

# Proyecto de Desarrollo Basado en Componentes para Sistemas de Información Ambiental

Urciuolo Adriana<sup>1</sup>, Iturraspe Rodolfo<sup>1</sup>, Parsón Ariel<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Universidad Nacional de la Patagonia San Juan Bosco  
Darwin esq. Canga- 9410 Ushuaia, Argentina, 54-2901-430892  
urciuolo@tdfuego.com iturraspe@tdfuego.com

**Abstract.** El desarrollo de los Sistemas de Información Ambiental involucra el análisis de diferentes dominios de conocimiento y el estudio de metodologías que faciliten la integración y distribución de la información. Estos sistemas, usualmente combinan ciertas propiedades que plantean problemas particulares en su diseño vinculados a la heterogeneidad en la información ambiental. Por ello, uno de los requerimientos fundamentales, es brindar facilidades de integración entre los mismos. En los últimos años, el Desarrollo de software basado en componentes emergió como una importante solución al problema del desarrollo de sistemas grandes y complejos. Las arquitecturas de software basadas en componentes brindan el soporte para la integración de “partes” en sistemas mayores, facilitando la definición de una estructura de ensamblado adecuada. En el presente proyecto se plantea la realización del análisis y diseño arquitectural de Sistemas de Información Ambiental utilizando desarrollo basado en componentes, con el fin de obtener componentes reusables, que a través de una plataforma conveniente de integración, puedan ser ensamblados para distintos tipos de aplicaciones del dominio

## 1 Introducción: Sobre el Proyecto.

*Título:* Desarrollo basado en componentes para Sistemas de Información Ambiental

*Periodo de Ejecución:* Julio 2004/ agosto 2006

*Lugar donde se desarrolla:* Facultad de Ingeniería – Universidad Nacional de la Patagonia (UNPSJB)– Sede Ushuaia.

### 1.1 Equipo

*Director:* Mg. Ing. Adriana Urciuolo.

*Codirector:* Ing. Rodolfo Iturraspe.

*Unidad Ejecutora:*

Mg. Ing. Beatriz Rosanigo

Ing. Ariel Parsón

APU Martín Villarreal

APU Ezequiel Moyano

## **1.2 Características del Equipo**

El Equipo cuenta con especialistas del área de Ingeniería de Software, en particular, docentes investigadores de las cátedras de Análisis y Diseño de Sistemas, Programación Avanzada y Base de Datos de la Universidad Nacional de la Patagonia. El principal campo de interés en investigación donde se desenvuelven es el estudio de técnicas de Orientación a Objetos y Desarrollo Basado en Componentes.

Por otra parte, el equipo cuenta con expertos del dominio de estudio, quienes constituyen la principal fuente de conocimiento del dominio específico y son responsables del planteo de escenarios para la validación de los resultados obtenidos.

Se cuenta además con estudiantes de carreras de grado ingresando a su etapa de tesis.

## **1.3 Organismo que financia y acredita el proyecto**

El Proyecto se desarrolla en la Sede Ushuaia de la Universidad Nacional de la Patagonia como línea de investigación (desde el año 2001) y ha sido presentado para su financiación a la Facultad de Ingeniería de la Universidad Nacional de la Patagonia San Juan Bosco, encontrándose actualmente en etapa de evaluación.

## **1.4 Objetivos generales y metas**

El Objetivo General del Proyecto es:

Desarrollar una arquitectura de software basada en componentes para Sistemas de Información Ambiental (SIA) [12], que facilite la integración de los diversos dominios de conocimiento abarcados por estos sistemas.

Se plantean los siguientes Objetivos Específicos:

- Analizar y definir un Proceso de Desarrollo basado en componentes apto para aplicaciones de los Dominios de conocimiento relativos a SIA.
- Definir funcionalidades comunes a distintos dominios de conocimiento en el contexto de los SIA, partiendo del análisis de los casos de estudio: calidad de aguas y clima.
- Identificar componentes conceptuales reusables correspondientes a las aplicaciones centrales del dominio.
- Definir y especificar componentes a nivel conceptual y sus interfaces, que faciliten la integración de los distintos dominios de conocimiento de SIA
- Definir un modelo de arquitectura general para el dominio basada en el ensamblado de los componentes especificados.
- Avanzar en el logro de uniformidad, consistencia y estándares de desarrollo en el análisis y diseño de los Sistemas de Información Ambiental (SIA), estudiando la factibilidad de extensión y adaptabilidad de la metodología de trabajo utilizada, a otros dominios de conocimiento correspondientes a estos Sistemas.
- Consolidar un grupo de investigación en el campo de técnicas avanzadas de computación aplicadas a los Sistemas de información ambiental.
- Transferir los resultados a organismos que, en la región, trabajan en la esfera del medio ambiente.

## 1.5 Importancia del Tema

Los Sistemas de Información Ambiental (SIA) se relacionan con el manejo de los datos correspondientes al suelo, al agua, el aire y las especies existentes [11], razón por la cual su desarrollo involucra el análisis de diferentes dominios de conocimiento y el estudio de metodologías que faciliten la integración y distribución de la información. SIA son utilizados normalmente por organizaciones estatales responsables de la gestión de los recursos naturales y el medio ambiente, siendo en la actualidad reconocidos como básicos y fundamentales para la toma de decisión ambiental.

Estos sistemas, usualmente combinan ciertas propiedades que plantean problemas particulares en su diseño. Los grandes avances en las técnicas de medición y adquisición de datos ambientales (sensores remotos, radar, etc.) han dado como resultado una gran heterogeneidad en la información ambiental, situación que resulta fundamental considerar para su desarrollo. En general se caracterizan por [18]: conjuntos de datos muy extensos a manejar debido a las facilidades de su adquisición automatizada, estructura interna compleja de los objetos ambientales, necesidad de representación espacio-temporal de los datos, información distribuida sobre plataformas heterogéneas, almacenamiento de datos en diferentes medios con diferentes formatos, el acceso a datos e información procesada debe realizarse desde diferentes medios incluyendo Web browsers, etc. Por otra parte, no obstante la necesidad de considerar las interacciones existentes entre los componentes ambientales del mundo real, estas cuestiones son normalmente manejadas por sistemas autónomos diferentes que son heterogéneos tanto técnica como semánticamente. Por esta razón, uno de los requerimientos fundamentales de estos sistemas, es brindar facilidades de integración [10] entre los mismos.

Es importante resaltar que los SIA implican más que simplemente el acceso y recuperación de datos. A menudo es necesario [12] realizar el procesamiento de la información, aplicando algoritmos de análisis y modelación a los datos existentes para llegar a adquirir el conocimiento deseado. Esta tarea de análisis abarca la necesidad de acceso a los datos, preprocesamiento de la información recibida de distintas fuentes, aplicación de complejos algoritmos, distribución de la información resultante, etc.

Tradicionalmente se forzaba la separación del modelo de datos y las facilidades de procesamiento brindadas por estos sistemas tales como: paquetes estadísticos, modelos de simulación, etc. En la actualidad, a los fines de brindar soluciones apropiadas a los problemas expuestos, se requiere de enfoques flexibles que permitan encapsular los datos y procesos relacionados en unidades que provean un grado de modularidad e independencia apropiada para el dominio.

En los últimos años, el Desarrollo de software basado en componentes emergió como una importante solución al problema del desarrollo de sistemas grandes y complejos. Los componentes de software son piezas de software autocontenidas, reusables, accesibles sólo a través de interfaces bien definidas. Están diseñados para interactuar con otros componentes desarrollados en forma independiente y para ser ensamblados por terceras partes en aplicaciones [17].

Por *Desarrollo basado en componentes (DBC)* se entiende la construcción de familias de productos de software a partir de un kit de partes, con énfasis en la estandarización de las interfaces entre las mismas. En contraste con la integración tradicional de sistemas, los componentes se diseñan desde un comienzo para ensamblarse en una variedad de configuraciones.

Una de las grandes ventajas de los componentes es la reusabilidad. Un reuso efectivo depende no sólo de la identificación apropiada de los componentes, sino del modo en que dichos componentes son combinados y organizados. Las arquitecturas de software basadas en componentes brindan el soporte para la integración de "partes" en sistemas mayores, facilitando la definición de una estructura de ensamblado adecuada. El empleo de esta técnica de desarrollo

de software requiere por lo tanto de un cuidadoso modelado arquitectural y análisis, a los fines de asegurar reusabilidad y compatibilidad entre componentes interactuantes.

Este enfoque se diferencia de otros en la separación entre la especificación de componentes de su implementación y en la división de la especificación de componentes en interfaces. Existen por tanto distintas categorías de componentes, de acuerdo al grado de abstracción alcanzado: componentes conceptuales (nivel de análisis y diseño), componente de implementación, de despliegue.

Considerando lo expuesto, en el presente proyecto se plantea la realización del análisis y diseño arquitectural de Sistemas de Información Ambiental utilizando un Proceso de desarrollo basado en componentes, con el fin de obtener componentes reusables y sus interacciones, los cuales a través de una plataforma conveniente de integración, puedan ser ensamblados para distintos tipos de aplicaciones del dominio. Se enfatiza el desarrollo de componentes a nivel conceptual [3] [16]. Se propone el estudio de distintos procesos de Desarrollo, a los fines de definir el más apropiado para este tipo de sistemas. Se utiliza el lenguaje de especificación UML [5], ya que si bien el mismo no constituye un lenguaje formal de especificación de componentes, resulta conveniente para el nivel conceptual y la generalidad del modelo que se quiere alcanzar. Si bien se utilizan casos de estudio correspondientes a los dominios de Calidad de Aguas y Clima, se realiza un modelo general de arquitectura que permitirá su utilización por otros dominios de conocimiento relativos a la gestión ambiental (calidad del aire), facilitando la interrelación de los diversos componentes de estos sistemas.

En el proyecto se propone en primer lugar, la realización de un análisis del dominio de los SIA, con especial énfasis en los sistemas propuestos como casos de estudio: Calidad de Aguas y Clima, a los fines de definir en forma preliminar las principales características, entidades y funcionalidades comunes al mismo. Se trabaja con un experto del dominio en el grupo, para obtener el conocimiento necesario y la validación continua de resultados. Se identificarán y especificarán componentes a nivel conceptual que brinden a través de interfaces claramente especificadas los servicios básicos y fundamentales correspondientes a los requerimientos expuestos para estos sistemas. Finalmente, se definirá una arquitectura de componentes para SIA, a través del análisis de la organización apropiada de los mismos para responder a los requerimientos centrales definidos. Este modelo podrá ser utilizado para la implementación de diferentes aplicaciones correspondientes a procesos característicos del dominio.

Se plantea la constitución de un grupo de trabajo multidisciplinario, por cuanto, si bien se consideran fundamentales las actividades relativas al análisis y diseño de sistemas, es necesario el aporte de expertos del dominio, a los fines de clarificar el conocimiento del mismo, dada su complejidad [11]. Es reconocido además en la actualidad, el avance de campos de estudio como los sistemas de información ambiental, en los cuales una de las premisas básicas de trabajo, es el aporte de las distintas disciplinas relacionadas.

Cabe destacar que la necesidad e inquietud por este Proyecto surgió durante el desarrollo del Proyecto “Modelo de Diseño para aplicaciones del Dominio de la Hidrología en el contexto de los Sistemas de Información Ambiental” (Fac. de Ingeniería UNPSJB, aval Secretaría de Ciencia y Técnica, 2001-2004) que contó con la participación de casi todo el grupo de trabajo propuesto para el presente. Si bien a través de dicho proyecto se lograron como resultado microarquitecturas flexibles de diseño OO para problemas característicos de aplicaciones del dominio, se vio claramente la necesidad de avanzar hacia el desarrollo de unidades independientes tales como los componentes que brinden mayor flexibilidad y reuso para la construcción de SIA, así como la definición de una arquitectura basada en componentes para estos sistemas.

## **1.6. Metodología**

Durante el desarrollo del Proyecto, se llevarán adelante las siguientes etapas:

**a) Análisis y comparación de Procesos de Desarrollo de Software Basado en Componentes.**

Se realiza el estudio de procesos de desarrollo basado en componentes, en especial de los que utilizan técnicas de modelado UML con extensiones específicas para componentes [8], a los fines de definir adaptaciones y/o extensiones apropiadas de los mismos para Sistemas de Información Ambiental

**b) Análisis de los dominios de conocimiento a estudiar: Calidad de aguas, clima.**

A los fines de definir un modelo general de arquitectura para el desarrollo de SIA, dada la gran variedad de dominios de conocimiento involucrados en estos sistemas, se realiza el análisis de dominios específicos, tales como los de sistemas de Calidad de Aguas y Clima, dado que la necesidad de la representación espacio-temporal, característica fundamental de los SIA, está presente en ellos y que existe gran variedad de interacciones entre ambos. Se analiza el software y la documentación existente, definiendo características, funcionalidades y entidades centrales de estos dominios, que puedan generalizarse a otros dominios SIA. Para construcción de un “Modelo del Negocio” se utilizan los siguientes Diagramas UML:

- Diagrama de Casos de Uso del Negocio
- Diagrama de actividades UML para la definición de los Procesos más característicos
- Diagramas de clases de nivel conceptual para la definición del Modelo de Conceptos del Negocio.

**c) Análisis arquitectural**

Durante esta etapa se realiza el estudio y comparación de diferentes estilos y patrones arquitecturales [7], analizando ventajas y desventajas de su utilización para el desarrollo de este tipo de sistemas, así como de arquitecturas existentes y estándares más utilizados en la actualidad, en particular los vinculados al desarrollo de GIS (Sistemas de Información Geográfica) [13] y a SIA [19]. Se define la conveniencia de utilización de un determinado estilo arquitectural para SIA y en particular las arquitecturas conceptuales [14] para los dominios específicos de aplicación Calidad de Aguas y Clima.

**d) Análisis de Requerimientos de los Dominios de aplicación.**

Durante esta etapa se definen los casos de uso centrales de sistemas en los dominios específicos de estudio, especificando aquellos que se consideren generales por proveer funcionalidades comunes a otros dominios de conocimiento de estos sistemas. Dado que los casos de uso se consideran conductores de todo el proceso de desarrollo, los mismos resultan fundamentales en la identificación y especificación de componentes que sean verdaderamente reusables. Se utiliza UML para la construcción del Modelo de Casos de Uso:

- Diagramas de casos de Uso del Sistema
- Especificación de Casos de Uso

**e) Identificación de componentes**

Esta etapa comprende la identificación de interfaces del sistema, de interfaces del Negocio, la identificación de componentes y la descripción inicial de las especificaciones de componentes, así como la especificación de la arquitectura inicial de componentes.

Durante esta etapa se desarrolla el Modelo de Tipos del Negocio utilizando el Diagrama de Clases UML, que se usará para los modelos de información de interfaces.

**f) Análisis de Interacciones entre los principales componentes arquitecturales.**

Durante esta etapa se determina cómo los componentes trabajan juntos para proveer la funcionalidad deseada, según se definiera en el análisis de requerimientos. Se utilizan Diagramas de Colaboraciones UML para mostrar interacciones entre Interfaces y se analiza el refinamiento de las mismas a partir de las interacciones definidas.

**g) Especificación de los principales componentes**

Se trabajará en la especificación de interfaces y de componentes, definiendo Contratos de uso y Contratos de realización. Se realizan en esta etapa, los Modelos de Información de Interfaces; las operaciones de interfaces serán especificadas utilizando la técnica pre y post condición, utilizando lenguaje declarativo OCL.

**h) Definición de arquitectura de componentes.**

Una vez especificados los componentes, se procederá a analizar la organización estructural de los mismos, definiendo un modelo de arquitectura de nivel conceptual para el dominio.

**i) Estudio de diferentes entornos de componentes.**

Se realizará el estudio y comparación de distintos aspectos correspondientes a entornos de componentes y plataformas de integración, a los fines de analizar y recomendar los apropiados para SIA.

**j) Estudio de factibilidad de utilización del modelo en otros dominios de conocimiento de los SIA**

Se trabajará específicamente analizando la utilidad de los componentes y arquitectura definidos, con el dominio correspondiente a Calidad del Aire como caso de estudio, considerando sus interacciones con Clima (ya analizado).

## 2 Estado del Proyecto

Actualmente el Proyecto se lleva adelante como línea de investigación, surgida en la Sede Ushuaia de la Facultad de Ingeniería de la UNPSJB en el año 2001. Se cuenta con las conclusiones y resultados obtenidos del Proyecto SCyT- UNPSJB “Modelo de Diseño para aplicaciones del Dominio de la Hidrología en el contexto de los Sistemas de Información Ambiental” recientemente finalizado, desarrollado por el mismo grupo de investigación entre los años 2001/2004.

Si bien el estado del Proyecto es aún incipiente, existen avances logrados como consecuencia del conocimiento del dominio de estudio obtenido hasta el presente. Dichos avances se muestran a continuación:

### 2.1 Modelo del Dominio

Se cuenta con el Modelo del Dominio Físico desarrollado para estos sistemas [19] sobre la base del Modelo Generic Framework [4]. El mismo se está especializando para los casos: Calidad de agua y Clima a partir del análisis realizado en forma conjunta con los expertos del dominio. Se han identificado los principales objetos y procesos físicos involucrados en dichas aplicaciones, clasificando las entidades según el criterio general adoptado en el modelo del dominio (objetos

del mundo real y variables físicas). El modelo obtenido muestra las relaciones entre los objetos de un Sistema real, considerando su pertenencia a distintos ambientes (Atmósfera, Agua Superficial, Agua Subterránea, Ecología Terrestre, Acción Humana).

## 2.2 Arquitectura Conceptual

Dado que se utiliza un proceso de desarrollo centrado en la arquitectura [6], se están definiendo las arquitecturas conceptuales [1] [2] específicas para las aplicaciones de Calidad de Aguas y Clima. Se utiliza como base la arquitectura conceptual general para SIA [19] [20], que facilita el desarrollo e integración de distintos componentes [15] ambientales.

El modelo general resulta apropiado para el desarrollo de SIA con facilidad de simulación integrada, mediante la aplicación del patrón arquitectural Layers [7] el cual define cómo organizar el diseño del modelo en capas [6]. La capa de aplicación general se llama “Capa de Información Ambiental”. En ella, mediante la aplicación del Patrón Arquitectural “Sistema de sistemas interconectados” [9], los Subsistemas de Calidad de Aguas y Clima se interconectan a través de interfaces con otros subsistemas ambientales como el de Suelos, Ecología terrestre, etc. La Capa de aplicación específica se llama “Capa de Simulación” e incluye subsistemas referidos a diferentes modelos de simulación: Calidad de Aguas, Modelos de precipitación, etc. Estos Subsistemas utilizan los servicios de los Subsistemas de la Capa de Información Ambiental.

La capa inferior (Middleware layer) contiene subsistemas relativos al Framework conceptual para aplicaciones geográficas GeoFrame [13]. Los subsistemas en las capas de aplicación pueden reusar las clases y relaciones del framework para la representación geográfica del componente espacial de los objetos ambientales.

## 2.3 Análisis de Requerimientos

Se están definiendo los principales packages de la etapa de análisis (se utilizan subsistemas de UML considerándolos componentes de alto nivel [21] [18]) y sus dependencias [6], así como las principales clases del análisis (partiendo de los objetos del dominio) y sus relaciones.

Se ha realizado el planteo de los Casos de Uso centrales en las aplicaciones esenciales correspondientes a los subsistemas definidos, los cuales serán utilizados como conductores del Proceso de Identificación y especificación de componentes.

# 3 Resultados del Proyecto

Si bien, como ya se ha mencionado, el Estado del proyecto es incipiente, pueden mencionarse algunos logros derivados de su puesta en marcha:

- ✓ La consolidación de un grupo de investigación multidisciplinario en el área de Sistemas de Información Ambiental en la Sede Ushuaia de la UNPSJB.
- ✓ El desarrollo de una tesis de Licenciatura en el tema Procesos de Desarrollo de Software basado en Componentes por parte de un alumno integrante del grupo de investigación.
- ✓ La firma de un Acta Acuerdo de Cooperación con la Subsecretaría de Recursos Naturales de la Provincia de Tierra del Fuego relativa a la transferencia de resultados.
- ✓ El envío del artículo titulado “Component-based conceptual modeling for environmental monitoring systems” [18] a JIISIC 04 (Actualmente en evaluación).

### 3.1 Acciones de Transferencia

Las acciones de transferencia serán realizadas en la Subsecretaría de Recursos Naturales del Gobierno de la Provincia de Tierra del Fuego: Los resultados del proyecto son de interés para la misma, dado que cuenta con gran cantidad de información ambiental disponible, la cual se ha comenzado a organizar a través de programas como el SIAN (Sistema de Información Ambiental Nacional), el SIA (Sistema de Información Agropecuario) y la próxima puesta en marcha del SIIH (Sistema Integrado de Información Hídrica). En este ámbito se ha realizado el acuerdo de:

- Validar en forma conjunta con los técnicos de la Subsecretaría el modelo de arquitectura obtenido y las funcionalidades provistas por los componentes centrales.
- Implementar en lenguaje Java las funcionalidades centrales de dichos componentes que sean requeridas

## 4 References

1. Bass L., Clements P., Kazman R.: Software Architecture in Practice, Addison-Wesley, 1998.
2. Bass L., Kazman R.: Architecture-Based Development. Technical Report CMU-SEI-99-TR-007, 1999.
3. Bashid Amjad: Component Technology and Modeling Support in UML for Developers. Journal of Conceptual Modeling. Issue 29, October 2003.
4. Blind M., Adrichem B.: Generic Framework Water: An open modelling system for efficient model linking in integrated Water management - current status Paper presented at the 4th International Eurosim 2001 congress "Shaping Future with Simulation", 2001.
5. Booch G., Jacobson I., Rumbaugh J.: The Unified Modeling Language. Addison-Wesley Publications, 1998.
6. Booch G., Jacobson I., Rumbaugh J.: The Unified Process Software Development. Addison-Wesley Publications, 1999.
7. Buschmann, F.; Meunier, R.; Rohnert, H.; Sommerlad, P. and Stal, M.: Pattern-Oriented Software Architecture: A system of patterns. New York: John Wiley & Sons, 1996.
8. Cheesman J., Daniels J.: UML Components. Addison Wesley, 2001.
9. Ericsson M.: Developing Large-scale Systems with the Rational Unified Process. Rational Software White paper, Rational Software Corporation, 2000.
10. Fedra J.: Integrated Environmental Information Systems: from data to information. In: N.B. Harmancioglu, M.N. Alpaslan, S.D.Ozkul, and V.P. Singh [eds.]: Integrated Approach to Environmental Data Management Systems, 367-378, 1997.
11. Green D., Klomp N.: Environmental informatics - a new paradigm for coping with complexity in nature. Complexity International Vol 6, 1998.
12. Günther, O.: Environmental Information Systems. Springer-Verlag, Berlín, Germany, 1998.
13. Lisboa J., Iochpe C.: Specifying Analysis Patterns for Geographic Databases on the basis of a conceptual framework., ACM-GIS '99, Proceedings of the 7th International Symposium on Advances in Geographic Information Systems, USA, 1999.
14. Malan R., Bredemeyer D.: Software Architecture: Central Concerns, Key Decisions. Architecture Resources Pubs., Bredemeyer Consulting, 2002.
15. O'Callaghan A., Wills A. Book Chapter: Architecture, Patterns and Components. Object-Oriented Methods Principles, Products and Practices by Ian Graham pp. 325 - 377, Addison Wesley 3<sup>rd</sup>. ed., 2001.
16. Ovchinnikov V.: A conceptual Modeling Technique without Redundant Structural Elements. Journal of Conceptual Modeling. Issue 29, October 2003.
17. Szyperski C.: Component Software. Beyond Object-Oriented Programming. Addison-Wesley, 1998.

18. Urciuolo Adriana, Iturraspe Rodolfo.: Conceptual modeling for environmental monitoring systems. Trabajo aceptado como short paper en JIISIC 04, España 2004.
19. Urciuolo Adriana, Iturraspe Rodolfo.: Conceptual Patterns for Water Resources Information Systems. Publicado en Journal of Computer Science and Technology Vol. 3 - No. 1 - April 2003 - ISSN: 1666-6038, Pages 20-26, 2003.
20. Urciuolo Adriana, Iturraspe Rodolfo, Parson Ariel, Esteban Natalia.: Arquitectura de Software para Sistemas de Información Ambiental. Modalidad: poster. V Workshop de Investigadores en Ciencias de la Computación. 22 y 23 de mayo de 2003, Tandil, Argentina. Proceedings, pp 339-343, 2003.
21. Urciuolo A., Iturraspe R., Parson A.: Conceptual Microarchitectures for Hydrologic Simulation Models. Trabajo presentado en 3ª JIISIC (Jornadas de Ingeniería de Software y del Conocimiento), Valdivia, Chile, Noviembre de 2003. Publicado en Proceedings JIISIC 03 "Ingeniería de Software e Ingeniería de conocimiento". Pp 167- 174