadísticas y de un complejo análisis humano para optimizar sus tiempos de operación.

Una nueva etapa de sistemas de información que soportan la toma de decisiones está siendo ya desarrollada y aplicada en algunas áreas de negocios y es conocida como Toma de Decisiones Automatizada en una traducción literaria de “Automated Decision Making”, considerada como la evolución de los Sistemas de Soporte a la Decisión y de la Inteligencia Artificial (AI) tomando las mejores características de ambos para crear el nuevo concepto.

Los sistemas de Decisión Automatizada están basados en reglas como AI y además involucran conceptos estadísticos o algoritmos de análisis de datos tal como lo hacen los DSS. Aunque está todavía en desarrollo esta tecnología esta siendo ya aplicada en áreas como la prescripción médica, servicios de viajes, control del transporte, también en especial en el área financiera dentro de empresas bancarias y de seguros. Algunas de las razones para llevar a cabo este proceso evolutivo es que ahora será más fácil que antes crear y administrar las aplicaciones. Los sistemas de decisión automatizada tendrán la capacidad de detectar datos en línea, aplicar lógica o conocimiento codificado y tomar decisiones, todo esto con una mínima participación del elemento humano.

De este modo muchas decisiones serán tomadas en forma automática por los sistemas y aunque pareciera que solo son buenas noticias para las empresas, ahora el personal gerencial tendrá que afrontar este nuevo reto de la tecnología adaptándose a ella y compartiendo la responsabilidad de ciertos tipos de decisiones. Igualmente las diferentes economías sobre todo en países desarrollados tendrán que resolver algunos aspectos derivados de la pérdida de empleos como producto de la entrada de tecnologías como la de decisiones automatizadas.

### 1.4.5 Clasificación de los DSS.

Power propone un modelo expandido para categorizar los sistemas más comunes de soporte a la toma de decisiones (15):

#### **DSS Basados en Comunicación.**

Es un tipo de DSS que da énfasis a comunicaciones, colaboración y apoyo de la toma de decisiones compartida. Los DSS Basados en Comunicación tienen por lo menos una de las siguientes características:

- Habilita la comunicación entre los grupos de las personas.
- Facilita el compartimiento de la información.
- La colaboración de apoyos y coordinación entre las personas.
- Tareas de decisiones de grupo de soporte.

Las tareas de investigación de DSS basado en Comunicación incluye los pactos en los procesos y conocimiento del grupo, interfaces multiusuario, control concurrente, comunicación y coordinación dentro del grupo, el espacio de información compartido y el apoyo de un ambiente abierto que integra las aplicaciones del usuario existentes. Los Sistemas de Decisiones Basados en Comunicación a menudo son categorizados según la matriz tiempo/localización usando la distinción entre los mismos y diferentes tiempos, y entre los mismos y diferentes sitios (16).

#### **DSS Basados en Datos.**

Estos sistemas analizan grandes fondos de datos encontrados en los sistemas principales de la organización. Ellos apoyan la toma de decisiones permitiendo a los usuarios extraer la información útil que antes fue introducida como cantidades grandes de datos. Por esta razón, a menudo los datos del sistema de tratamiento de transacción (TPS) son recogidos en depósitos de datos. El tratamiento online analítico (OLAP) y la minería de datos pueden entonces utilizarse para analizar los datos. Las compañías comienzan a construir DSS Basados en datos para extraer datos del cliente de sus sitios Web (17).

Más DSS Basados en Datos están dirigidos a administradores, al personal y también a los proveedores de producto/servicio. Se usa para hacer consulta a una base de datos o almacén de datos para buscar las

## Capítulo 1: Fundamentación Teórica.

---

respuestas específicas para los propósitos específicos. Se despliega vía a un sistema del marco principal, vínculos cliente/servidor, o vía web. Los ejemplos: base de datos basadas en computadoras que tienen un sistema de pregunta para verificar (incluso la incorporación de datos para agregar el valor a los bancos de datos existentes) (18)

### **DSS Basados en Documentos.**

Son muy comunes, dirigidos a sectores específicos en una amplia base de grupos de usuarios. El propósito de cada uno de estos Sistemas de Soporte a la Toma de Decisiones es registrar páginas web y encontrar documentos que contengan un conjunto específico de palabras claves o condiciones de búsqueda. La tecnología usada para preparar los DSS basados en documentos es vía web o sistema cliente/servidor (18).

### **DSS Basados en Conocimiento.**

Estos pueden sugerir o recomendar acciones a los líderes de proyectos, utilizan técnicas que constan del conocimiento acerca del dominio del problema en particular, y constan también de habilidades de resolución de esos problemas. Estos DSS proveen técnicas especializadas en resolución de problemas mediante datos almacenados en forma de hechos, reglas, procedimientos u otras estructuras similares (19). Las bases del conocimiento en esta clasificación de DSS se encuentran en: Fuentes externas de datos, data warehouses, meta base de datos, entre otros.

### **DSS Basados en modelos.**

Los DSS Basados en Modelos son, principalmente, sistemas independientes aislados de los sistemas de información principales de la organización, que se usan para crear algún tipo de modelo capaz de ayudar a la toma de decisiones. Es un complejo sistema que ayuda a analizar decisiones o a elegir entre diferentes opiniones. Estos son usados por administradores y personal del negocio, o personas que

## Capítulo 1: Fundamentación Teórica.

---

interactúan con la organización, para un número de propósitos a merced de cómo es el modelo establecido y planificado así como la decisión analizada (17) (18).

### **Otras clasificaciones.**

En (20) se aborda otro esquema para la clasificación ellos son:

#### **Sistemas de información gerencial (MIS por sus siglas en inglés):**

Los sistemas de información gerencial (MIS, *Management Information Systems*), también llamados Sistemas de Información Administrativa (AIS) dan soporte a un espectro más amplio de tareas organizacionales.

#### **Sistemas de información ejecutiva (EIS por sus siglas en inglés):**

Los sistemas de información ejecutiva (EIS, *Executive Information System*) son el tipo de DSS que más se suele emplear en BI, ya que proveen a los gerentes de un acceso sencillo a información interna y externa de su compañía, y que es relevante para sus factores claves de éxito.

#### **Sistemas expertos basados en inteligencia artificial (SSEE por sus siglas en inglés):**

Los sistemas expertos, también llamados sistemas basados en conocimiento, utilizan frecuentemente redes neuronales para simular el conocimiento de un experto y utilizarlo de forma efectiva para resolver un problema concreto. Este concepto está muy relacionado con la minería de datos.

#### **Sistemas de apoyo a decisiones de grupo (GDSS por sus siglas en inglés):**

Un sistema de apoyo a decisiones en grupos (GDSS, *Group Decision Support Systems*) es "un sistema basado en computadoras que apoya a grupos de personas que tienen una tarea (u objetivo) común, y que sirve como interfaz con un entorno compartido". El supuesto en que se basa el GDSS es que si se mejoran las comunicaciones se pueden mejorar las decisiones.

### 1.4.6 Inteligencia Empresarial

El término Inteligencia Empresarial (BI por sus siglas en inglés) se refiere a un grupo de componentes y tecnologías. Las soluciones BI usualmente presentan los siguientes componentes: Minería de datos, gestión del conocimiento, aplicaciones analíticas, sistemas de reportes, almacenes de datos, Análisis Multidimensional (OLAP), etc.

Es una herramienta gerencial cuya función es facilitar a las administraciones el cumplimiento de la misión de sus organizaciones, mediante el análisis de la información relativa a su negocio y su entorno. Desde el punto de vista del manejo de información, compila, reúne y analiza datos e información, cuyo resultado disemina en la organización. Con ello permite obtener, de modo sistemático y organizado, información relevante sobre el ambiente externo y las condiciones internas de la organización, para la toma de decisiones y la orientación estratégica. Basándose en el análisis, describe o prevé hechos y procesos tecnológicos, de mercado, sociales, presenta tendencias. Usa bases de datos, redes, información de archivos, herramientas informáticas y matemáticas y todo lo necesario para captar, evaluar, validar, analizar información y llegar a conclusiones (21) (22).



Figura 1.2 Ejemplo de un DSS de BI.

### 1.4.7 Características de los DSS.

Entre las principales características que presentan los sistemas de soporte a la decisión se pueden citar:

- **Interactividad:** Sistema computacional con la posibilidad de interactuar en forma amigable y con respuestas a tiempo real con el encargado de tomar decisiones.
- **Frecuencia de Uso:** Tiene una utilización frecuente por parte de la administración media y alta para el desempeño de su función.
- **Variedad de Usuarios:** Puede emplearse por usuarios de diferentes áreas funcionales como ventas, producción, administración, finanzas y/o recursos humanos.
- **Flexibilidad:** Permite acoplarse a una variedad determinada de estilos administrativos: Autocráticos, Participativos, etc.
- **Desarrollo:** Permite que el usuario desarrolle de manera directa modelos de decisión sin la participación operativa de profesionales en informática.
- **Interacción Ambiental:** Permite la posibilidad de interactuar con información externa como parte de los modelos de decisión.
- **Informes dinámicos, flexibles e interactivos:** De manera que el usuario no tenga que ceñirse a los listados predefinidos que se configuraron en el momento de la implantación, y que no siempre responden a sus dudas reales.
- **No requiere conocimientos técnicos:** Un usuario no técnico puede crear nuevos gráficos e informes y navegar entre ellos, haciendo *drag&drop* o *drill through*. Por tanto, para examinar la información disponible o crear nuevas métricas no es imprescindible buscar auxilio en el departamento de informática.
- **Rapidez en el tiempo de respuesta:** Ya que la base de datos subyacente suele ser un datawarehouse corporativo o un datamart, con modelos de datos en estrella o copo de nieve. Este tipo de bases de datos están optimizadas para el análisis de grandes volúmenes de información.
- **Integración entre todos los sistemas/departamentos de la compañía:** El proceso de ETL previo a la implantación de un Sistema de Soporte a la Decisión garantiza la calidad y la integración de los datos entre las diferentes unidades de la empresa. Existe lo que se llama: integridad referencial absoluta.
- **Cada usuario dispone de información adecuada a su perfil:** No se trata de que todo el mundo tenga acceso a toda la información, sino de que tenga acceso a la información que necesita para que su trabajo sea lo más eficiente posible.

## Capítulo 1: Fundamentación Teórica.

- **Disponibilidad de información histórica:** En estos sistemas está a la orden del día comparar los datos actuales con información de otros períodos históricos de la compañía, con el fin de analizar tendencias, fijar la evolución de parámetros de negocio... etc.
- **Comunicación Inter-Organizacional:** Facilita la comunicación de información relevante de los niveles altos a los niveles operativos y viceversa, a través de gráficas.
- **Acceso a base de Datos:** Tiene la capacidad de acceder información de las bases de datos corporativas.
- **Simplicidad:** Simple y fácil de aprender y utilizar por el usuario final.

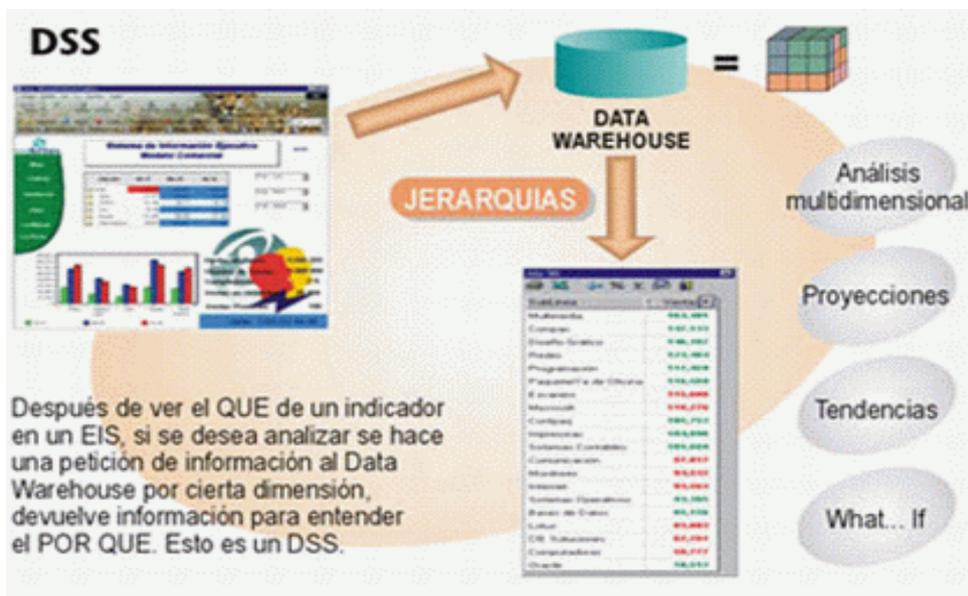


Figura 1. 3 Elementos de un DSS.

### 1.4.8 DSS para la gestión de proyectos de software.

Un proyecto de desarrollo de software tiene éxito cuando el equipo de trabajo puede comunicarse, colaborar y obtener acceso a la información de manera inmediata, por lo que sería factible la utilización de un DSS con este fin. Los DSS intervienen en la gestión de proyectos de software para proteger y administrar la información a todo lo largo del ciclo de vida, de su concepción hasta la culminación. En la gestión de proyectos de software los líderes de proyectos pueden obtener apoyo de los Sistemas de Soporte a la Toma de Decisiones. Con los DSS utilizados para gestión de proyectos de software se puede

## Capítulo 1: Fundamentación Teórica.

---

mejorar la productividad y efectividad organizativa del mismo. El advenimiento de estos sistemas puede producir modelos de procesos para proveer a los líderes de proyectos de software de pronósticos precisos, ayudándolos en las decisiones a lo largo de todo el ciclo de vida del proyecto, y en la validación de los cambios en los procesos. En (23) se detalla un caso de estudio de utilización de un sistema de soporte a la toma de decisiones con este fin. En (24) además se propone la utilización de un Sistema de Soporte a la Toma de Decisiones para la gestión de proyectos de software.

### 1.5 Tecnologías y herramientas.

#### 1.5.1 ETL

ETL, es un proceso que por sus siglas en inglés significa, Extraer, Transformar y Cargar, (Extract, Transform and Load). Este proceso consiste en aplicar una serie de tratamientos a los datos con el objetivo de obtener datos más fiables, que aporten información más consistente, y que faciliten su utilización en procesos posteriores, como la integración con otros datos para su explotación con herramientas de BI (25).

En estos procesos ETL se utilizan varias herramientas que de una forma u otra organizan, extraen y limpian datos. Clover ETL y Jasper ETL son dos de las herramientas más utilizadas para este proceso, también se usan algoritmos implementados en lenguajes como Python para realizar tareas de limpieza de datos más sencillas.

#### Clover ETL

Clover ETL y su Interfaz Clover GUI son basados en la tecnología de Java, y por consiguiente independientes de la plataforma y recurso eficaz. CloverETL es un proyecto de código fuente abierto. Clover.GUI es libre para los propósitos no comerciales. Es una herramienta muy útil y fácil de utilizar para las funciones de integración y transformación de datos. También el trabajo con el CloverGUI es relativamente sencillo, y su interfaz es muy amigable y fácil de entender. CloverETL dispone de un grupo de componentes, los cuales determinan la utilidad del proceso ETL, los mismos son (26):

## Capítulo 1: Fundamentación Teórica.

---

1. Lectores (leen los datos de la fuente de archivos o tabla de la base de datos).
2. Escritores (escriben los datos transformados dentro de archivos o tablas de base de datos).
3. Transformadores (transforman los datos, cada componente hace su propia operación).
4. Otros Componentes (componentes con propósitos especiales).

CloverETL es un framework y puede ser usado como:

1. Una aplicación auto-sostenible.
2. Una clase de la librería de Java (Aunque también puede ser introducida en otros programas).

Contiene muchas partes reusables como:

1. Tipos diversos de datos.
2. Algoritmos de transformación de datos.
3. Lenguaje script.

### Jasper ETL

Por su parte Jasper está basado en código abierto, se obtiene lo mejor de ambos mundos: contribuciones de una extensa y activa comunidad código abierto, así como el soporte comercial y los servicios profesionales de Jasper Soft. Depende de otras tecnologías y no admite muchas opciones como Clover ETL en cuanto a su motor y su interfaz (27).

### Python

Python es particularmente útil en el procesamiento de textos y datos, elementos centrales de ETL, por esta razón se propone utilizar Python en las tareas más sencillas de ETL. Estructuras de datos tales como

## Capítulo 1: Fundamentación Teórica.

---

listas, diccionarios, entre otras, facilitan el fácil entendimiento de la programación y manipulación de los datos. Poderosas expresiones regulares y el manejo de archivos de clases simplifican la rutina de la limpieza de datos. Las búsquedas en tablas usando diccionarios son simples y rápidas. La creación de funciones en la programación que suplantando los bucles son válidas y están continuamente añadiendo nuevas liberaciones. La rotación de datos de vertical a horizontal, una común y a veces tediosa tarea, resulta más fácil con Python (28).

Python contiene módulos que permiten conectividad con bases de datos relacionales a través de protocolos establecidos, son válidos tanto para bases de datos propietarias como libres. Python puede administrar archivos de la red, para nuevos procesos, programas en ejecución, datos FTP de internet y XML, entre otros.

### 1.5.2 Minería de datos.

La Minería de Datos es el conjunto de metodologías, aplicaciones y tecnologías que permiten reunir, depurar y transformar datos de los sistemas transaccionales e información no estructurada (interna y externa a la organización) en información estructurada, para su explotación directa o para su análisis y conversión en conocimiento y así dar soporte a la toma de decisiones. Piatetsky-Shapiro destacan que desde un punto de vista más teórico, la Minería de Datos se define como el proceso completo de extracción de información, que se encarga además de la preparación de los datos y de la interpretación de los resultados obtenidos, a través de grandes cantidades de datos, posibilitando de esta manera el encuentro de relaciones o patrones entre los datos procesados (29).

Por su parte, Molina y García explican que los datos tal cual se almacenan en las bases de datos no suelen proporcionar beneficios directos; su valor real reside en la información que podamos extraer de ellos, es decir, información que nos ayude a tomar decisiones o a mejorar la comprensión de los fenómenos que nos rodean. Ejemplos de ello pueden ser: contrastar que todo va bien, analizar diferentes aspectos de la evolución de la empresa, presentar información de forma más intuitiva, comparar información en diferentes períodos de tiempo, comparar resultados con previsiones, identificar comportamientos y evoluciones excepcionales, confirmar o descubrir tendencias e interrelaciones, entre otras acciones (30).

## Capítulo 1: Fundamentación Teórica.

---

Para la minería de datos existen varias herramientas, dos de la más utilizadas en el mundo son Weka y Orange. Estas dos herramientas contienen una serie de algoritmos que permiten agrupar, clasificar, listar, entre otras operaciones aplicadas a datos. Orange es una herramienta basada en C++ y Python, contiene un extenso conjunto de algoritmos de aprendizaje y minería de datos además de rutinas para la entrada y manipulación de los datos. Provee un ambiente en el cual es posible utilizar nuevos algoritmos para poder realizar rápidamente prototipos de nuevos algoritmos y validarlos por esta vía. Contiene una colección de algoritmos basados en Python, lo cual facilita el trabajo debido a que, implementar algoritmos resulta relativamente más sencillo en Python en relación a otros lenguajes de alto nivel. Funciona con varios tipos de archivos: \*.tab, \*.txt, \*.data, \*.dat, \*.rda, \*.rdo. Una de las desventajas de Orange es que presenta fallos al cargar archivos de mas de 3 Mb de tamaño (31).

Por su parte Weka es quizás una de las mejores herramientas a código abierto, al igual que Orange, para realizar la minería de datos. Una de las ventajas es que permite guardar los ficheros en diferentes formatos como *binary serialized instances* (\*.csv, \*.arff), para después exportarlos a alguna herramienta que disponga de alguna técnica de aprendizaje automático que Weka no posea. Una de las desventajas de esta herramienta es que es basada en Java, por lo que al utilizar la maquina virtual de Java para su funcionamiento se hace relativamente lento con respecto a su homólogo Orange (31).

### 1.5.3 Data Warehousing.

Un Data Warehouse es una colección de datos en la cual se encuentra integrada la información de una Institución y que se usa como soporte para el proceso de toma de decisiones (32).

Dentro de las facilidades de los Data Warehousing se encuentran que:

- Proporciona una herramienta para la toma de decisiones en cualquier área funcional, basándose en información integrada y global del negocio.
- Facilita la aplicación de técnicas estadísticas de análisis y modelización para encontrar relaciones ocultas entre los datos del almacén obteniendo un valor añadido para el negocio de dicha información.

## Capítulo 1: Fundamentación Teórica.

---

- Proporciona la capacidad de aprender de los datos del pasado y de predecir situaciones futuras en diversos escenarios.
- Simplifica dentro de la empresa la implantación de sistemas de gestión integral de la relación con el cliente.
- Supone una optimización tecnológica y económica en entornos de centro de información, estadística o de generación de informes con retornos de la inversión espectaculares.

Según Inmon (1996), reconocido como el padre del data warehousing, data warehouse se caracteriza por ser (33):

**Integrado:** Los datos almacenados en el "data warehouse" deben integrarse en una estructura consistente, por lo que las inconsistencias existentes entre los diversos sistemas operacionales deben ser eliminadas. La información suele estructurarse también en distintos niveles de detalle para adecuarse a las distintas necesidades de los usuarios.

**Temático:** Sólo los datos necesarios para el proceso de generación del conocimiento del negocio se integran desde el entorno operacional. Los datos se organizan por temas para facilitar su acceso y entendimiento por parte de los usuarios finales. Por ejemplo, todos los datos sobre clientes pueden ser consolidados en una única tabla del data warehouse. De esta forma, las peticiones de información sobre clientes serán más fáciles de responder dado que toda la información reside en el mismo lugar.

**Histórico:** El tiempo es parte implícita de la información contenida en un data warehouse. En los sistemas operacionales, los datos siempre reflejan el estado de la actividad del negocio en el momento presente. Por el contrario, la información almacenada en el data warehouse sirve, entre otras cosas, para realizar análisis de tendencias. Por lo tanto, se carga con los distintos valores que toma una variable en el tiempo para permitir comparaciones.

**No volátil:** El almacén de información de un "data warehouse" existe para ser leído y no modificado. La información es por tanto permanente, significando la actualización del data warehouse la incorporación de los últimos valores que tomaron las distintas variables contenidas en él sin ningún tipo de acción sobre lo que ya existía.

### 1.5.4 OLAP

**OLAP** es el acrónimo en inglés de **procesamiento analítico en línea** (On-Line Analytical Processing). Es una solución utilizada en el campo de la llamada Inteligencia empresarial (BI) cuyo objetivo es agilizar la consulta de grandes cantidades de datos. Para ello utiliza estructuras multidimensionales o Cubos OLAP que contienen datos resumidos de grandes Bases de Datos. El análisis multidimensional no es privativo de arquitecturas multidimensionales, puede también llevarse a cabo en arquitectura relacional, diseñada para tal caso, lo importante para poder hacer Análisis Multidimensional no son las bases de datos, sino la estructura de la base de datos y las técnicas que se utilicen para su explotación. Las aplicaciones OLAP soportan ese tipo de análisis ya que dos de sus principales características son que permite el análisis y la multidimensionalidad. Dentro de los niveles estratégicos organizacionales, la información se concibe como una serie de hechos multidimensionales, jerárquicos y relacionados; como ejemplo, los datos de inventarios, ventas y compras están interrelacionados y dependen entre si. La idea del análisis multidimensional es facilitar la consulta y análisis al usuario al presentar una visión muy sencilla de los datos, muy similar a la forma como él ve la organización. La información puede ser accesada desde diferentes variables organizacionales y pivotear la perspectiva. Los almacenes multidimensionales guardan de modo lógico sus datos en arreglos utilizando el concepto conocido como "cubo" (34) (35).

### 1.6 Conclusiones parciales del capítulo.

En el transcurso de este capítulo, como base para el entendimiento del tema en que se desenvolverá este trabajo de diploma, se le dio cumplimiento a la fundamentación teórica de los principales conceptos y características de la gestión de proyectos de software, así como el proceso de toma de decisiones en los mismos. También se conceptualizó y caracterizó las métricas de software, así como la descripción y caracterización de los Sistemas de Soporte a la Toma de Decisiones, por lo que se logró entender el funcionamiento básico de los DSS.

Se dio cumplimiento a la fundamentación de las posibles tecnologías a utilizar en el modelo de procesos así como su caracterización por lo que se propone para el proceso ETL la herramienta Python y para el análisis de los datos se propone la herramienta Orange.

### CAPÍTULO 2: SOLUCIÓN PROPUESTA.

#### 2.1 Introducción

En el siguiente capítulo se describe la propuesta de solución al problema científico de la investigación que cumple con el objetivo trazado al inicio del capítulo uno en correspondencia con la fundamentación teórica. La solución que se propone se basa en un modelo de referencia para la ayuda a la toma de decisiones así como los roles que intervienen en el marco de procesos del modelo.

#### 2.2 Algunas características de los proyectos productivos de la facultad 6.

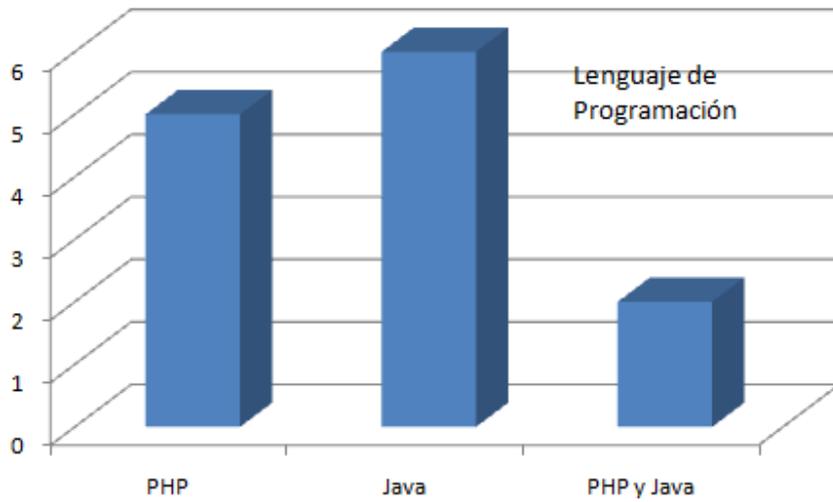
En un estudio realizado a los proyectos de la facultad 6 se obtuvo datos de las herramientas utilizadas por los mismos (Ver tabla 2.1). Estos datos apuntan a que el 100 % de ellos para el control de versiones utilizan SVN; como sistema operativo predomina Linux, aunque existen varios que trabajan sobre Windows; como herramienta de modelado se observó que el 100 % utiliza Visual Paradigm; como herramienta para la gestión de proyectos es utilizada por el 100 % de los proyectos Dotproject; como framework se utiliza Symfony, Spring e Hibernate (Ver fig.2.2); como metodología predomina RUP, pero se utiliza en el polo de Bioinformática como propuesta de metodología ágil Open UP; como herramienta de seguimiento de errores predomina TRAC.

La figura 2.1 representa que: como lenguaje de programación utilizan Java 6 proyectos, PHP lo utilizan 5 proyectos, existen 2 que utilizan tanto Java como PHP. El rol de líder de proyecto está formalizado, es decir, en todos los proyectos productivos de la facultad 6 existe este rol. Estos líderes de proyectos presentan generalmente poca experiencia en la gestión de proyectos, lo que dificulta la toma de decisiones.

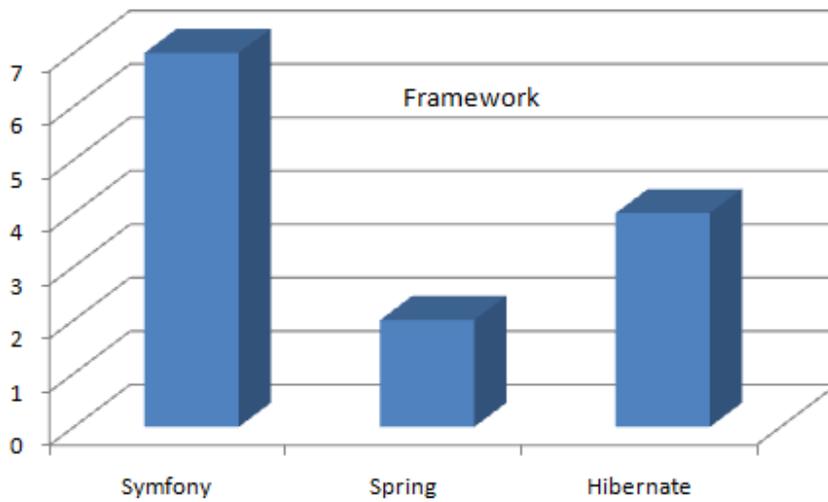
## Capítulo 2: Solución Propuesta.

**Tabla 2.1 Datos de proyectos productivos de la facultad 6.**

| Proyectos     | SGBD             | LP           | SO                | HSE  | FW        | Modelado       | GP          | CV  |
|---------------|------------------|--------------|-------------------|------|-----------|----------------|-------------|-----|
| LIMS CC       | PostgreSQL       | PHP          | Windows           | Trac | Symfony   | VisualParadigm | Dot Project | SVN |
| SIGM          | MySQL 5.0        | PHP          | Linux             | Trac | Symfony   | VisualParadigm | Dot Project | SVN |
| SIMDEC        | Postgree         | PHP          | Windows,<br>Linux | Trac | Symfony   | VisualParadigm | Dot Project | SVN |
| SAMAD         | MySQL            | PHP          | Windows           | Trac | Symfony   | VisualParadigm | Dot Project | SVN |
| SIGICEM       | MySQL            | PHP          | Windows           | Trac | Symfony   | VisualParadigm | Dot Project | SVN |
| SACCEM        | MySQL            | Java         | Windows           | Trac | Symfony   | VisualParadigm | Dot Project | SVN |
| CNBA          | MySQL            | Java         | Linux             | Trac | Spring    | VisualParadigm | Dot Project | SVN |
| Alimentos UCI | PostgreSQL       | PHP,<br>Java | GNU-Linux         | Trac | Symfony   | VisualParadigm | Dot Project | SVN |
| Biosys        | PostgreSQL       | Java         | Linux             | Trac | Hibernate | VisualParadigm | Dot Project | SVN |
| siRNA-Web     | Postgree y MySQL | Java         | Linux             | Trac | Hibernate | VisualParadigm | Dot Project | SVN |
| Graph-Tool    | PostgreSQL       | Java         | Linux             | Trac | Hibernate | VisualParadigm | Dot Project | SVN |
| MCHC          | Postgree y MySQL | Java y PHP   | Linux             | Trac | Spring    | VisualParadigm | Dot Project | SVN |
| PCD           | Postgree y MySQL | Java         | Linux             | Trac | Hibernate | VisualParadigm | Dot Project | SVN |



**Fig. 2.1** Grafico de los lenguajes de programación utilizados por los proyectos productivos en la facultad 6.



**Fig. 2.2** Grafico de los framework utilizados por los proyectos productivos en la facultad 6.

### 2.3 Modelo Propuesto

A partir de las características de los proyectos productivos de la UCI y dada la situación existente con respecto a la toma de decisiones surgió el Modelo de Referencia para la Ayuda a la Toma de Decisiones (MRATD) en la gestión de proyectos de software, el mismo está compuesto por.

- Marco de procesos.
- Roles.

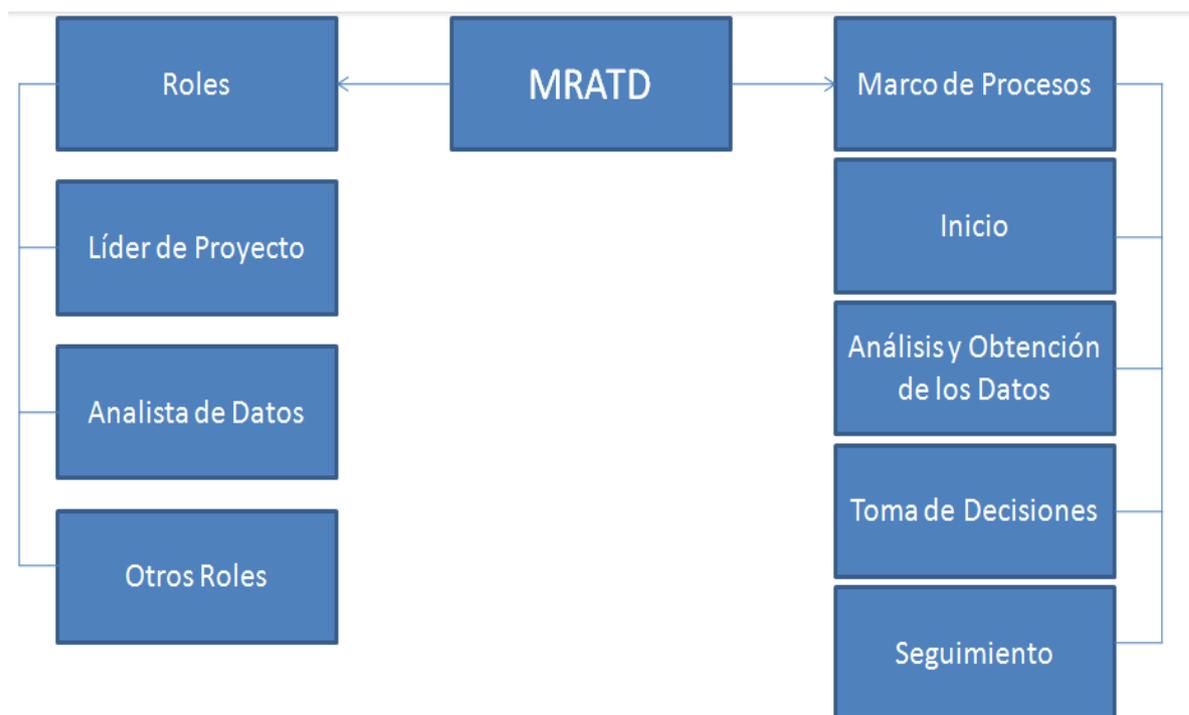


Fig. 2.3 Visión General del Modelo.

### 2.4 Roles

### 2.4.1 Líder de proyecto.

Para la realización de una gestión adecuada, eficaz y eficiente en la Gestión de Proyectos de Software, es necesario contar con la presencia de un líder de proyecto capaz de tomar las decisiones. El líder debe basarse en procesos válidos y que verdaderamente le sirvan a su proyecto, no construir soluciones elegantes para problemas equivocados. Todo proyecto debe tener consigo un proceso de toma de decisiones, no se debe aventurar al éxito sin antes establecer dicho proceso, la ejecución de esto marcará el rumbo del éxito del líder y de sus proyectos. Un proyecto de software tiende al fracaso cuando no se cuenta con un equipo coordinado y también cuando no existe una buena comunicación, y esto lo debe lograr el líder de dicho proyecto (36) (37).

La dirección de proyectos se logra mediante la aplicación e integración de los procesos de dirección de proyectos de inicio, planificación, ejecución, seguimiento y control, y cierre. El líder del proyecto es la persona responsable de alcanzar los objetivos del proyecto. La dirección de un proyecto incluye:

- Establecer unos objetivos claros y posibles de realizar.
- Equilibrar las demandas concurrentes de calidad, alcance, tiempo y costes.
- Adaptar las especificaciones, los planes y el enfoque.

El líder de proyecto para el modelo propuesto debe tener habilidades en la resolución de problemas, lo cual se refiere a la combinación de definición de problemas, identificación y análisis de alternativas, y toma de decisiones así como la utilización de herramientas que contribuye a tomar mejores decisiones.

### 2.4.2 Analistas de Datos.

El analista de datos se encarga del tratamiento de datos y depuración de los mismos (gestión, actualización y optimización de las bases de datos), así como el seguimiento y control de la información remitida por los distintos especialistas dentro del proyecto. Es el responsable a su vez de la elaboración de informes y estudios con grandes volúmenes de información, organizándola estadísticamente, y creando los modelos de análisis de evolución del proyecto.

Otra responsabilidad es que debe evaluar la condición de los archivos de la fuente de datos y las bases de datos, y estimar el esfuerzo de limpieza de datos basado en esa valoración, evaluar la calidad de los datos, el analista de datos usa las herramientas de limpieza de datos así como las de análisis de los datos y debe escribir informes a la medida del dominio.

### 2.4.3 Otros Roles Necesarios.

En dependencia de la naturaleza del problema se puede implicar otro rol que contribuya a la toma de decisiones en equipo, ejemplos de estos roles podrían ser: **Arquitecto**, **Gestor de Configuración**, etc. La toma de decisiones en las organizaciones modernas son realizadas en grupos o comités de trabajo, quedan individualizadas en el momento en que las mismas pasan a formar parte de las bien estructuradas o estándar, es decir debe existir un especialista en cada tema para así en conjunto con los demás miembros del equipo llevar a cabo el proceso de toma de decisiones.

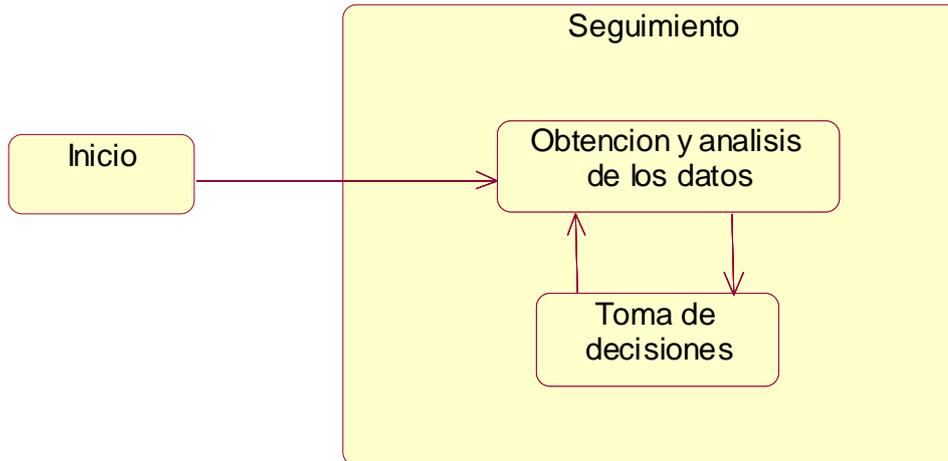
### 2.5 Marco de Procesos.

Para la definición de la propuesta del modelo de referencia se analizaron los procesos asociados a los sistemas de soporte a la toma de decisiones en la gestión de proyectos en específico. Se propone un sistema de de cuatro procesos que se consideran necesarios para mejorar la toma de decisiones en la gestión de proyectos de software. Teniendo como base los resultados del estudio obtenido del estado del arte de los DSS, los procesos propuestos son los siguientes:

1. Inicio.
2. Obtención y análisis de los datos.
3. Toma de decisiones.
4. Seguimiento.

Para documentar los procesos el formato propuesto incluye: Nombre, Gráficos, Objetivo, Entradas, Definiciones, Actividades, Descripción de las actividades y Salidas además en el segundo proceso se le agrega las Herramientas. Para el modelado de los flujos de trabajo de los procesos del negocio se utilizo

el Lenguaje Unificado de Modelado (UML). En la figura 2.4 se muestra la visión del marco de procesos del modelo propuesto.



**Fig. 2.4 Visión del marco de procesos.**

### 2.5.1 Inicio.

El proceso debe instanciarse siempre que se decida iniciar una instancia del MRATD. La definición del problema puede ser muy difícil y es de suma importancia identificar los verdaderos problemas a resolver. Se requiere la elaboración de un glosario de términos, puesto que las diferencias de lenguaje empleadas entre los desarrolladores reviste una especial importancia para la comunicación y el consenso en los conceptos y sus definiciones.

#### Objetivos:

- Configurar el proceso.
- Obtener acuerdo en la definición acerca de los conceptos y sus definiciones.

#### Entradas:

- Comunicaciones entre los miembros del equipo.

- Definiciones candidatas.

### Actividades:

- Definir el problema.
- Configurar el MRATD para el problema.
- Obtener consenso sobre las definiciones.

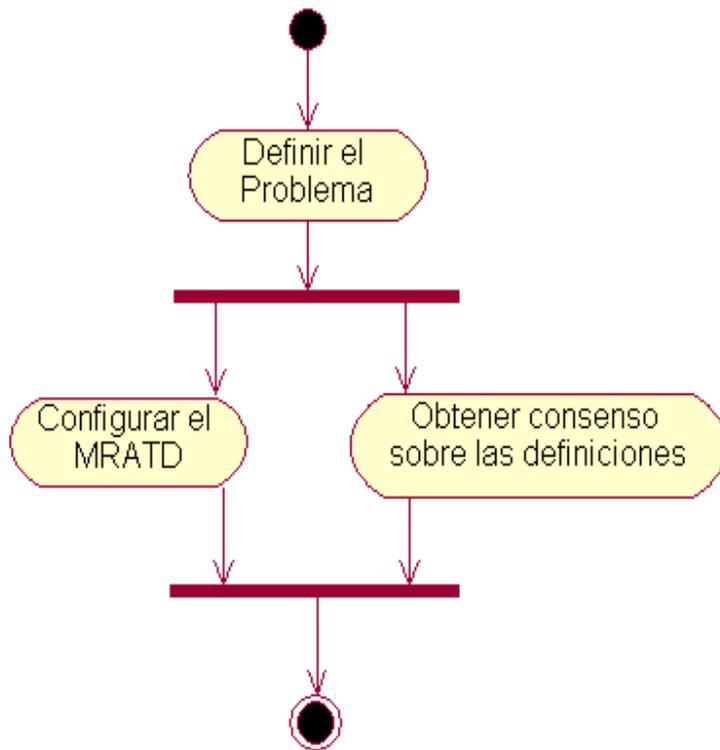
### Descripción de las actividades

**Definir el problema:** En esta actividad el líder del proyecto en conjunto con el equipo de trabajo se reúne y establece una descripción textual del problema en cuestión, sin referirse aún, a una posible solución.

**Configurar el MRATD para el problema:** Esta actividad se basa en adaptar el modelo al problema en cuestión, asignándole a cada miembro del equipo el rol que le pertenece, así como orientarles las tareas a cumplir dentro del marco de procesos del modelo.

**Obtener consenso sobre las definiciones:** Es aquí donde entra a jugar un papel importante la igualdad de pensamiento de todo el equipo, es decir, cada miembro de dicho equipo, guiados por el líder de proyecto obtendrán un acuerdo en común sobre todas y cada una de las definiciones del problema en cuestión.

**Grafico:**



**Fig. 2.5** Gráfico del proceso Inicio.

**Salidas:**

- Una instancia del modelo configurado para cumplir necesidades específicas.
- Glosario de términos

### 2.5.2 Obtención y análisis de datos.

## Capítulo 2: Solución Propuesta.

---

Sin la disponibilidad de información el proceso de toma de decisiones se torna muy difícil ya que de una forma u otra se debe recopilar la mayor cantidad de información posible y ser analizada antes de pasar al proceso de toma de decisiones, por lo que durante el proceso de desarrollo de software se obtienen un conjunto de datos de los cuales pueden identificar patrones y tendencias que resultan de utilidad para tomar decisiones en la gestión de proyectos. Los principales propósitos de las herramientas que se utilizan en este proceso y que constituirán un soporte a la toma de decisiones en dicho modelo son, describir patrones y tendencias ocultas, y utilizarlas para predecir, planificar y entender varios aspectos de los proyectos de software, apoyar futuros desarrollos y actividades de gestión de proyectos (38).

### Objetivos:

- Recolectar, crear, transformar y limpiar los datos relevantes para la toma de decisiones.

### Definiciones:

- **SVN:** Subversion, es un software de sistema de control de versiones.
- **Herramienta ETL:** Herramientas que se utilizan en la limpieza, extracción y organización de los datos, (en el capítulo uno se trata mas profundamente los conceptos referentes a estas herramientas).
- **Minería de Datos:** La Minería de Datos es el conjunto de metodologías, aplicaciones y tecnologías que permiten reunir, depurar y transformar datos de los sistemas transaccionales e información no estructurada (interna y externa a la compañía) en información estructurada (ver Capítulo 1.)

### Entradas:

- Fuentes de datos en ingeniería de software:
  - Reportes de errores.
  - Fórum y listas de distribución.
  - Repositorio de códigos.
  - Datos SVN.
  - Trazas de ejecución.
  - Etc.

### Actividades:

---

- Determinación de las fuentes de datos.
- Obtención de los datos.
- Transformación de los datos.
- Análisis de los datos.

### **Descripción de las actividades.**

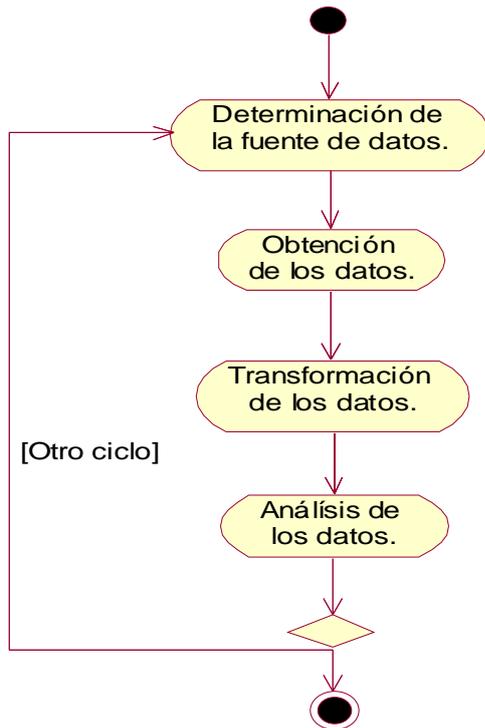
**Determinación de la fuente de datos:** En esta actividad el líder del proyecto en conjunto con otros roles que pudieran estar implicados, definen específicamente cada una de las fuentes de datos de las cuales se obtendrán los mismos, dichas fuentes son las entradas del proceso en cuestión.

**Obtención de los datos:** Aquí se obtienen los datos de las fuentes de datos comentadas anteriormente, y comienza a jugar un papel importante la determinación de cuales datos son los imprescindibles para el proceso de toma de decisiones, es decir, ya se comienza a tratar parte del trabajo de limpieza de datos. En la presente actividad toma parte el líder del proyecto junto con el analista de datos y algún otro rol implicado.

**Transformación de los datos:** Es esta actividad de suma importancia para el tratado de los datos que intervendrán posteriormente en el análisis de los mismos, ya que permiten realizar el trabajo de ETL de los mismos a través de la herramienta seleccionada. Aquí interviene también el analista de datos u otros roles implicados.

**Análisis de los datos:** En función del tipo de datos y de la problemática planteada, esta tarea involucra la aplicación de métodos estadísticos, ajuste de curvas, selección o rechazo de determinados subconjuntos de datos, y otras técnicas, con el objetivo de la verificación o rechazo de un modelo existente o para la extracción de parámetros necesarios para el ajuste de un modelo teórico a la realidad. Es en esta parte del proceso donde pasa a formar parte la herramienta Orange fundamentada en el capítulo anterior, el encargado principal de esta tarea es el analista de datos aunque pudieran estar involucrados otros roles en dependencia del problema en cuestión.

**Grafico:**



**Fig. 2.6** Gráfico del proceso de obtención y análisis de datos.

**Salidas:**

- Información relevante para la toma de decisiones.

**Herramientas:**

- Herramientas ETL.
- Análisis y minería de datos.

### 2.5.3 Toma de decisiones.

---

## Capítulo 2: Solución Propuesta.

---

En este proceso el líder del proyecto en conjunto con los demás miembros del equipo deben escoger entre dos o más alternativas representando sin dudas una gran responsabilidad para cada uno de ellos. Este proceso reduce potencialmente la demora de los proyectos de gestión de software ayudando en una situación de decisión y en la captura de información. Con la llegada de este proceso el líder del proyecto ya tiene toda la información analizada, organizada, extraída y limpia para así proceder a tomar una decisión.

### Objetivos:

- Decidir el curso de acción a seguir así como las posibles actividades correctivas.

### Definiciones:

- **DSS:** Sistema de soporte a la toma de decisiones.

### Entradas:

- Información relevante para la toma de decisiones obtenida de los procesos anteriores.

### Actividades:

- Identificar las posibles soluciones.
- Evaluar las posibles soluciones.
- Seleccionar la mejor alternativa.
- Determinación de las actividades correctivas.

### Descripción de las actividades.

---

## Capítulo 2: Solución Propuesta.

---

**Identificar las posibles soluciones:** En esta actividad ya están listos todos los datos para comenzar el proceso de toma de decisiones, y como toda decisión a tomar, trae consigo varias alternativas a seguir en dependencia del resultado que se desea alcanzar. Esta responsabilidad recae sobre el analista de datos en conjunto con el líder del proyecto, así como también pudiera estar implicado algún otro rol.

**Evaluar las posibles soluciones:** En la presente actividad el equipo de trabajo se reúne con el objetivo de comparar, estudiar y analizar las ventajas y desventajas de las posibles soluciones identificadas en la actividad anterior.

**Seleccionar la mejor alternativa:** Una vez efectuada las actividades anteriores de este proceso, el equipo de trabajo ya esta listo para llevar a cabo la toma de la decisión, es decir escoger entre las alternativas identificadas y evaluadas la que aporte mejores resultados a la solución del problema en cuestión, de ahí que el líder del proyecto debe ser totalmente objetivo y lógico para tratar de cometer la menos cantidad de errores posibles.

### **Determinación de las actividades correctivas:**

Las correcciones y las acciones correctivas deben forman parte del vocabulario básico de todos los sistemas de gestión, el modelo propuesto no se excluye de ello. En la presente se ejercen el conjunto de actividades para eliminar la causa de algo que no haya salido bien, es decir, el líder del proyecto, en conjunto con todo el equipo de trabajo, se reúnen para analizar y eliminar la causa de una o varias no conformidades detectadas u otra situación indeseable (39).

**Grafico:**

---

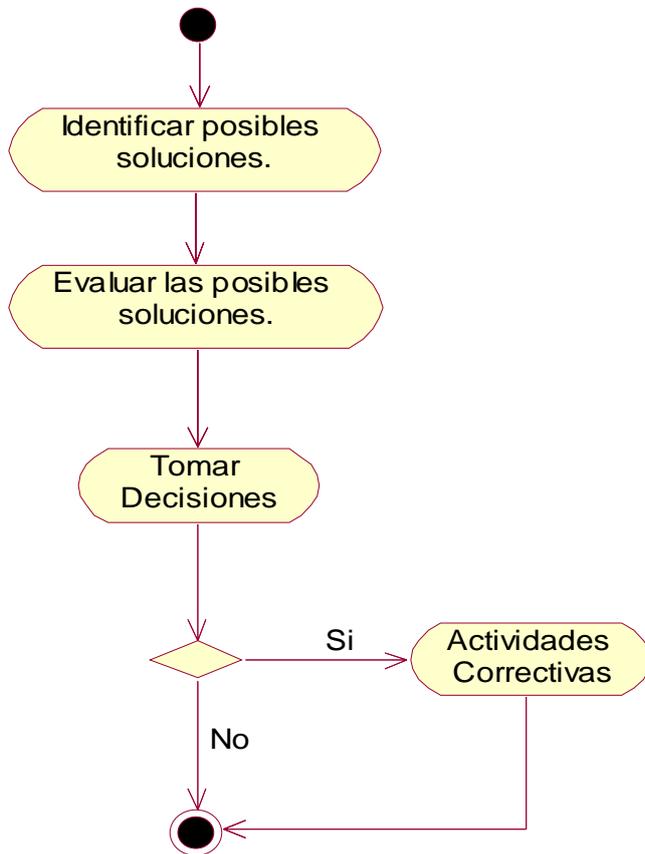


Fig. 2.7 Gráfico del proceso Toma de decisiones.

### Salidas:

- Los resultados de este proceso se cuentan como: éxitos, beneficios o fracasos.

### 2.5.4 Seguimiento.

Este proceso se ocupa del seguimiento de las actividades de obtención y análisis de datos y de la toma de decisiones evaluando cada una de ellas. Como lo muestra la Fig. 2.4 es un proceso continuo. Durante este proceso pueden realizarse solicitudes de cambio que afecten la obtención y análisis de los datos o la toma de decisiones. Los procesos de seguimiento, proveen información en forma de reportes que ayuda a

## Capítulo 2: Solución Propuesta.

---

la toma de decisiones efectivas, sin embargo este proceso no debe ser exagerado pues atenta contra la agilidad de los procesos.

### **Objetivos:**

- Registrar las métricas del modelo.
- Mostrar el estado de las métricas.

### **Actividades:**

- Monitorear Métricas.
- Solicitar Cambios.

### **Descripción de las actividades.**

#### **Monitorear Métricas:**

El líder del proyecto permanece durante todo el ciclo de vida del MRATD en un seguimiento constante de las métricas al pasar de proceso en proceso. Además del líder de proyecto, la responsabilidad también cae sobre el analista de datos, el cual también está presente, así como otros roles implicados, por ejemplo: especialistas como el gestor de configuración, etc.

#### **Solicitar Cambios:**

A medida que se va estableciendo el seguimiento constante de las métricas durante todos los procesos del MRATD puede existir alguna que otra solicitud de cambios, siendo analizados posteriormente por el líder del proyecto.

### **Grafico:**

---

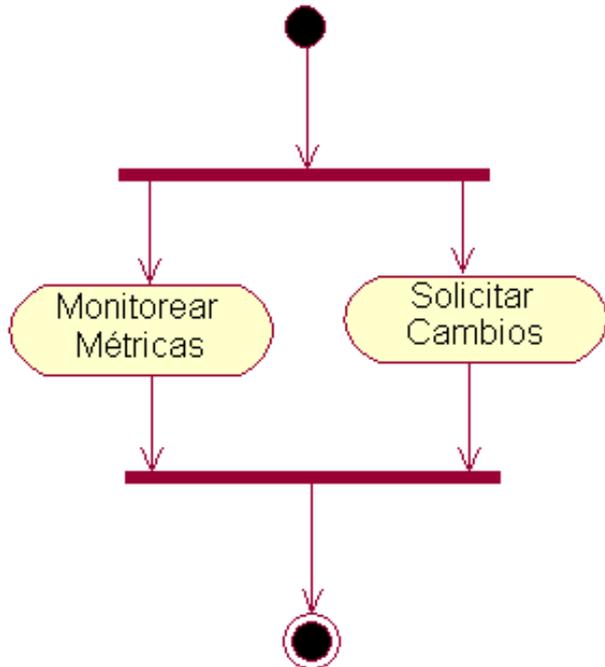


Fig. 2.8 Gráfico del proceso de Seguimiento.

**Salidas:**

- Listas de chequeos.
- Reportes.
- Solicitudes de Cambio.

### 2.6 Conclusiones parciales del capítulo.

En el capítulo queda plasmado el modelo a seguir así como los roles y procesos relacionados con el mismo. El modelo cumple con los objetivos trazados en el comienzo de la investigación. En la gestión de proyectos de software, facilita además el proceso de toma de decisiones a través de todos los procesos propuestos en el Marco de Procesos y con el uso de las tecnologías a utilizar.

## Capítulo 3: Validación de la Solución Propuesta.

---

### CAPÍTULO 3: VALIDACIÓN DE LA SOLUCIÓN PROPUESTA.

#### 3.1 Introducción.

En el presente capítulo se realiza la validación del modelo propuesto a través del Método Criterio de especialista así como la evaluación del proceso de Obtención y Análisis de Datos, con métricas que representan la información de los defectos del proyecto eclipse. Se comprobará de manera práctica una hipótesis ampliamente planteada y es que la cantidad de errores esta relacionada con el complejidad. Como métricas para la medición de la complejidad se tomó en cuenta las líneas de código total (TLOC), número de ficheros (NOCU), los errores antes de la liberación (PRE) y después de la liberación (POST) (ver figura 3.1).

#### 3.2 Evaluación del proceso Obtención y Análisis de los Datos.

##### 3.2.1 Cumplimiento de las actividades.

Para la evaluación de cada una de las actividades de este proceso se escogió métricas con algunos de los defectos del proyecto Eclipse.

##### Determinación de la Fuente de datos.

Se le dio cumplimiento a un ejemplo práctico utilizando para ello una colección de métricas relacionadas con los defectos de Eclipse, obtenida de las bases de datos de los errores y las versiones, ubicados en la dirección: <http://www.st.cs.uni-sb.de/softevo/bug-data/eclipse/>.

## Capítulo 3: Validación de la Solución Propuesta.

---

### Obtención de los datos

Los datos pueden ser obtenidos en distintos formatos, el archivo contenedor de los datos está en el formato CVS (separado por comas). En los datos obtenidos se diferencian dos tipos de errores, los previos a la liberación y los posteriores a la liberación, además se obtuvo el total de ficheros y el total de líneas de código, a partir de estos datos obtenidos se continúa con la siguiente actividad de transformación de los datos.

```
plugin; packagename; pre; post; ACD_avg; ACD_max; ACD_sum; FOUT_avg; FOUT_max; FOUT_sum; MLOC_avg; MLOC_max; MLOC_sum; NBD_avg; NBD_max; NBD_sum; NOCU; NOF_avg; NOF_max; NOF_sum; NOI_avg; NOI_max; NOI_sum; NOM_avg; NOM_max; NOM_sum; NOT_avg; NOT_max; NOT_sum; NSF_avg; NSF_max; NSF_sum; NSM_avg; NSM_max; NSM_sum; PAR_avg; PAR_max; PAR_sum; TLOC_avg; TLOC_max; TLOC_sum; VG_avg; VG_max; VG_sum; AnonymousClassDeclaration; ArrayAccess; ArrayCreation; ArrayInitializer; ArrayType; AssertStatement; Assignment; Block; BooleanLiteral; BreakStatement; CastExpression; CatchClause; CharacterLiteral; ClassInstanceCreation; CompilationUnit; ConditionalExpression; ConstructorInvocation; ContinueStatement; DoStatement; EmptyStatement; ExpressionStatement; FieldAccess; FieldDeclaration; ForStatement; IfStatement; ImportDeclaration; InfixExpression;_INITIALIZER; Javadoc; LabeledStatement; MethodDeclaration; MethodInvocation; NullLiteral; NumberLiteral; PackageDeclaration; ParenthesizedExpression; PostfixExpression; PrefixExpression; PrimitiveType; QualifiedName; ReturnStatement; SimpleName; SimpleType; SingleVariableDeclaration; StringLiteral; SuperConstructorInvocation; SuperFieldAccess; SuperMethodInvocation; SwitchCase; SwitchStatement; SynchronizedStatement; ThisExpression; ThrowStatement; TryStatement; TypeDeclaration; TypeDeclarationStatement; TypeLiteral; VariableDeclarationExpression; VariableDeclarationFragment; VariableDeclarationStatement; whileStatement; InstanceofExpression; LineComment; BlockComment; TagElement; TextElement; MemberRef; MethodRef; MethodRefParameter; EnhancedForStatement; EnumDeclaration; EnumConstantDeclaration; TypeParameter; ParameterizedType; QualifiedType; wildcardType; NormalAnnotation; MarkerAnnotation; SingleMemberAnnotation; MemberValuePair; AnnotationTypeDeclaration; AnnotationTypeMemberDeclaration; Modifier; SUM; NORM_AnonymousClassDeclaration; NORM_ArrayAccess; NORM_ArrayCreation; NORM_ArrayInitializer; NORM_ArrayType; NORM_AssertStatement; NORM_Assignment; NORM_Block; NORM_BooleanLiteral; NORM_BreakStatement; NORM_CastExpression; NORM_CatchClause; NORM_CharacterLiteral; NORM_ClassInstanceCreation; NORM_CompilationUnit; NORM_ConditionalExpression; NORM_ConstructorInvocation; NORM_ContinueStatement; NORM_DoStatement; NORM_EmptyStatement; NORM_ExpressionStatement; NORM_FieldAccess; NORM_FieldDeclaration; NORM_ForStatement; NORM_IfStatement; NORM_ImportDeclaration; NORM_InfixExpression; NORM_Initializer; NORM_Javadoc; NORM_LabeledStatement; NORM_MethodDeclaration; NORM_MethodInvocation; NORM_NullLiteral; NORM_NumberLiteral; NORM_PackageDeclaration; NORM_ParenthesizedExpression; NORM_PostfixExpression; NORM_PrefixExpression; NORM_PrimitiveT
```

Fig. 3.1 Datos relacionados con los errores de eclipse.

## Capítulo 3: Validación de la Solución Propuesta.

---

### Transformación de los Datos.

Los datos son depurados y transformados para, posteriormente, cumplir con la herramienta de análisis de datos propuesta. Debido a lo anteriormente referido en el capítulo uno acerca de la utilización del lenguaje Python para las tareas de limpieza, extracción y organización de los datos, se decidió utilizar esta herramienta para realizar las operaciones pertinentes en esta etapa del proceso que es la obtención y análisis de los datos.

A continuación se muestra un script desarrollado en Python que transforma estos datos obtenidos en formato CSV a texto plano o separado por tab (Fig. 3.2). Los datos en formato csv son datos separados por comas; estos datos no se pueden cargar en la herramienta Orange sin antes convertirlos en datos separados por tabuladores (tab) por lo que se ha efectuado la tarea de transformación de los datos. Este proceso ETL se realizó utilizando Python. Siempre es oportuno precisar que no solo se puede realizar este trabajo con formatos csv, sino también con cualquier otro, solo es necesario cambiar parte del código de este script a conveniencia de cada usuario o necesidad que lo indique.

Ejemplo 2.1 Conversión a.Tab (tab.py)

```
import os
d = ';'
d1 = ','
a = os.listdir('.')
for n in a:
    if n[-3].lower() == 'csv':
        source = open(n, 'r')
        dest = open(n[0:-3] + 'txt', 'w')
        m = 1
        for charn in source.read():
            if m == 1:
                if ((charn == d) or (charn == d1)):
                    dest.write('\t')
                elif charn == '\t':
                    dest.write('|')
                elif charn == '\n':
                    m = m * -1
            else:
                dest.write(charn)
        elif m == -1:
            if charn == '\n':
                m = m * -1
            elif charn == '\r':
                pass
            elif charn == '\n':
                dest.write('|')
            elif charn == '\t':
                dest.write('|')
            else:
                dest.write(charn)
        source.close()
        dest.close()
        print "se hizo el cambio"
    else: pass
```

Fig. 3.2 Script de ETL en Python.

## Capítulo 3: Validación de la Solución Propuesta.

---

### **Análisis de los datos.**

En esta tarea de análisis de los datos para encontrar la relación entre las variables y representarla de manera que permita analizar visualmente cada una de estas relaciones, para darle cumplimiento a dicha actividad, se utilizó la herramienta Orange, la cual es una herramienta basada en C++ y Python, como se abordó anteriormente en el capítulo uno. Contiene un conjunto extenso de algoritmos de aprendizaje y minería de datos. Incluye una variedad de tareas tales como impresión de árboles de decisiones, atributos de subconjuntos, etc. Orange es también un set de dispositivos gráficos que usa métodos de la librería de fondo y módulos propios que proveen una agradable interfaz de usuario (42).

Orange contiene numerosos métodos para la interpretación y análisis de algoritmos implementados en C++ y Python. Los dispositivos de Orange (también conocidos como widgets) para las distintas funcionalidades nos permiten trabajar con los datos de una manera relativamente sencilla y fácil de utilizar.

A continuación se muestra el siguiente pipeline (figura 2) diseñado a través de dicha herramienta, el cual nos permite apreciar, entre otros elementos, la relación existente entre los errores posteriores a la liberación y las líneas de código (figura 3.3).

## Capítulo 3: Validación de la Solución Propuesta.

---

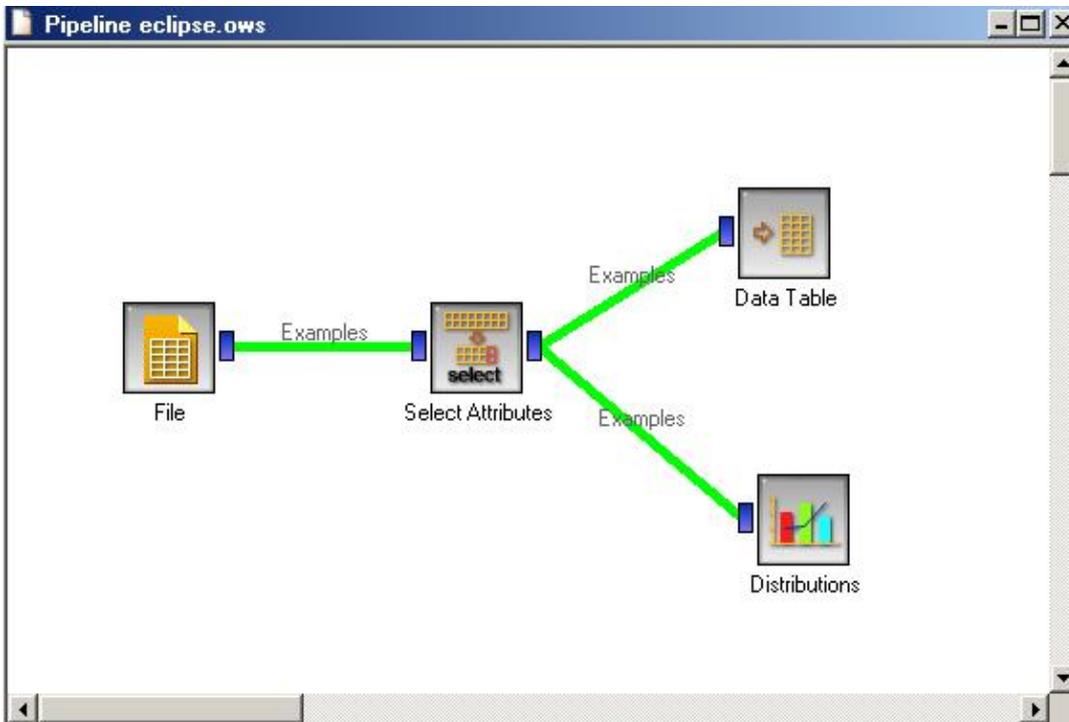


Fig. 3.3 Pipeline.

En dicho pipeline se utilizaron cuatro widgets, los cuales son componentes de la herramienta Orange utilizados para la carga, selección, análisis y muestra de los datos de manera gráfica, dichos widgets son:

- **File**, utilizado para cargar los datos de un fichero que se encuentra en diferentes formatos, para la evaluación se carga un archivo separado por tab.
- **Select Attributes**, a través de este widget se establece otra forma de limpieza y extracción de datos, escogiendo entre una gran cantidad de ellos, los necesarios para la toma de decisiones en el ejemplo tratado.
- **Data Table**, este widget se utiliza para representar en una tabla los datos seleccionados anteriormente, ver Fig. 3.1.

## Capítulo 3: Validación de la Solución Propuesta.

---

- **Distributions**, widget utilizado para graficar los datos en dependencia de las diferentes variables contenidas en el archivo cargado por **File**.

Para analizar los datos se obtuvo a través del widget “Distributions” un conjunto de gráficos que permiten apreciar la relación entre las métricas de complejidad y la cantidad de errores anteriores y posteriores a la liberación, lo cual se puede observar en el gráfico de la figura 3.4. En el mismo se puede distinguir perfectamente la relación entre los errores post-release y el total de líneas de código, a medida que va aumentando el total de líneas de código va aumentando la frecuencia de errores encontrados. En el gráfico de la figura 3.5 se muestra claramente la relación entre los errores pre-release y el total de líneas de código, a medida que va aumentando el total de líneas de código también va aumentando la frecuencia de errores encontrados.

En ambos casos se apreció que el crecimiento en determinados puntos aumenta considerablemente. Esto nos permite tomar decisiones sobre la utilización o no de un determinado componente, o la cantidad de personal necesario para el aseguramiento de la calidad y las pruebas.

## Capítulo 3: Validación de la Solución Propuesta.

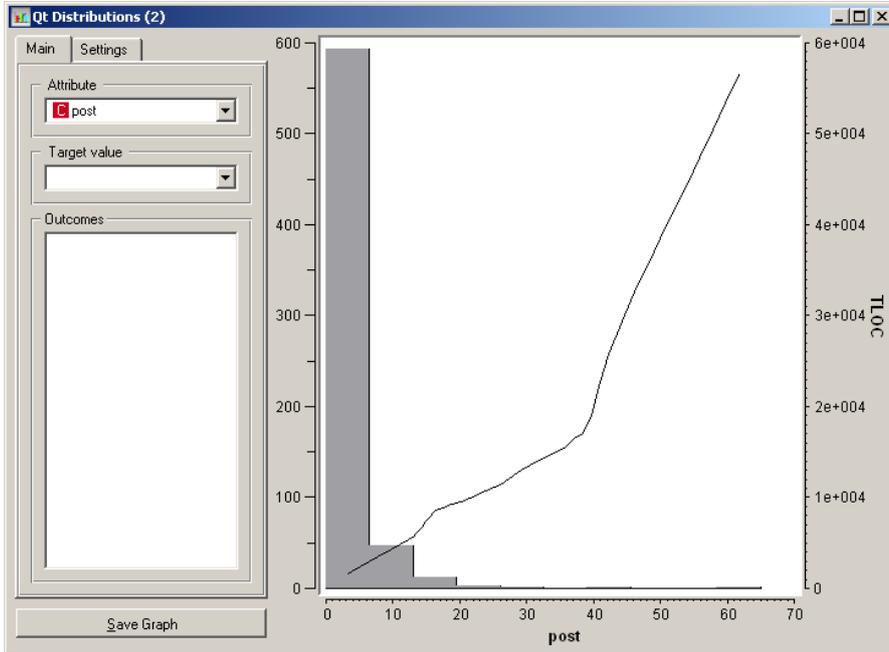


Fig. 3.4 Relación entre errores post y total de líneas de código.

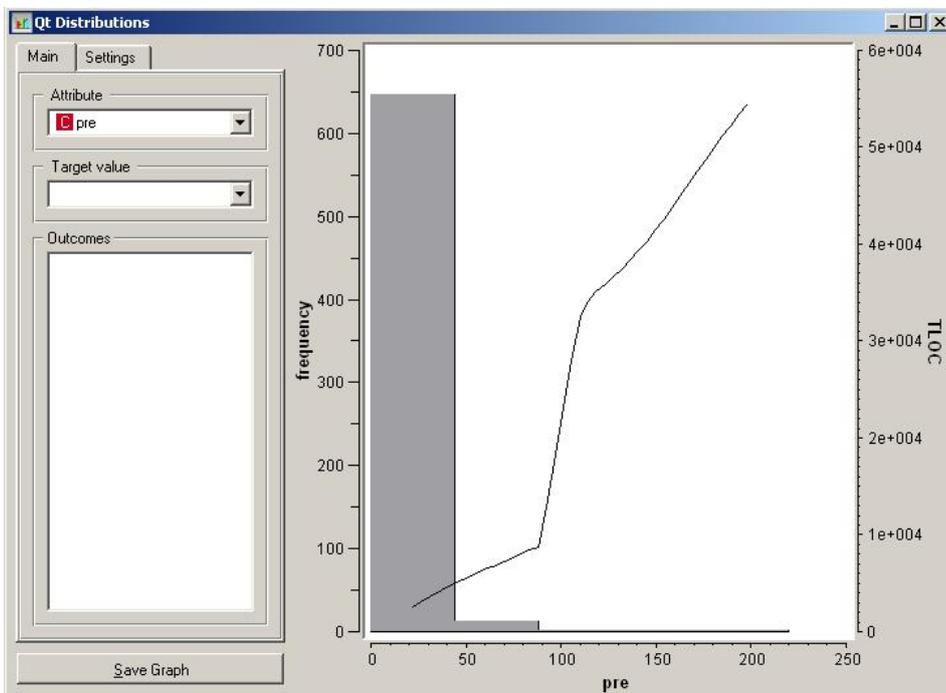


Fig. 3.5 Relación entre errores post y total de líneas de código.

## Capítulo 3: Validación de la Solución Propuesta.

---

### 3.3 Validación a través del Método Criterio de Especialistas.

La validez y demostración de la viabilidad del modelo propuesto se realizó a través del Método Criterio de Especialistas. El mismo se efectuó a través de la realización de una encuesta elaborada (Ver anexo #2) con el fin de verificar la factibilidad del modelo propuesto, aprovechando para ello la experiencia adquirida por cada uno de los expertos en el tema de toma de decisiones en la gestión de proyectos de software, a los cuales se les categoriza como expertos debido a que tienen una experiencia previa en este tema, evaluada dicha experiencia de regular o bien, teniendo en cuenta que no se entrevistó aquel que posee una mala experiencia en dicho tema. Estos expertos pueden ofrecer sus reflexiones acerca de la influencia de determinados factores de los procesos descritos, así como de las actividades que intervienen en cada uno de los procesos. La encuesta contiene criterios que, según las respuestas de los expertos pueden o no confirmar la viabilidad o factibilidad del modelo. Si existe una aceptación de más de un 70 % por parte de los expertos entonces se llega a la conclusión de que el modelo logra la factibilidad requerida.

#### 3.3.1 Resultados de la encuesta realizada.

A continuación se presenta en la Tabla 3.1 los resultados del cuestionario realizado a los expertos, la misma cuenta con los criterios establecidos en la encuesta, los cuales se representan como C y los expertos entrevistados, los cuales están representados en dicha tabla como E, además se le agrega la clasificación de cada uno de los criterios.

Se entrevistó a un total de diez expertos, de los cuales siete son líderes de proyectos y los otros restantes tienen suficiente experiencia en la Gestión de Proyectos de Software y han desempeñado roles con la responsabilidad de tomar decisiones.

Se considera que de los criterios definidos existen varios con suficiente importancia a considerar en la valoración de la factibilidad del modelo. En el criterio número tres, que trata acerca de la necesidad de los procesos incluidos arrojó un resultado satisfactorio debido a que el 70% de los entrevistados estuvo de acuerdo en que los procesos son los necesarios para la conformación del modelo, el resto estuvo parcialmente de acuerdo, de los cuales uno de ellos propuso la inclusión de otro proceso para la representación del conocimiento. Con respecto al criterio número nueve, que trata acerca de las tareas incluidas en cada proceso, un 100% determinaron que es correcta la inclusión de dichas actividades, por lo que se considera como satisfactorio dicho criterio. Otro criterio de suma importancia es el criterio número diez sobre la responsabilidad del líder sobre la dirección de los procesos, todos los expertos

## **Capítulo 3: Validación de la Solución Propuesta.**

---

coincidieron que era correcto que el líder de proyecto cumpliera con esa responsabilidad representando un resultado satisfactorio para la evaluación del modelo.

Como se puede observar todos los criterios contienen una clasificación aceptada. El criterio número doce es el de más peso en la encuesta ya que representa de manera total la conformidad o no con el modelo propuesto, como se puede observar, el 100% de los entrevistados estuvieron de acuerdo con que el modelo era el correcto para mejorar la toma de decisiones en la Gestión de Proyectos de Software.

### Capítulo 3: Validación de la Solución Propuesta.

|     | Clasificación           | E1 | E2 | E3 | E4 | E5 | E6 | E7 | E8 | E9 | E10 |
|-----|-------------------------|----|----|----|----|----|----|----|----|----|-----|
| C1  | Buena                   | X  | X  | X  | X  | X  |    | X  |    |    |     |
|     | Regular                 |    |    |    |    |    | X  |    | X  | X  | X   |
|     | Bajo                    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |     |
| C2  | Buena                   | X  | X  | X  | X  | X  | X  |    | X  | X  | X   |
|     | Regular                 |    |    |    |    |    |    | X  |    |    |     |
|     | Mala                    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |     |
| C3  | Si                      | X  |    | X  |    | X  |    | X  | X  | X  | X   |
|     | No                      |    |    |    |    |    |    |    |    |    |     |
|     | Parcial                 |    | X  |    | X  |    | X  |    |    |    |     |
| C4  | Si                      | X  | X  | X  | X  | X  | X  | X  | X  | X  | X   |
|     | No                      |    |    |    |    |    |    |    |    |    |     |
|     | Parcial                 |    |    |    |    |    |    |    |    |    |     |
| C5  | Si                      | X  | X  | X  | X  | X  | X  | X  | X  | X  | X   |
|     | No                      |    |    |    |    |    |    |    |    |    |     |
|     | Parcial                 |    |    |    |    |    |    |    |    |    |     |
| C6  | Si                      | X  |    | X  | X  | X  | X  | X  | X  | X  | X   |
|     | No                      |    |    |    |    |    |    |    |    |    |     |
|     | Parcial                 |    | X  |    |    |    |    |    |    |    |     |
| C7  | Si                      | X  | X  | X  | X  | X  | X  | X  | X  | X  | X   |
|     | No                      |    |    |    |    |    |    |    |    |    |     |
|     | Parcial                 |    |    |    |    |    |    |    |    |    |     |
| C8  | Si                      | X  | X  | X  | X  | X  | X  | X  | X  | X  | X   |
|     | No                      |    |    |    |    |    |    |    |    |    |     |
|     | Parcial                 |    |    |    |    |    |    |    |    |    |     |
| C9  | Adecuada                | X  | X  | X  | X  | X  | X  | X  | X  | X  | X   |
|     | No Adecuada (¿Por qué?) |    |    |    |    |    |    |    |    |    |     |
| C10 | Correcto                | X  | X  | X  | X  | X  | X  | X  | X  | X  | X   |
|     | Aceptable               |    |    |    |    |    |    |    |    |    |     |
|     | Incorrecto              |    |    |    |    |    |    |    |    |    |     |

## Capítulo 3: Validación de la Solución Propuesta.

---

|     |           |   |      |   |   |   |   |   |   |   |   |
|-----|-----------|---|------|---|---|---|---|---|---|---|---|
| C11 | Si (Cuál) |   | X(*) |   |   |   |   |   |   |   |   |
|     | No        | X |      | X | X | X | X | X | X | X | X |
| C12 | Si        | X | X    | X | X | X | X | X | X | X | X |
|     | No        |   |      |   |   |   |   |   |   |   |   |
|     | Parcial   |   |      |   |   |   |   |   |   |   |   |

**Tabla 3.1**

(\*) El experto E2 propuso un proceso intermedio entre el análisis de los datos y la toma de decisiones para representar el conocimiento.

### 3.4 Conclusiones del capítulo.

En el transcurso del presente capítulo, se realizó la evaluación práctica del proceso Obtención y Análisis de los Datos, las tecnologías y herramientas, llevado a cabo con las métricas de los defectos del proyecto Eclipse, se hizo uso de las diferentes tecnologías y herramientas propuestas en el capítulo anterior, por lo que toda la información ha sido preparada para proseguir con la toma de decisiones, que es el siguiente proceso el cual tiene como entrada dicha información. También se llevó a cabo la validación del modelo mediante el Método Criterio de Especialistas.

### CONCLUSIONES

Para el cumplimiento de los objetivos de este trabajo, en concordancia con las necesidades del modelo, fue necesario primeramente el estudio de las tecnologías, herramientas y tendencias actuales en cuanto a los Sistemas de Soporte a la Toma de Decisiones, así como la Gestión de Proyectos de Software y sus necesidades con respecto a tomar buenas y acertadas decisiones. En el estudio se analizaron las características de los DSS y la falta de un modelo que constituya una guía para este proceso en los Proyectos Productivos de la UCI.

A continuación de este estudio se realizó la propuesta del Modelo de Referencia para la ayuda a la Toma de Decisiones, estableciendo para el mismo toda su estructura, conformada por el Marco de Procesos con todas sus actividades, así como los Roles que interactúan en el mismo, brindando una mejor organización dentro de los proyectos a la hora de tomar decisiones.

Finalmente se estableció el proceso de validación del modelo propuesto mediante el Método Criterio de Especialistas y la evaluación del proceso de Obtención y Análisis de los Datos el cual trae implícito el uso de las herramientas propuestas.

Con la realización de este trabajo se obtuvo un modelo capaz de establecer una estructura a seguir por los líderes de proyectos en aras de lograr un producto con la calidad requerida, y para ello es preciso que dichos líderes en conjunto con los demás miembros del equipo u otros roles implicados en el proceso tomen meras decisiones que guíen para el buen desempeño de cada proyecto.

### RECOMENDACIONES

Finalizado el trabajo de diploma donde se establece el Modelo de Referencia para la Ayuda a La Toma de Decisiones se recomienda que:

- El modelo propuesto sea usado en proyectos productivos de la UCI en aras de lograr una mayor calidad en los productos.
- Continúe la investigación y posterior perfeccionamiento de este modelo con otras tecnologías existentes.
- Se desarrolle un Widget para Orange en Python capaz de facilitar aun más el trabajo ETL.
- Se automatice el modelo propuesto generando para ello un sistema que permita la toma correcta de decisiones en la Gestión de Proyectos de Software, guiado por dicho modelo.
- Se realice la validación del modelo propuesto a través de otro método.
- Se recomienda el análisis de la incorporación de otro proceso intermedio entre Obtención y Análisis de los Datos y Toma de Decisiones.

### BIBLIOGRAFÍA

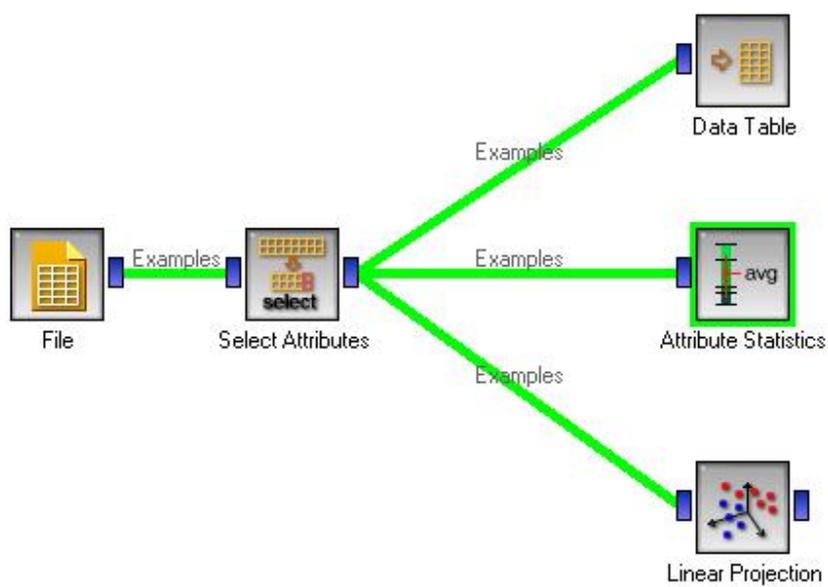
1. **Schein.** Sistema de soporte a la decisión: ¿Cómo asisten a la toma de decisiones en una organización? *monografias.com*. [En línea] [Citado el: 6 de febrero de 2008.] <http://www.monografias.com/trabajos32/toma-decision/toma-decision.shtml#quees>.
2. **Ruhe, Dr.Guenther.** Decision support. [En línea] [Citado el: 20 de mayo de 2008.] <http://www.seng-decisionsupport.ucalgary.ca/research.htm>.
3. **Peña, Rodrigo.** GESTIÓN DE PROYECTO. *gestiopolis*. [En línea] [Citado el: 21 de mayo de 2008.] <http://www.gestiopolis.com/recursos/documentos/fulldocs/ger/gestioproyecto.htm>.
4. **Scribd.** Fundamentación de la dirección de proyectos(PMBOK). *Scribd*. [En línea] [Citado el: 22 de mayo de 2008.] <http://www.scribd.com/doc/491267/PMBOK>.
5. **M.Cotterell, B.Hughes.** “*Software Project Management*”. s.l. : Thomson Computer Press, 1995.
6. **Higuera, Dr. José Antonio García.** El proceso de toma de decisiones y de resolución de problemas. [En línea] [Citado el: 14 de mayo de 2008.] <http://www.cop.es/colegiados/M-00451/tomadecisiones.htm>.
7. **Edgar, Danilo Dominguez Vera y Jose, Luis Martinez Flores.** La enseñanza de métricas de software. *La enseñanza de métricas de software*. [En línea] Septiembre de 1999. [Citado el: 21 de mayo de 2008.] [http://ingenierias.uanl.mx/5/pdf/5\\_Edgar\\_Dominguez\\_et\\_al\\_Ensenanza\\_de.pdf](http://ingenierias.uanl.mx/5/pdf/5_Edgar_Dominguez_et_al_Ensenanza_de.pdf).
8. **Tecnom maestros.** Tecnom maestros. *Uso de Métricas en la Ingeniería de Software*. [En línea] [Citado el: 20 de mayo de 2008.] <http://www1.universia.net/CatalogaXXI/pub/ir.asp?IdURL=167788&IDC=10010&IDP=CL&IDI=1>.
9. **Vega, Lebrún Carlos, Rivera, Prieto Laura Susana y García, Santillán Arturo.** MEJORES PRÁCTICAS PARA EL ESTABLECIMIENTO Y ASEGURAMIENTO DE LA CALIDAD DE SOFTWARE. *eumed*. [En línea] [Citado el: 21 de Mayo de 2008.] <http://www.eumed.net/libros/2008a/351/caracteristicas%20de%20las%20metricas%20de%20software.htm>.
10. **Software Metrics Guide.** [En línea] [Citado el: 22 de mayo de 2008.] [http://sunset.usc.edu/classes/cs577b\\_2001/metricsguide/metrics.html](http://sunset.usc.edu/classes/cs577b_2001/metricsguide/metrics.html).
11. **Turban, E. y Aronson, J.** *Decision Support Systems and Intelligent Systems*. 6ª Edición. s.l. : Prentice Hall, 2001.
12. **Daft, Richard L.** *Teoría y diseño organizacional*. s.l. : Thomson Learning Ibero, 2005. ISBN 970686363X.
13. **et, Bonczek.** Sistemas de soporte a la decisión: Como asisten a la toma de decisiones en una organización. *monografias.com*. [En línea] [Citado el: 6 de febrero de 2008.] <http://www.monografias.com/trabajos32/toma-decision/toma-decision.shtml#quees>.
14. **Keenan, Peter B.** Spatial Decision Support Systems. [aut. libro] Manuel Mora, Guisseppi A. Forgionne y JatinderN. D. Gupta. *Decision Making Support Systems: Achievements, Trends and Challenges for the New Decade*. London : Idea Group Publishing, 2003, págs. 28-39.
15. **Power, D. J.** Support Systems: A Multidimensional Approach. [aut. libro] Manuel Mora, Guisseppi A. Forgionne y JatinderN. D. Gupta. *Decision Making Support Systems: Achievements, Trends and Challenges for the New Decade*. London : Idea Group Publishing, 2003, págs. 20-27.
16. **The comp.groupware (FAQ) .** Communications-Driven DSS. *Communications-Driven DSS*. [En línea] [Citado el: 6 de febrero de 2008.] <http://www.dssresources.com/dsstypes/cdss.html>.
17. **Martinez Prieto, Diego, Olalla Piñeiro García, Sergio Rodríguez Pérez, Yobana.** *Sistemas de apoyo a la toma de decisiones*.
18. **Power, Dan.** Types of Decision Support Systems (DSS). *Types of Decision Support Systems (DSS)*. [En línea] [Citado el: 6 de febrero de 2008.] <http://www.gdrc.org/decision/dss-types.html>.
19. **Power, D. J.** *Decision support systems: concepts and resources for managers*. . s.l. : Quorum Books, 2002.
20. **Sinnexus.** Sistemas de Soporte a la Decisión (DSS). *Sinnexus*. [En línea] 2007. [Citado el: 12 de febrero de 2008.] [http://www.sinnexus.com/business\\_intelligence/sistemas\\_soporte\\_decisiones.aspx](http://www.sinnexus.com/business_intelligence/sistemas_soporte_decisiones.aspx).

21. **MIC.** PREGUNTAS Y RESPUESTAS SOBRE LA INTELIGENCIA EMPRESARIAL. *INFOMED*. [En línea] [Citado el: 5 de Febrero de 2008.] [www.sld.cu/galerias/doc/sitios/bmn/1.doc](http://www.sld.cu/galerias/doc/sitios/bmn/1.doc).
22. **Zbigniew Michalewicz, Martin Schmidt, Matthew Michalewicz, Constantin Chiriac.** *Adaptive Business Intelligence*. Australia : Adelaide, SA 5005, 1998. 2006930103.
23. **Donzelli, Paolo.** A decision support system for the software project management. 2006, Vol. 23, págs. 67-75.
24. **TechRepublic.** TechRepublic. *A Decision Support Tool for Software Project Management*. [En línea] [Citado el: 22 de mayo de 2008.] <http://whitepapers.techrepublic.com.com/abstract.aspx?docid=169738>.
25. ETL y Limpieza de datos. *Dataprix*. [En línea] 2007 de Diciembre de 6. [Citado el: 5 de Febrero de 2008.] <http://www.dataprix.com/datacleansing>.
26. CloverETL. *CloverETL*. [En línea] [Citado el: 21 de marzo de 2008.] <http://www.cloveretl.org>.
27. **DAA cOnetinos Digitales, S.L.** BI-Spain.com. *BI-Spain.com*. [En línea] DAA cOnetinos Digitales, S.L. [Citado el: 21 de Abril de 2008.] <http://www.bi-spain.com/portal/bi-spain/Controller?mvchandler=portals&action=dispatch&idInstance=52478&pAction=preview&idPortlet=1193&idPortlet=bi-spain&idSection=1183&jsfInit=null>.
28. **Miller, Steve.** Poor Man's BI: Getting Started with Open Source Tools for Analytic Intelligence. <http://www.dmreview.com/issues/20060601/1088417-1.html>. [En línea] Junio de 2006. [Citado el: 7 de Abril de 2008.] <http://www.dmreview.com/issues/20060601/1088417-1.html>.
29. **Piatesky-Shapiro.** Minería de Datos como soporte a la toma de decisiones empresariales. *Minería de Datos como soporte a la toma de decisiones empresariales*. [En línea] 1991. [Citado el: 6 de febrero de 2008.] [http://www.scielo.org.ve/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S1012-15872007000100008&lng=pt&nrm=iso&tlng=es](http://www.scielo.org.ve/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1012-15872007000100008&lng=pt&nrm=iso&tlng=es).
30. **Garcia, Molina y.** Minería de Datos como soporte a la toma de decisiones empresariales. *Minería de Datos como soporte a la toma de decisiones empresariales*. [En línea] 2004. [Citado el: 6 de febrero de 2008.] [http://www.scielo.org.ve/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S1012-15872007000100008&lng=pt&nrm=iso&tlng=es](http://www.scielo.org.ve/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1012-15872007000100008&lng=pt&nrm=iso&tlng=es).
31. **Gustavo González Sánchez, Sonia Delfín Ávila, Josep Lluís de la Rosa.** Preprocesamiento de bases de datos masivas y multi-dimensionales en minería de uso web para modelar usuarios: comparación de herramientas y técnicas con un caso de estudio. [En línea] [Citado el: 5 de mayo de 2008.] [http://eia.udg.es/~gustavog/esp/publicaciones/cedi2005\\_gustavo\\_sonia\\_published.pdf](http://eia.udg.es/~gustavog/esp/publicaciones/cedi2005_gustavo_sonia_published.pdf).
32. **Gray.** Sistema de soporte a la decisión y sistemas inteligentes . *Sistema de soporte a la decisión y sistemas inteligentes* . [En línea] 1998. [Citado el: 6 de febrero de 2008.] <http://www.netmedia.info/articulo-32-3680-0-10796.html>.
33. **Inmon.** Sistema de soporte a la decisión y sistemas inteligentes . *Sistema de soporte a la decisión y sistemas inteligentes* . [En línea] 1996. [Citado el: 6 de febrero de 2008.] <http://www.netmedia.info/articulo-32-3680-0-10796.html>.
34. **Documentacion libre de GNU.** Wikipedia. *OLAP*. [En línea] [Citado el: 23 de Mayo de 2008.] <http://es.wikipedia.org/wiki/OLAP>.
35. **Master Project Management.** Sistemas de soporte a la decisión:¿Cómo asisten a la toma de decisiones en una organización? *Sistemas de soporte a la decisión:¿Cómo asisten a la toma de decisiones en una organización?* [En línea] [Citado el: 6 de febrero de 2008.] <http://www.monografias.com/trabajos32/toma-decision/toma-decision.shtml>.
36. **Pressman, Roger S.** *Ingeniería de Software. Un enfoque práctico*. Sexta Edición. 2005.
37. **PUTMAN, L. y W. MYERS.** How solved is the cost estimation problem?, en *IEEE Software*. *How solved is the cost estimation problem?*, en *IEEE Software*. 1997, págs. 105-107.
38. **Tao Xie, Ahmed E. Hassan.** *Mining Software Engineering Data*.
39. **Pereiro, Jorge.** portalcalidad. *Gestion de Calidad*. [En línea] [Citado el: 15 de mayo de 2008.] <http://www.portalcalidad.com/>.
40. *If Your Bug Database Could Talk. . . Schroter, Adrian, y otros.*

41. *Predicting Defects for Eclipse*. **Zimmermann, Thomas, Premraj, Rahul y Zeller, Andreas**. Mayo de 2007. en Proceedings of the Third International Workshop on Predictor Models in Software Engineering.
42. **JANEZ DEMSAR, BLAZ ZUPAN**. *From Experimental Machine Learning to Interactive Data Mining*.
43. **Roldan, Jose L. y Leal, Antonio**. Executive Information Systems in Spain: A Study of Current Practices and Comparative Analysis. [aut. libro] Manuel Mora, Guisseppi A. Forgionne y JatinderN. D. Gupta. *Decision Making Support Systems: Achievements, Trends and Challenges for the New Decade*. London : Idea Group Publishing, 2003, págs. 287-304.
44. **Power, Dan**. Types of Decision Support Systems (DSS). *Types of Decision Support Systems (DSS)*. [En línea] [Citado el: 6 de febrero de 2008.] <http://www.google.com/cu/search?hl=es&q=Data-driven+DSS&btnG=Buscar+con+Google&meta=>.
45. **Rodríguez, Castañeda y**. Minería de Datos como soporte a la toma de decisiones empresariales. *Minería de Datos como soporte a la toma de decisiones empresariales*. [En línea] 2003. [Citado el: 6 de febrero de 2008.] [http://www.scielo.org.ve/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S1012-15872007000100008&lng=pt&nrm=iso&tlng=es](http://www.scielo.org.ve/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1012-15872007000100008&lng=pt&nrm=iso&tlng=es).
46. **Peralta, Manuel**. monografias.com. *Sistema de Información*. [En línea] 1997. [Citado el: 12 de febrero de 2008.] <http://www.monografias.com/trabajos7/sisinf/sisinf.shtml#intro>.
47. **Michalewicz, Zbigniew, y otros**. *Adaptive Business Intelligence*. Adelaide : Springer, 2007. ISBN-10 3-540-32928-5.
48. **Vazquez, Maikel Yelandi Leyva**.
49. **Vismar, G. Flores T. y Roberto, C. Cueva S.** mygnet. *Conceptos de Gestión de Proyectos de Software*. [En línea] 30 de mayo de 2007. [Citado el: 22 de mayo de 2008.] [http://www.mygnet.net/articulos/software/conceptos\\_de\\_gestion\\_de\\_proyectos\\_de\\_software.1093](http://www.mygnet.net/articulos/software/conceptos_de_gestion_de_proyectos_de_software.1093).

ANEXOS

Anexo 1: Pipeline que representa otras maneras de análisis de datos mediante los widgets atributos estadísticos y proyección lineal.



**Anexo 2: Encuesta realizada a los expertos para la validación del modelo propuesto.**

**Cuestionario:**

Categoría Científica: \_\_\_\_\_

Experiencia en: \_\_\_\_\_

**1. Clasifique su nivel de conocimiento sobre el tema de la Toma de decisiones en la Gestión de Proyectos de Software.**

- Bueno
- Regular
- Bajo

**2. ¿Qué clasificación le daría usted a la elaboración de un modelo de referencia para la ayuda a la toma de decisiones en la Gestión de Proyectos de Software en los proyectos productivos?**

- Buena
- Regular
- Mala

**3. ¿Considera que los procesos incluidos en el modelo de referencia para la ayuda a la toma de decisiones son los necesarios para conformar dicho modelo?**

- Si
- No
- Parcial

**4. ¿Considera usted que las definiciones y objetivos de cada proceso son correctos?**

- Si
- No
- Parcial

**5. ¿Considera usted que los procesos utilizan todas las entradas necesarias para la realización de cada proceso?**

- Si

- No
- Parcial

**6. ¿Considera usted que los procesos generan todas las salidas necesarias para la realización de cada proceso?**

- Si
- No
- Parcial

**7. ¿Considera usted que el Analista de Datos sea el encargado del seguimiento y control de los datos?**

- Si
- No
- Parcial

**8. ¿Considera usted importante la incorporación de Especialistas en el modelo?**

- Si
- No
- Parcial.

**9. ¿Considera usted que las actividades de cada proceso presente en el modelo son adecuadas para la toma de decisiones?**

- Adecuadas
- No Adecuadas

**10. ¿Usted considera que el rol del líder de proyecto es el más correcto para dirigir los procesos del modelo de referencia para la ayuda a la toma de decisiones?**

- Correcto\_\_
- Aceptable\_\_
- Incorrecto\_\_

**11. ¿Incluiría usted otro proceso para mejorar el modelo?**

Si Cuál \_\_\_\_\_

No

**12. ¿Considera usted de forma general que el modelo propuesto sea el correcto para mejorar la toma de decisiones en la Gestión de Proyectos de Software?**

Si

No

Parcial

|    |  |
|----|--|
| 1  | <b>GLOSARIO</b>  |
| 2  | MCHC: Mapeo Cerebral Humano Cubano   |
| 3  | SO: Sistema operativo.   |
| 4  | PCD: Plataforma de Cómputo Distribuido   |
| 5  | HSE: Herramienta para el seguimiento de errores.   |
| 6  | SGBD: Sistema gestor de base de datos.   |
| 7  | FW: Framework.   |
| 8  | LP: Lenguaje de programación.  |
| 9  | GP: Gestor de proyectos.   |
| 10 | CV: Control de versiones.  |
| 11 | DSS: Sistema de Soporte a la Toma de Decisiones.   |
| 12 | Métrica: Medida efectuada.   |
| 13 | Data Mining: Minería de datos.   |
| 14 | ETL: Extracción, Transformación y Cargado de los datos.  |
| 15 | Orange: Herramienta para la Minería de Datos.  |
| 16 | Weka: Herramienta para la Minería de Datos.  |
| 17 | CloverETL: Herramienta para la Extracción, Transformación y Cargado de los datos.                |
| 18 | JASperETL: Herramienta para la Extracción, Transformación y Cargado de los datos.                |
| 19 | Python: Lenguaje script de programación utilizado para múltiples tareas.                         |
| 20 | OLAP: Análisis Multidimensional.   |
| 21 | Data Warehouse: Almacenes de datos.  |
| 22 | BI: Inteligencia Empresarial.  |
| 23 | Rol: Papel desempeñado por una persona o un grupo en una actividad.                              |
| 24 | MRATD: Modelo de Referencia para la Ayuda a la Toma de Decisiones.                               |
| 25 | SVN: Subversion, herramienta para el control de versiones.                                       |
| 26 | TLOC: Total de líneas de código.   |
| 27 | NOCU: Número de ficheros.  |
| 28 | PRE: Errores previos al release.   |
| 29 | POST: Errores posteriores al release.  |
| 30 | Pipeline: Canal de comunicaciones de la herramienta Orange entre widgets.                        |
| 31 | Widget: Dispositivos gráficos que contienen diferentes funcionalidades de la herramienta Orange. |