

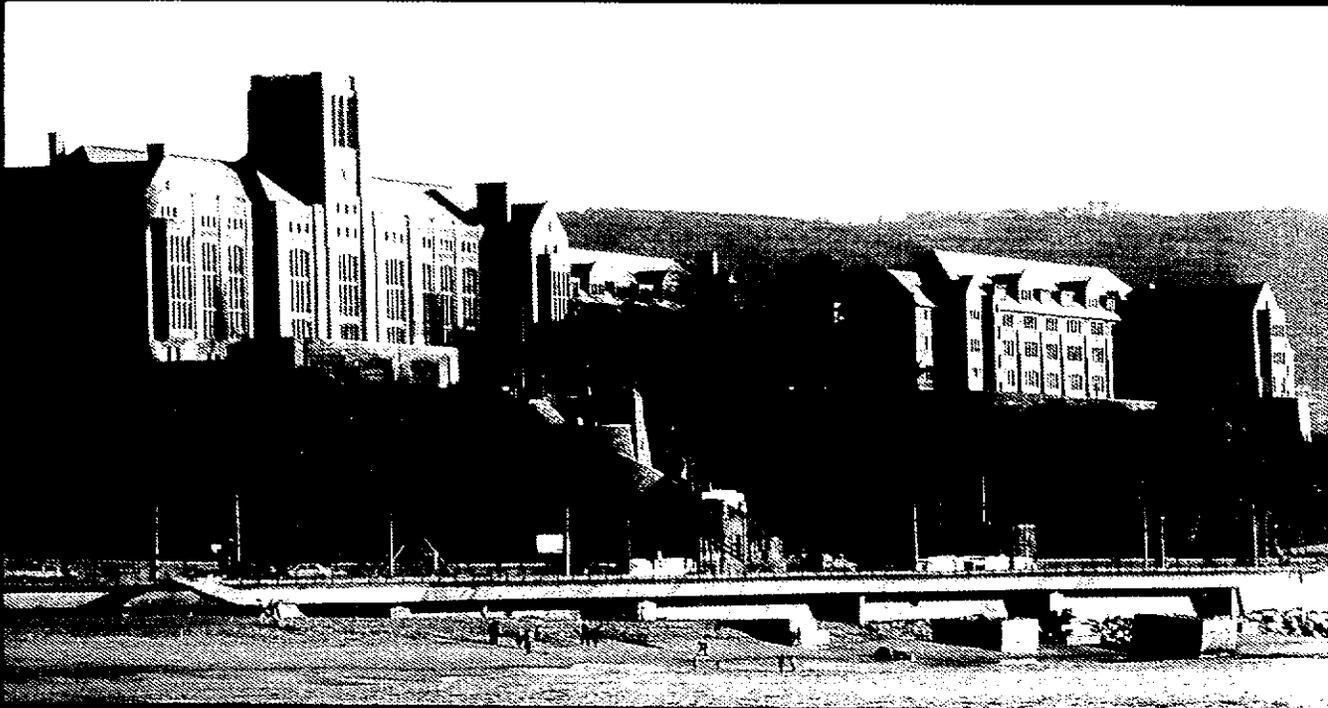


Departamento de Informática  
Universidad Técnica Federico Santa María



## IDEAS '05

8º Workshop Iberoamericano de ingeniería  
de Requisitos y Ambientes de Software



2 - 6 de Mayo de 2005

Valparaíso - Chile

## Patrocinan:



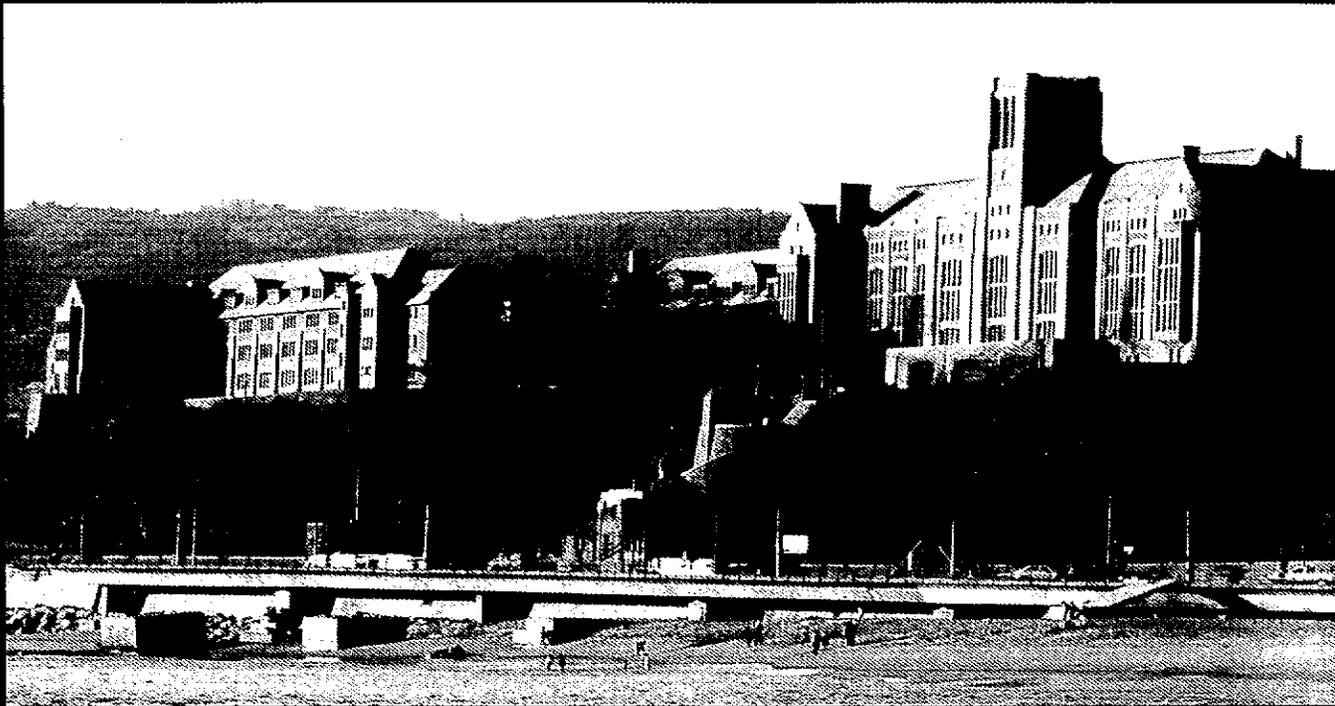
Sociedad Chilena de Ciencia de la  
Computación (SCCC)



Corporación de Fomento Fabril

CYTED

*Software y Servicios Chile*



## Auspician:

CLEI  
Centro Latinoamericano  
de Informática



**TUXPAN**



Fonos: 56 (32) 654 242  
e-mail: [ideas05@inf.utfsm.cl](mailto:ideas05@inf.utfsm.cl)

Fax: 56 (32) 797513  
[www.inf.utfsm.cl/ideas05](http://www.inf.utfsm.cl/ideas05)

**Actas**

**IDEAS'05**

**8° Workshop Iberoamericano de  
Ingeniería de Requisitos y Ambientes de  
Software**

2 al 6 de mayo de 2005

Valparaíso, Chile

*Editor*

Hernán Astudillo

*Editor Asociado*

Carla Taramasco Toro

Copyright © 2005 by IDEAS'05

All rights reserved

IDEAS'05, Valparaíso - Chile

Actas del

**8° Workshop Iberoamericano de Ingeniería de Requisitos y Ambientes de Software**

**IDEAS'05**

Prohibida la reproducción total o parcial de esta obra, por cualquier medio, sin la autorización de sus editores

## Prólogo

Tenemos el agrado de poner en sus manos los artículos aceptados y presentados en el VIII Workshop Iberoamericano de Ingeniería y Ambientes de Software (IDEAS'05), celebrado en Valparaíso, Chile, del 2 al 6 de mayo de 2005, y organizado por el Departamento de Informática de la Universidad Técnica Federico Santa María.

Recibimos 64 contribuciones, de las que el Comité de Programa seleccionó 27, cuyos autores proceden de 11 países. Es digno de destacar que una porción significativa de artículos corresponde a colaboraciones internacionales, en su mayoría iberoamericanas. El Comité de Programa consistió de 31 investigadores y profesionales de 12 países. El criterio primario de selección fue la calidad pero también se consideró relevancia, claridad, y el beneficio potencial a la comunidad.

Los artículos seleccionados cubren las áreas de ingeniería de requerimientos, metodologías y procesos de desarrollo de software, fundamentos de ingeniería de software, almacenes de datos, componentes de software, aspectos, seguridad, e ingeniería Web, entre otros.

El aspecto profesional de IDEAS'05 es servido por la presencia de cuatro cursos tutoriales, dictados por investigadores activos de las áreas correspondientes. Además, tres destacados miembros de la comunidad informática iberoamericana presentan clases magistrales.

Este año, IDEAS'05 aloja también una actividad concurrente, el ESE Day (Experimental Software Engineering Day), en que miembros clave de la comunidad de ingeniería de software experimental iberoamericana han organizado un curso tutorial y una sesión de colaboración.

Deseamos agradecer al comité organizador, el comité de programa, los revisores adicionales y las instituciones que nos apoyan, patrocinan y auspician. Esperamos que vuestra participación en IDEAS'05 y estadía en Valparaíso sea provechosa y placentera.

**Hernán Astudillo**

*Presidente Comité de Programa*

**José Carlos Maldonado**

*Co-Presidente Comité de Programa*

**Raúl Monge y Marcello Visconti**

*Co-Presidentes Comité Organizador*

Valparaíso, Chile

Mayo, 2005

# Organización

## Comité Organizador

Raúl Monge, U. Técnica Federico Santa María, Chile  
Marcello Visconti, U. Técnica Federico Santa María, Chile

## Comité de Conducción

Luis Olsina, U. Nacional de La Pampa, Argentina  
Mario Piattini, U. de Castilla - La Mancha, España  
Ernesto Pimentel, U. de Málaga, España  
Miguel Katrib, U. de La Habana, Cuba  
Oscar Pastor, U. Politécnica de Valencia, España  
Alexandre Vasconcelos, U. Federal de Pernambuco, Brasil  
Luca Cernuzzi, U. Católica de Asunción, Paraguay  
Ernesto Cuadros-Vargas, UCSP, Perú

## Conferencistas Invitados

Ernesto Pimentel, U. de Málaga, España  
Guilherme H. Travassos, U. Federal de Rio de Janeiro, Brasil  
Pablo Straub, Gente de Comunicación Ltda., Chile

## Comité de Programa

Hernán Astudillo (Presidente), U. Técnica Federico Santa María, Chile  
José Carlos Maldonado (Co-Presidente), U. de São Paulo, Brasil  
Alexandre Vasconcelos, U. Federal de Pernambuco, Brasil  
Antonio Brogi, U. de Pisa, Italia  
Antonio Vallecillo, U. de Málaga, España  
Carlos Heuser, UFRGS, Brasil  
Claudia Pons, U. Nacional de la Plata, Argentina  
Ernesto Cuadros-Vargas, UCSP, Perú  
Ernesto Pimentel, U. de Málaga, España  
Franciso Pinheiro, U. Brasilia, Brasil  
Gastón Mousqués, U. ORT, Uruguay  
Gonzalo Génova, U. Carlos III de Madrid, España  
Guilherme H. Travassos, UFRJ, Brasil  
Gustavo Rossi, U. Nacional de la Plata, Argentina  
Javier Pereira, U. de Talca, Chile  
Jaelson Castro, U. Federal de Pernambuco, Brasil  
Joao Falcão e Cunha, U. do Porto, Portugal  
Juan Llorens, U. Carlos III de Madrid, España  
Luca Cernuzzi, U. Católica de Asunción, Paraguay  
Luis Olsina, U. Nacional de La Pampa, Argentina  
Marcos Pereira Barreto, Escola Politécnica, U. de São Paulo, Brasil  
Mario Piattini, U. de Castilla - La Mancha, España  
Miguel Katrib, U. de la Habana, Cuba  
Miguel Toro, U. de Sevilla, España  
Nora Koch, Ludwig-Maximilians-Universität München, Alemania  
Óscar Pastor, U. Politécnica de Valencia, España  
Pablo Straub, Gente de Comunicación Ltda. (Chile)  
Ricardo de A. Falbo, UFES, Brasil  
Rubén Prieto-Díaz, James Madison U., EEUU  
Santiago Macías, TUXPAN, Chile  
Sergio Mujica, U. Diego Portales, Chile  
Sergio Ochoa, U. de Chile, Chile  
Yadrán Eterovic, U. Católica de Chile, Chile

IDEAS '05, Valparaíso - Chile

# Índice General

<b>Prólogo .....</b>	<b>3</b>
<b>Organización .....</b>	<b>4</b>
<b>Comité de Programa .....</b>	<b>5</b>
<b>Índice General .....</b>	<b>7</b>

## **Cursos Tutoriales**

**Lunes, 2 de mayo 2005**

TUTORIAL 1 [9:30]

<b>Un Marco de Medición y Evaluación de Calidad .....</b>	<b>13</b>
---	-----------

*Luis Olsina, Universidad Nacional de La Pampa (Argentina)*

TUTORIAL 2 [15:00]

<b>A Trip to the World of requirements Engineering .....</b>	<b>13</b>
--	-----------

*Jaelson Castro, Universidade Federal de Pernambuco (Brasil)*

**Martes, 3 de mayo 2005**

TUTORIAL 3 [9:30]

<b>C# y la programación en .Net .....</b>	<b>13</b>
---	-----------

*Miguel Katrib, Universidad de la Habana (Cuba)*

TUTORIAL 3 [15:00]

<b>Desarrollo de Aplicaciones Web en Ambientes MDA .....</b>	<b>14</b>
--	-----------

*Oscar Pastor, Universidad Politécnica de Valencia (España)*

## **Conferencias Magistrales**

**Miércoles, 4 de mayo 2005 (12-45)**

<b>Adaptación Automática de Componentes de Software .....</b>	<b>15</b>
---	-----------

*Ernesto Pimentel, Universidad de Málaga (España)*

**Jueves, 5 de mayo 2005 (12-45)**

<b>Software Engineering Environments .....</b>	<b>15</b>
--	-----------

*Guilherme Travassos, Universidade Federal de Rio de Janeiro (Brasil)*

**Viernes, 6 de mayo 2005 (12-45)**

<b>¿Cómo Comprar Software de Calidad? .....</b>	<b>16</b>
---	-----------

*Pablo Straub, Gente de Comunicación Ltda. (Chile)*

## ESE Day (Experimental Software Engineering)

**Martes, 3 de mayo 2005**

TUTORIAL [9:00]

**Introduction to Experimental Software Engineering .....17**

*Guilherme Travassos, Universidade Federal de Rio de Janeiro (Brasil)*

SESIÓN DE TRABAJO [15:00]

**Experimental Software Engineering .....17**

*José Carlos Maldonado, U. de São Paulo (Brasil)*

*Guilherme Travassos, Universidade Federal de Rio de Janeiro (Brasil)*

## Programa Técnico

**Miércoles, 4 de mayo 2005**

**Sesión 1: Ingeniería de Requisitos I [9:00]**

GENERACIÓN DE PATRONES DE REQUISITOS EN UNA HERRAMIENTA CASE: APLICACIÓN AL COMMON CRITERIA .....21

*Omar Hurtado, Universidad Carlos III de Madrid (España)*

*Juan Llorens, Universidad Carlos III de Madrid (España)*

*Gonzalo Génova, Universidad Carlos III de Madrid (España)*

*José Fuentes, Universidad Carlos III de Madrid (España)*

MEJORANDO LA RASTREABILIDAD DE REQUISITOS DE SOFTWARE .....33

*Marco Toranzo, Universidad Arturo Prat (Chile)*

PATRONES DE TRANSFORMACIÓN DE SENTENCIAS .....45

*Isabel Díaz, Universidad Politécnica de Valencia (España), Universidad Central de Venezuela (Venezuela)*

*Oscar Pastor, Universidad Politécnica de Valencia (España)*

*Alfredo Matteo, Universidad Central de Venezuela (Venezuela)*

*Lidia Moreno, Universidad Politécnica de Valencia (España)*

**Sesión 2: Ingeniería de Requisitos II [11:00]**

SUPPORTING ONTOLOGY AXIOMATIZATION AND EVALUATION IN ODED .....59

*Vitor Estêvão Silva Souza, Federal University of Espírito Santo (Brazil)*

*Ricardo de Almeida Falbo, Federal University of Espírito Santo (Brazil)*

ENHANCING A REQUIREMENTS SPECIFICATION METHOD WITH A VOCABULARY ACQUISITION TOOL ..71

*Israel Antezana, Independent Consultan (Spain)*

*Emilio Insfran, Universidad Politécnica de Valencia (Spain)*

*Roel Wieringa, University of Twente (Netherlands)*

USING NFR TO IMPROVE SEPARATION OF CONCERNS IN REQUIREMENTS .....83

*Geórgia Sousa, Universidade Federal de Pernambuco (Brazil)*

*Jaelson F. B. Castro, Universidade Federal de Pernambuco (Brazil)*

### Sesión 3: Procesos en Desarrollo de Software [15:30]

- ANÁLISIS COMPARATIVO DE METODOLOGÍAS ORIENTADAS A AGENTES BASADO EN EVALUACIÓN DE PERFILES .....95  
*Luca Cernuzzi, Universidad Católica Nuestra Señora de la Asunción (Paraguay). Università di Modena e Reggio Emilia (Italy)*  
*Oscar Serafini, Universidad Católica Nuestra Señora de la Asunción (Paraguay)*  
*Roberto Sánchez, Universidad Católica Nuestra Señora de la Asunción (Paraguay)*  
*Michelle Chelli, Universidad Católica Nuestra Señora de la Asunción (Paraguay)*  
*Franco Zambonelli, Università di Modena e Reggio Emilia (Italy)*
- HACIA LA VALIDACIÓN DEL DISEÑO DE UN PROCEDIMIENTO DE MEDICIÓN DE TAMAÑO FUNCIONAL .....107  
*Nelly Condori-Fernández, Universidad Politécnica de Valencia (España)*  
*Silvia Abrahão, Universidad Politécnica de Valencia (España)*  
*Oscar Pastor, Universidad Politécnica de Valencia (España)*
- GERENCIAMIENTO DE RISCO DE SOFTWARE: UM MODELO DE PROCESSO E UMA FERRAMENTA .....119  
*Tereza G. Kirner, Universidade Metodista de Piracicaba (Brasil)*  
*Lourdes E. Gonçalves, Universidade Metodista de Piracicaba (Brasil)*

**Jueves, 5 de mayo 2005**

### Sesión 4: Fundamentos de Ingeniería de Software [09:00]

- MARCO CONCEPTUAL PARA EL SOPORTE DE PROYECTOS DE MEDICIÓN Y EVALUACIÓN EN ASEGURAMIENTO DE CALIDAD .....133  
*Hernán Molina, Universidad Nacional de la Pampa (Argentina)*  
*Fernanda Papa, Universidad Nacional de la Pampa (Argentina)*  
*Luis Olsina, Universidad Nacional de la Pampa (Argentina)*
- UNA EXTENSIÓN DE UML PARA MODELAR REFINAMIENTOS .....145  
*Roxana S. Giandini, Universidad Nacional de La Plata (Argentina)*  
*Claudia F. Pons, Universidad Nacional de La Plata (Argentina)*
- A FRAMEWORK FOR EXPERIMENTAL STUDIES PLANNING IN OBJECT-ORIENTED SOFTWARE DECAY .157  
*Marco Antônio Pereira Araújo, Federal University of Rio de Janeiro (Brazil)*  
*Guilherme Horta Travassos, Federal University of Rio de Janeiro (Brazil)*

### Sesión 5: Almacenes de Datos [11:30]

- METODOLOGÍA DE DISEÑO DE ESQUEMAS MULTIDIMENSIONALES BASADA EN LA TRANSFORMACIÓN DE MODELOS Y REQUISITOS DE USUARIO .....169  
*Leopoldo Zepeda, Instituto Tecnológico de Culiacán (México)*  
*Matilde Celma, Universidad Politécnica de Valencia (España)*

EL MODELO MULTIDIMENSIONAL DE DATOS REVISADO .....	181
<i>David Domínguez, Universidad Politécnica de Valencia (España)</i>	
<i>Matilde Celma, Universidad Politécnica de Valencia (España)</i>	
MANTENIMIENTO DE ALMACENES DE DATOS EN LÍNEA Y TIEMPO REAL .....	191
<i>Clemente García, Instituto Tecnológico de Culiacán (México)</i>	
<i>Matilde Celma, Universidad Politécnica de Valencia (España)</i>	
<b>Sesión 6: Componentes de Software y Aspectos [15:30]</b>	
ADAPTACIÓN Y REUTILIZACIÓN DE COMPONENTES DISTRIBUIDOS .....	203
<i>M.Katrib, Universidad de la Habana (Cuba)</i>	
<i>J.L.Pastrana, Universidad de Málaga (España)</i>	
<i>E.Pimentel, Universidad de Málaga (España)</i>	
CÓMO HACER PROGRAMACIÓN ORIENTADA A ASPECTOS EN .NET: UNA PROPUESTA BASADA EN ATRIBUTOS .....	215
<i>Miguel Katrib Mora, Universidad de la Habana (Cuba)</i>	
<i>Yamil Hernández Saá, Universidad de Ciencias Informáticas (Cuba)</i>	
DESARROLLO DE SISTEMAS BASADOS EN COMPONENTES UTILIZANDO DIAGRAMAS DE SECUENCIA ..	229
<i>Miguel A. Pérez Toledano, Universidad de Extremadura (España)</i>	
<i>Amparo Navasa Martínez, Universidad de Extremadura (España)</i>	
<i>Carlos Canal, Universidad de Málaga (España)</i>	
<i>Juan M. Murillo Rodríguez, Universidad de Extremadura (España)</i>	
<b>Viernes, 6 de mayo 2005</b>	
<b>Sesión 7: Seguridad en Ingeniería de Software [09:00]</b>	
UN MODELO DE SEGURIDAD PARA ALMACENES DE DATOS E IMPLEMENTACIÓN SEMIAUTOMÁTICA CON OLS10G .....	243
<i>Rodolfo Villarroel, Universidad Católica del Maule (Chile)</i>	
<i>Eduardo Fernández-Medina, Universidad de Castilla (España)</i>	
<i>Juan Trujillo, Universidad de Alicante (España)</i>	
<i>Mario Piattini, Universidad de Castilla (España)</i>	
REPRESENTACIÓN DE REQUISITOS DE SEGURIDAD EN EL MODELADO DE PROCESOS DE NEGOCIOS .....	255
<i>Alfonso Rodríguez, Universidad del Bio Bio (Chile)</i>	
<i>Eduardo Fernández-Medina, Universidad de Castilla (España)</i>	
<i>Mario Piattini, Universidad de Castilla (España)</i>	
INTEGRATING THE COMMON CRITERIA INTO THE SOFTWARE ENGINEERING LIFECYCLE.....	267
<i>Stephen H. Kam, James Madison University (U.S.A.)</i>	
<b>Sesión 8: Web Engineering [11:30]</b>	
MODELADO DE ASPECTOS NAVEGACIONALES EN APLICACIONES WEB.....	277
<i>Magali González, Universidad Católica Nuestra Señora de la Asunción (Paraguay)</i>	
<i>Luca Cernuzzi, Universidad Católica Nuestra Señora de la Asunción (Paraguay)</i>	
<i>Oscar Pastor, Universidad Politécnica de Valencia (España)</i>	

GENERACIÓN AUTOMÁTICA DE FORMULARIOS CRUD PARA APLICACIONES WEB EN LA TECNOLOGÍA ASP.NET .....289  
*Thaizel Fuentes, Universidad de la Habana (Cuba)*  
*Ajadex López, Universidad de la Habana (Cuba)*

UNA SOLUCIÓN A LA INTEGRACIÓN DE LOS MÉTODOS DE INGENIERÍA WEB Y LAS APLICACIONES B2B. UN CASO DE ESTUDIO .....301  
*Ricardo Quintero, Universidad Politécnica de Valencia (España)*  
*Vicente Pelechano, Universidad Politécnica de Valencia (España)*  
*Victoria Torres, Universidad Politécnica de Valencia (España)*  
*Marta Ruiz, Universidad Politécnica de Valencia (España)*

**Sesión 9: Metodologías [15:30]**

ESPECIFICACIONES DE BASES DE DATOS APLICANDO EER DIFUSO .....315  
*Angélica Urrutía, Universidad Católica del Maule (Chile)*  
*Marcela Varas, Universidad de Concepción (Chile)*

APPLYING MODEL-DRIVEN DEVELOPMENT TO COLLABORATIVE BUSINESS PROCESSES .....325  
*Pablo David Villarreal, U. Tecnológica Nacional - Facultad Regional Santa Fe (Argentina)*  
*Enrique Salomone, U. Tecnológica Nacional - Facultad Regional Santa Fe (Argentina)*  
*Omar Chiotti Universidad Tecnológica Nacional-Facultad Regional Santa Fe (Argentina)*

INTRODUCCIÓN SISTEMÁTICA DE TECNOLOGÍAS INTERNET EN PYMES .....337  
*Marlens Cortés, Universidad Técnica Federico Santa María (Chile)*  
*Hernán Astudillo, Universidad Técnica Federico Santa María (Chile)*

**Índice de Autores ..... 347**

**Relación por País ..... 351**

**Relación de Títulos ..... 355**



# Cursos Tutoriales

## Un Marco de Medición y Evaluación de Calidad

Lunes 2 de Mayo del 2005, 9:30-13:00 horas



DR. LUIS OLSINA  
*Universidad Nacional de La Pampa, Argentina*

En este tutorial se presentan las medidas obtenidas y un framework para aseguramiento de calidad denominado INCAMI (*Information Need, Concept model, Attribute, Metric and Indicator*), que está basado en una ontología de métricas e indicadores. El objetivo es concentrarse en la utilidad de este framework y la estrategia seguida, explicando porqué INCAMI puede ser más robusto que otros frameworks bien establecidos como el paradigma GQM (Goal-Question-Metric). Como caso se presenta un ejemplo de e-commerce.

## A trip to the world of requirements engineering: How can you find your way?

Lunes 2 de Mayo del 2005, 16:00-18:30 horas



DR. JAELESON CASTRO  
*Universidade Federal de Pernambuco, Brasil*

Antes de desarrollar un sistema se debe entender qué debe hacer y cómo su uso puede soportar las metas del negocio o los individuos. Esto requiere entender el dominio de aplicación, las restricciones operacionales del sistema, las funcionalidades requeridas y características como desempeño, seguridad y usabilidad. La Ingeniería de Requisitos es la disciplina que ayuda a desarrollar este entendimiento y a documentar las especificaciones del sistema para los diferentes actores. Este tutorial presenta una visión general de la Ingeniería de Requisitos, describiendo las prácticas principales y presentando los nuevos desafíos.

## C# y la programación en .NET

Martes 3 de Mayo del 2005, 9:30-13:00 horas



DR. MIGUEL KATRIB  
*Universidad de La Habana, Cuba*

El tutorial presenta la filosofía general de la tecnología .NET y su modelo de componentes. En este contexto se revisarán conceptos tales como ensamblados, metadatos, código IL, seguridad, sistema de tipos, herencia e interfaces, enumeradores, delegados y eventos. Además se hablará de temas como la reflexión y emisión de código, atributos y AOP, así como algunas de las novedades que nos traerán Visual Studio 2005 y C# 2.0.

## Desarrollo de Aplicaciones Web en ambientes MDA



**Martes 3 de Mayo del 2005, 15:00-18:30 horas**

DR. OSCAR PASTOR

*Universidad Politécnica de Valencia, España*

El correcto proceso de desarrollo de Aplicaciones Web debe estar soportado por modelos conceptuales que tengan la expresividad necesaria para poder especificar las características particulares de una Aplicación Web. En este tutorial, usando como referencia una arquitectura dirigida por modelos (MDA, Model-Driven Architecture), el método OO-Method y su extensión para Aplicaciones Web llamada OOWS, se introducirá las primitivas de modelado necesarias para modelar ambientes Web, se especificará cómo convertir esas primitivas en componentes de software, y se mostrará cómo todo ello permite hacer operativa una arquitectura compatible con MDA para el Desarrollo de Aplicaciones Web.

# Conferencias Magistrales

## Adaptación Automática de Componentes Software



**Miércoles, 4 de Mayo del 2005, 12:45-13:45 horas**

DR. ERNESTO PIMENTEL  
*Universidad de Málaga, España*

Las actuales plataformas orientadas a componentes sólo explotan la interoperabilidad del software al nivel de signatura de los servicios; sin embargo no existen garantías de que dos componentes puedan interactuar convenientemente, a pesar de que sus interfaces muestren una clara compatibilidad, ya que pueden darse desajustes debidos a diferencias en la interacción de las componentes involucradas. Las limitaciones de los lenguajes de descripción de interfaces ha motivado la coordinación de esfuerzos para extender la descripción de una componente con información adicional. El objeto de la conferencia es ilustrar el problema de la adaptación de componentes y proponer una solución basada en técnicas de descripción de sistemas concurrentes.

## Software Engineering Environments



**Jueves, 5 de Mayo del 2005, 12:45-13:45 horas**

DR. GUILHERME TRAVASSOS  
*Universidade Federal de Rio de Janeiro, Brasil*

Software engineering environments (SEEs) started to be built in the 80's, aiming at supporting the software development processes by integrating CASE tools and making them available to software engineers. However, software processes, software complexity, development paradigms, innovative problem domains and so on have evolved along these years, making the building of software engineering environments harder, but still possible. At this talk, we discuss the issues regarding software engineering environments construction, highlighting the need of SE knowledge to support such environments.

Our discussion is based on the experience acquired in the building of the TABA Workstation, a meta environment that allows software engineers to configure and instantiate SEE for software projects. TABA represents a long term research project at COPPE/UFRJ. Its results are been used by the Brazilian Software Industry to support their software projects. For this, TABA has been successfully used to support CMMI-2 certification by one of the companies.

## ¿Cómo Comprar Software de Calidad?



**Viernes, 0 de Mayo del 2006, 12:45-13:45 horas**

**DR. PABLO STRAUB**

*Gente de Comunicación Ltda., Chile*

Testimonio de un gerente que compró software a medida: "El sistema informático se entregó tarde y costó mucho echarlo andar con una marcha blanca que parecía que no iba a terminar. Ahora funciona, pero no responde a lo que realmente esperábamos." Testimonio del gerente del proyecto: "Nos costó un mundo que se pusieran de acuerdo qué querían. Hicieron cambios hasta en la marcha blanca. El sistema anda, pero perdimos plata y el cliente no quedó conforme."

¿Se puede evitar esta situación? Es común hablar de la calidad desde el punto de vista del proveedor. En esta presentación hablaremos de la calidad desde el punto de vista del comprador.

# ESE DAY

## (Experimental Software Engineering)

### Introduction to Experimental Software Engineering



**Martes 3 de Mayo del 2005, 8:00 - 13:00 horas (Tutorial)**

DR. GUILHERME TRAVASSOS  
*Universidade Federal de Rio de Janeiro, Brasil*

The need for experimentation on Software Engineering. Experimentation process. Experimental Studies taxonomy: in-vivo, in-vitro, in-virtuo and in-silico studies. Basic concepts regarding primary studies: surveys, case studies and quasi-experiments. Experimentation Process. Some examples.

### Experimental Software Engineering

**Martes 3 de Mayo del 2005, 16:00 - 17:00 horas**

DR. GUILHERME TRAVASSOS  
*Universidade Federal de Rio de Janeiro, Brasil*

DR. JOSÉ CARLOS MALDONADO  
*Universidade de São Paulo, Brasil*

This session is intended to put together researchers, practitioners, educators, software engineers and other interested on Experimental Software Engineering and its use to develop new software technologies.



## Un Modelo de Diseño de Seguridad para Almacenes de Datos e Implementación Semiautomática con OLS10g

Rodolfo Villarroel<sup>1</sup>, Eduardo Fernández-Medina<sup>2</sup>, Juan Trujillo<sup>3</sup>, y Mario Piattini<sup>2</sup>

(1) Departamento de Computación e Informática. Universidad Católica del Maule (Chile)  
rvillarr@spock.ucm.cl

(2) Departamento de Informática. Universidad de Castilla-La Mancha (España)  
{Eduardo.FdezMedina, Mario.Piattini}@uclm.es

(3) Departamento de Lenguajes y Sistemas Informáticos. Universidad de Alicante (España)  
jtrujillo@dlsi.ua.es

### Resumen

*En implementaciones de almacenes de datos en el mundo real, la información sensible que los usuarios finales pueden acceder se puede cumplir normalmente limitando las operaciones OLAP que determinados usuarios pueden aplicar sobre datos específicos. Sin embargo, estos aspectos de seguridad deberían ser considerados unidos a los datos en el respectivo modelo conceptual multidimensional. En este artículo, presentamos un enfoque para diseñar almacenes de datos seguros, el cual está alineado con los enfoques MDA y MDS, debido a que llevamos a cabo el modelado conceptual de almacenes de datos seguros independientemente de la plataforma en la cual el almacén de datos será implementado, y porque este enfoque considera modelos de diseño y modelos de seguridad, los cuales son combinados generando un nuevo tipo de modelo que es llamado modelo de diseño de seguridad. Finalmente, presentamos cómo el modelo conceptual puede ser implementado de manera semiautomática con Oracle 10g Label Security.*

### Abstract

*In real world data warehouses implementations, the sensitive information that the final users can access is normally accomplished by limiting the OLAP operations that certain final users can apply on specific data. However, we deeply believe that these security aspects should also be considered together with data in the corresponding conceptual multidimensional model. In this paper, we present an approach for designing secure data warehouses, which is aligned with the MDA and the MDS approaches, because we accomplish the conceptual modeling of secure data warehouses independently from the target platform where the data warehouse has to be implemented, and because this approach considers design models and security models, which are combined, leading to a new kind of models that is called security design model. Finally, we present how the conceptual model can be implemented in a semiautomatic way with Oracle 10g Label Security.*

### 1. Introducción

En los últimos años, varios enfoques han sido propuestos para representar las principales propiedades multidimensionales (MD) a nivel conceptual [GOL98, SAP98, TRU01, TRY99]. Sin embargo, ninguno de estos enfoques para el modelado conceptual considera la seguridad como un tema importante en sus modelos conceptuales, de manera que no resuelven el problema de seguridad en este tipo de sistemas. Además, en la literatura podemos encontrar muchas iniciativas para incluir la seguridad en los almacenes de datos [KAT98, KIR97, PRIE00, ROS00]. Muchas están enfocadas en aspectos interesantes relacionadas con control de acceso, seguridad multinivel, sus aplicaciones a bases de datos federadas, aplicaciones usando herramientas comerciales, etc. Sin embargo, ninguna considera los aspectos de seguridad en las etapas del ciclo de

desarrollo de sistemas ni considera la introducción de la seguridad en el diseño conceptual de almacenes de datos.

En la mayoría de los proyectos reales de almacenes de datos, los aspectos de seguridad son temas que generalmente dependen de los administradores del SGBD. Sin embargo, el diseño de estos aspectos de seguridad deberían ser considerados junto al modelado conceptual desde las etapas tempranas de un proyecto de almacenes de datos, siendo capaces de incorporar la información de seguridad del usuario a las estructuras básicas de un modelo multidimensional (hechos, dimensiones, atributos, etc.). De esta manera, seremos capaces de generar esta información de una manera semiautomática en una plataforma determinada y el almacén de datos implementado cumplirá mejor los requisitos de seguridad del usuario.

En este artículo presentamos un enfoque para el diseño de almacenes de datos seguros de la siguiente manera: Definimos nuestro enfoque alineado con la Arquitectura Dirigida por Modelos (MDA) y Seguridad Dirigida por Modelos (MDS), proveemos un modelo de Control de Acceso y Auditoría (ACA) para el modelado conceptual. Luego, extendemos el Lenguaje de Modelado Unificado (UML) con este modelo ACA, representando la información de seguridad (reunida en el modelo ACA) en el modelado conceptual multidimensional, permitiéndonos obtener modelos multidimensionales seguros. Posteriormente, presentamos la transformación de un esquema multidimensional seguro en un esquema relacional y luego éste en código OLS (Oracle Label Security). Finalmente, proveemos los detalles de implementación de manera de mostrar cómo representar todas las propiedades de seguridad especificadas en nuestro enfoque de modelado conceptual en una plataforma comercial, como Oracle, permitiéndonos el cumplimiento de la información de seguridad considerada.

El resto de este artículo está estructurado de la siguiente manera: La sección 2 presenta nuestro enfoque alineado con MDA y MDS. La sección 3 presenta la transformación de un modelo conceptual multidimensional seguro en un esquema relacional (basado en el esquema estrella) y éste en código OLS. La sección 4 presenta un enfoque para implementar de manera semiautomática un modelo conceptual de almacenes de datos seguros, llevado a cabo con nuestra extensión de UML, en *OLSI0g*. Finalmente, la sección 5 presenta las principales conclusiones e introduce nuestro trabajo futuro.

## 2. Un Enfoque Alineado con MDA y MDS

Model Driven Architecture (MDA) [OMG04] es un estándar de la OMG (Object Management Group) que dirige el ciclo de vida completo de diseño, despliegue, integración y gestión de aplicaciones. MDA separa la especificación de funcionalidad del sistema de la implementación de esa funcionalidad en una plataforma de tecnología específica. Así MDA fomenta la especificación de un Modelo Independiente de la Plataforma (Platform Independent Model, PIM). Luego, este PIM puede ser transformado en Modelos Específicos de Plataforma (Platform Specific Models, PSM) para ser ejecutados en una plataforma concreta transformando este PSM en el código correspondiente.

Nuestra propuesta consiste en alinear nuestro enfoque de modelado conceptual de almacenes de datos con el enfoque MDA. La Figura 1 muestra nuestra propuesta, consistente en un Modelo Independiente de Plataforma (PIM). Luego, el PIM resultante puede ser transformado en algún modelo lógico que representa la multidimensionalidad de los datos (por ejemplo, el esquema estrella), y finalmente este modelo lógico puede ser transformado dentro de un SGBD particular (por ejemplo, Oracle). Por otro lado, La Seguridad Dirigida por Modelos (Model Driven Security, MDS) es un nuevo enfoque [BAS03] para integrar la seguridad en el diseño de sistemas de información. Este enfoque considera modelos de diseño y modelos de seguridad, los cuales son combinados, llevando a un nuevo tipo de modelo que es llamado modelo de diseño de seguridad. Nuestro enfoque también ha sido alineado con MDS (ver Figura 1). Hemos considerado un PIM crudo (sin refinar), el cual es el modelo de diseño. Este modelo no contiene detalles de seguridad, y usa una extensión de UML para el modelado conceptual de almacenes de datos. Además, hemos definido nuestro modelo ACA, que es completamente independiente del modelo de diseño (y por supuesto es independiente de la plataforma destino, de modo que en algún sentido es otro PIM) y, en terminología MDS, es el modelo de seguridad. Esta independencia es altamente importante, debido a que podríamos usar este modelo de seguridad junto a otros modelos conceptuales de almacenes de datos. Al combinar el modelo de diseño con el modelo de seguridad se genera un PIM enriquecido. Este modelo de diseño de seguridad es un modelo conceptual de almacenes de

datos que también contiene los detalles de seguridad que pueden ser especificados con nuestro modelo ACA. El modelo de diseño debe ser generalmente extendido para poder representar los detalles de seguridad. En este caso, hemos definido formalmente una extensión de UML para diseñar almacenes de datos seguros. Por lo tanto, este PIM enriquecido con toda la información de seguridad es el modelo que participará en la arquitectura MDA en las transformaciones próximas.

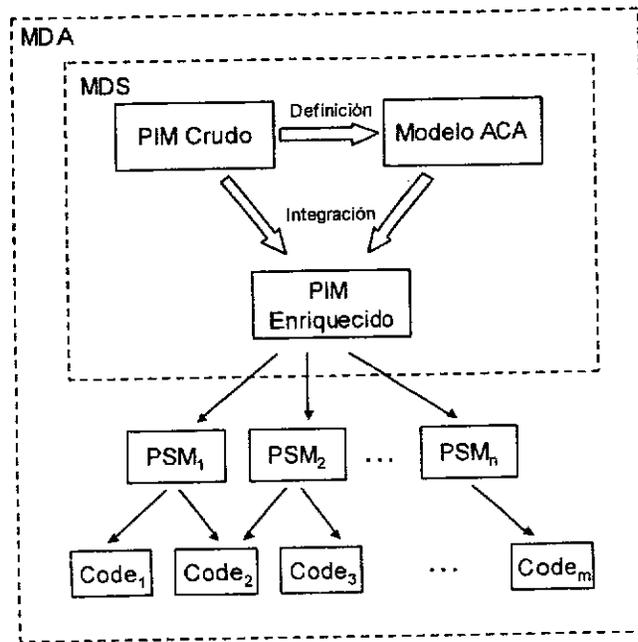


Figura 1. Enlazando la extensión de UML y el modelo ACA en un PIM

### 2.1. PIM Crudo

En esta sección nos basamos en un enfoque de modelado MD que utiliza UML (mediante un perfil formado por un conjunto de estereotipos de UML) para representar las propiedades estructurales de los modelos MD a nivel conceptual [TRU01, LUJ02]. Este enfoque ha sido especificado por medio de un *profile*<sup>1</sup> de UML que contiene los estereotipos necesarios para llevar a cabo satisfactoriamente el modelado MD a nivel conceptual. En este enfoque, las propiedades estructurales del modelado MD se representan mediante un diagrama de clases en el que la información se organiza en hechos (items de interés para una empresa) y dimensiones (contexto en el cual los hechos son analizados).

Los hechos y las dimensiones se representan mediante clases de hecho (estereotipo *Fact*) y clases de dimensión (estereotipo *Dimension*) respectivamente. Las clases de hecho se definen como clases compuestas de una relación de agregación de n clases de dimensión (ver Figura 2). La cardinalidad mínima en el rol de las

<sup>1</sup> Un *profile* es un conjunto de mejoramientos que extienden un tipo de diagrama UML para un uso diferente. Estos mejoramientos son especificados por medio de mecanismos de extensibilidad provistos por UML (estereotipos, valores etiquetados y restricciones) para adaptarse a un nuevo método o modelo.

clases de dimensión es 1 para indicar que todo hecho ha de estar siempre relacionado con todas las dimensiones. Un hecho se compone de medidas o atributos de hecho (estereotipo *FactAttribute*). Por defecto, todas las medidas en una clase de hechos se consideran aditivas.

Con respecto a las dimensiones (estereotipo *Dimension*), cada nivel de una jerarquía de clasificación se representa mediante una clase base (estereotipo *Base*). Una asociación de clases base especifica una relación entre dos niveles de una jerarquía de clasificación. Cada clase base debe contener un atributo identificador (estereotipo *OID*) y un atributo descriptor (estereotipo *D*), además de los atributos adicionales propios que caracterizan a las instancias de dicha clase. Estos atributos son necesarios para un proceso de generación automática en herramientas comerciales OLAP, ya que estas herramientas almacenan esta información en sus metadatos.

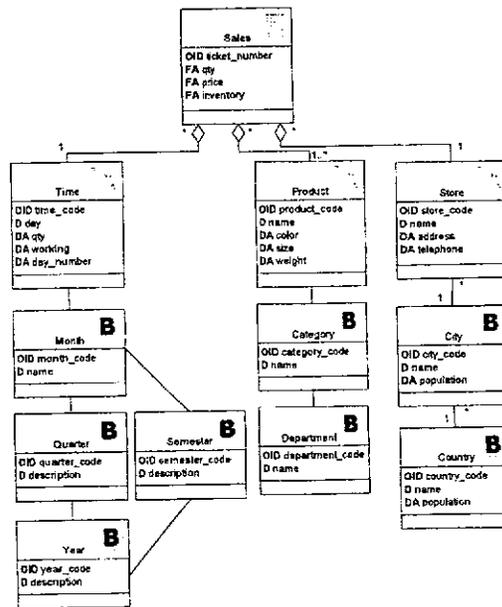


Figura 2. Modelado Multidimensional usando UML

## 2.2. Modelo de Control de Acceso y Auditoría (ACA)

El Control de Acceso no es una solución completa para la seguridad de un sistema [SAN97] debido a que debe ser acoplado con la auditoría, para el registro y análisis posterior de todos los requisitos y actividades de los usuarios. Por lo tanto, en nuestro enfoque, consideramos ambos conceptos para que sean integrados en el diseño del modelado conceptual multidimensional.

Aunque existen muchos modelos de autorización que permiten una especificación fácil y flexible de autorizaciones, éstos dependen de las propiedades particulares del modelo de datos considerado [JAJ01]. Como resultado, estos modelos de autorización no se pueden extender con facilidad a otros modelos de datos, tales como el modelo multidimensional.

Los modelos de control de acceso están típicamente compuestos de un conjunto de reglas de autorización que regulan el acceso a los objetos. Cada regla de autorización generalmente especifica el sujeto al cual se aplica la regla, el objeto al cual se refiere la autorización, la acción a la cual se refiere la regla, y el signo que describe si la regla otorga un permiso o deniega un acceso.

De manera de regular el acceso a los objetos en un modelo multidimensional, hemos considerado el modelo de Control de Acceso Obligatorio (*Mandatory Access Control, MAC*), y un conjunto de reglas de autorización, que representan excepciones a las reglas multinivel de manera general. Así, el modelo ACA estará compuesto de un conjunto de reglas de asignación de información de seguridad, donde el diseñador define la información de seguridad para todos los elementos del modelo multidimensional, un conjunto de reglas de autorización donde el diseñador puede especificar diferentes situaciones en la cual las reglas multinivel deberían ser cumplidas, y finalmente, un conjunto de reglas de auditoría, que representan los requisitos de auditoría que considera el diseñador.

En [VIL04] presentamos todos los detalles del modelo ACA. El modelo de control de acceso que ha sido considerado, sujetos de autorización, objetos de autorización, acciones, reglas de asignación de información de sensibilidad, reglas de autorización, reglas de auditoría, y resolución de conflictos.

### 2.3. PIM Enriquecido

A continuación, abordamos nuestra extensión de UML (*profile*) para aplicar nuestro modelo ACA al modelado conceptual multidimensional de almacenes de datos. Básicamente, hemos reutilizado el *profile* previo definido en [LUJ02], que nos permite diseñar almacenes de datos desde una perspectiva conceptual como es descrito en 2.1, y hemos agregado los elementos requeridos que necesitamos para especificar los aspectos de seguridad (Sujetos, Objetos, Acciones, Reglas de Asignación de Información Sensible, Reglas de Autorización, y Reglas de Auditoría) considerados en nuestro modelo ACA.

De acuerdo a Conallen [CON00], una extensión de UML comienza con una breve descripción y luego lista y describe todos los estereotipos, valores etiquetados, y restricciones de la extensión. Además de estos elementos, una extensión contiene un conjunto de reglas bien formadas. Estas reglas son usadas para determinar si un modelo es semánticamente consistente consigo mismo. De acuerdo a esto, en [FER04] hacemos una completa descripción del *profile* de UML para el modelado conceptual de almacenes de datos seguros siguiendo el esquema compuesto de estos elementos: descripción (una pequeña descripción de la extensión en lenguaje natural), extensiones prerequisite (indica si la extensión necesita la existencia de extensiones previas), estereotipos/valores etiquetados (la definición de los estereotipos y/o valores etiquetados), reglas bien formadas (la semántica estática de las metaclasses es definida en lenguaje natural y como un conjunto de invariantes definidas por medio de expresiones OCL), y comentarios (cualquier comentario adicional, decisión o ejemplo, generalmente escrito en lenguaje natural).

Nuestro PIM enriquecido (*profile*) reutiliza estereotipos previamente definidos en [LUJ02], y define un conjunto de estereotipos, valores etiquetados y restricciones, que nos permiten crear modelos multidimensionales seguros. Los valores etiquetados que hemos definido son aplicados a ciertos objetos que son especialmente particulares al modelado multidimensional, permitiéndonos representarlos en el mismo modelo y en los mismos diagramas que describen el resto del sistema. Estos valores etiquetados representarán la información sensible de los diferentes objetos del modelado multidimensional (clase de hecho, clase de dimensión, clase base, atributos, etc.) y nos permitirá especificar restricciones de seguridad dependiendo de su información de seguridad y del valor de los atributos del modelo. Un conjunto de restricciones inherentes son especificadas para definir reglas bien formadas. El uso correcto de nuestra extensión es asegurada por la definición de restricciones tanto en lenguaje natural como OCL.

Primero que todo, necesitamos la definición de algunos nuevos tipos de datos que serán usados en nuestra definiciones de valores etiquetados (ver Tabla 1). Toda la información que contendrán estos nuevos estereotipos tiene que ser definida por cada modelo MD dependiendo de sus propiedades de confidencialidad, y del número de usuarios y complejidad de la organización con la cual el modelo MD estará operativo.

Los principales valores etiquetados definidos en nuestro *profile* (a los cuales haremos referencia posteriormente en los aspectos de implementación) son los siguientes: *SecurityLevels*, *SecurityRoles*, *SecurityCompartments*, *LogType*, *LogCond*, *InvolvedClasses*, *ExceptSign*, *ExceptPrivilege*, y *ExceptCond*.

Tabla 1. Estereotipos de Nuevos Tipos de Datos

Nombre	Clase Base	Descripción
Level	Enumeration	El tipo Level será una enumeración compuesta de todos los niveles de seguridad que han sido considerados.
Levels	Primitive	El tipo Levels será un intervalo de niveles compuesto por un nivel inferior y un nivel superior.
Role	Primitive	El tipo Role representará la jerarquía de roles de usuario que pueden ser definidos para la organización.
Compartment	Enumeration	El tipo Compartment es la enumeración compuesta de todas las categorías de usuario que han sido consideradas para la organización.
Privilege	Enumeration	El tipo Privilege será una enumeración compuesta de todos los diferentes privilegios que han sido considerados.
Attempt	Enumeration	El tipo Attempt será una enumeración compuesta de todos los diferentes intentos de acceso que han sido considerados.

La Figura 3 muestra un ejemplo de un modelo conceptual sencillo que incluye una clase de hecho (Admisión) y dos dimensiones (Diagnóstico y Paciente). La clase de hecho Admisión -estereotipo *Fact*- contiene todas las admisiones individuales de pacientes en uno o más hospitales, y puede ser accedido por todos los usuarios que tienen niveles de seguridad secreto (S) o altoSecreto (TS) -valor etiquetado *SecurityLevels* (SL) de las clases-, y juegan roles de salud o administrativo -valor etiquetado *SecurityRoles* (SR) de las clases-. Note que el atributo *coste* puede ser sólo accedido por usuarios que juegan rol de administrativo -valor etiquetado SR de los atributos-. El nivel de seguridad de cada instancia de Admisión puede también depender del valor del atributo *coste*, que indica el precio del servicio de admisión (ver la nota de UML asociada a la clase Admisión). Normalmente, las restricciones de seguridad definidas para estereotipos de clases (*hecho*, *dimensión* y *base*) serán definidas usando una nota UML asociada a la instancia de clase correspondiente. En este ejemplo, la restricción es sólo aplicable para consultas que contienen información de la dimensión Paciente -valor etiquetado *involvedClasses*-.

Toda la representación gráfica de este modelado MD seguro, ha sido formalmente definida en nuestro modelo ACA. Como un ejemplo sencillo de uso de nuestro modelo ACA, podemos considerar las Reglas de Asignación de Información de Sensibilidad visualizadas para la clase Admisión en la Figura 3:

- Por cada instancia de la clase de hecho Admisión, el nivel de seguridad será al menos Secreto, y los roles de seguridad serán Salud y Admin.

```
OBJECTS CL Admisión SECINF SL Secret SR (Salud, Admin)
```

- Los roles de seguridad para el atributo *coste* de la clase de hecho Admisión será sólo Admin.

```
OBJECTS ATT Admisión.coste SECINF SR Admin
```

- Por cada instancia de la clase de hecho Admisión, si su costo es mayor que \$10000, entonces su nivel de seguridad será altoSecreto, en caso contrario será secreto.

```
OBJECTS CL Admisión INVCLASSES CL Paciente
```

```
COND IF self.coste > 10000
```

```
    THEN SL topSecret
```

```
    ELSE SL Secret
```

```
ENDIF
```

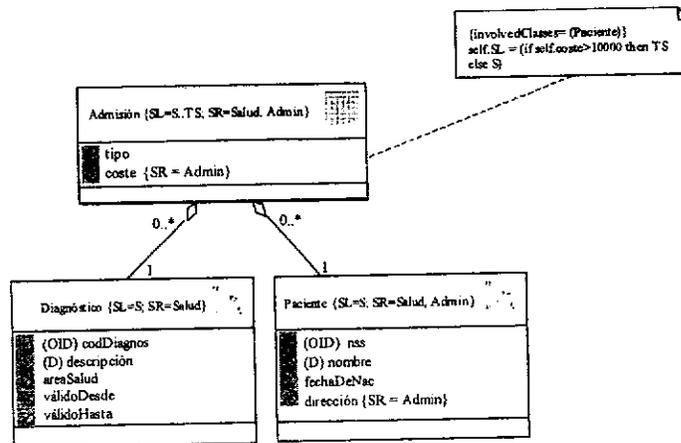


Figura 3. Ejemplo de modelado MD con información de seguridad

### 3. Una Transformación del Modelo Conceptual MD Seguro

Una transformación de modelo es el proceso de convertir un modelo a otro. En France y Bieman [FRA01], las transformaciones de modelo son categorizadas por medio de dimensiones verticales (un modelo fuente es transformado en otro modelo con un nivel diferente de abstracción) y dimensiones horizontales (un modelo fuente es transformado en otro modelo que está en el mismo nivel de abstracción). MDA también provee diferentes tipos de mapeos para transformar un modelo a otro, tales como el tipo de mapeo de instancia, modelos de marcado o incluso las transformaciones de metamodelo [FRA03].

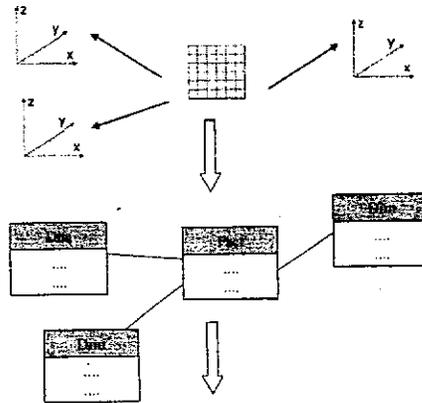
Hemos desarrollado un algoritmo que, a partir de los esquemas MD llevados a cabo usando nuestro perfil de UML y el modelo ACA unidos, genera por medio de una transformación vertical, un PSM relacional basado en el esquema estrella -para modelos lógicos MD la representación más común es la relacional [KIM02]-, y luego, es generado automáticamente el código en OLS. Sin embargo, nuestra arquitectura debería permitirnos transformar nuestro PIM enriquecido en cualquier otro modelo lógico, y cualquier PSM en el código de una plataforma concreta que sea capaz de implementar bases de datos o almacenes de datos seguros, tales como DB2 [COT04]. En la Figura. 4, mostramos un vista de alto nivel del proceso de transformación desde un modelo MD seguro a un modelo relacional usando el esquema estrella, y desde éste en código de las estructuras de la plataforma OLS de acuerdo a los elementos de modelado.

Se pueden seguir diversas estrategias para la generación de estructuras relacionales a partir de un modelo conceptual multidimensional. Por ejemplo, para la dimensión Product y las jerarquías de clasificación en la Figura 2, podemos almacenar cada nivel en una tabla diferente, teniendo los atributos por cada ítem del nivel e ítems adicionales para efectuar joins (ver Figura. 5 (a)). Otras opciones son mantener sólo una tabla para la dimensión completa (ver Figura 5 (b)), o seguir estrategias intermedias. El diseñador debe decidir qué niveles almacenar unidos en la misma tabla, basado en diversos criterios, tales como performance, redundancia, y almacenamiento en disco. Aplicamos las transformaciones al modelado conceptual generando el esquema relacional de almacenes de datos por medio de mantener sólo una tabla para cada dimensión (basado en el esquema estrella), y una tabla para la clase de hechos Sales (ver el ejemplo de la Figura. 2). La clase de hechos Sales contendrá la clave primaria de cada dimensión (time\_code, product\_code and store\_code). Los atributos de cada tabla son los siguientes:

- **TIME** (time\_code, day, qty, working, day\_number, month\_code, name, quarter\_code, quarter\_description, semester\_code, semester\_description, year\_code, year\_description)

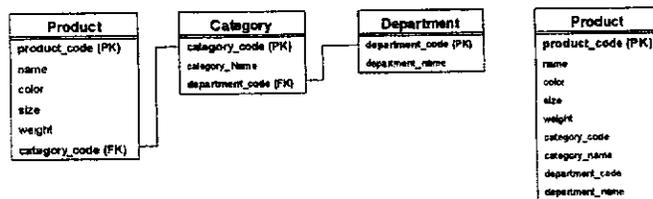
- **PRODUCT** (product\_code, name, color, size, weight, category\_code, category\_name, department\_code, department\_name)
- **STORE** (store\_code, name, address, telephone, city\_code, city\_name, city\_population, country\_code, country\_name, country\_population).
- **SALES** (ticket number, qty, price, inventory, time\_code, product\_code, store\_code).

Es importante mencionar que es necesario incorporar en cada tabla una columna especial que permitirá almacenar la etiqueta de seguridad para cada instancia.



```
CREATE TABLE t (a NUMBER b VARCHAR2(10))
CREATE_POLICY ('MyPolicy', 'MyLabel', 'HIDE, READ_CONTROL')
CREATE_LEVEL ('MyPolicy', 20, 'H', 'High')
CREATE_GROUP ('MyPolicy', 1, 'E', 'Europe')
CREATE_FUNCTION WhichBusiness (TypeBusiness: VarChar) Return LBACSYS.LBAC_LABEL
APPLY_TABLE_POLICY ('MyPolicy', 'EconomicOperations', 'Scheme', . 'WhichBusiness')
```

Figura. 4. Transformación de un esquema MD seguro en un esquema relacional y en código OLS



(a) Dimensiones normalizadas

(b) Dimensiones no normalizadas

Figura 5. Estrategias para generar estructuras relacionales para la dimensión Product

En la siguiente sección, detallamos cómo un modelo MD que ha sido modelado por la extensión de UML que presentamos en este artículo puede ser implementado por *OLSI0g*.

#### 4. Implementando Almacenes de Datos Seguros con OLS10g

En esta sección, presentamos algunas ideas que nos permitan implementar almacenes de datos seguros de una manera semiautomática con OLS10g. Hemos escogido este modelo debido a que es parte de uno de los más importantes SGBD, que permite la implementación de bases de datos basadas en etiquetas. Sin embargo, la correspondencia entre el modelado conceptual de almacenes de datos y OLS10g no es perfecta, pero es el precio de traducir un modelo general (PIM en terminología MDA [KLE03]) en uno más específico (PSM). Por ejemplo, nuestro modelo general considera la seguridad a nivel de atributo y OLS10g sólo lo soporta a nivel de fila (una granularidad de acceso más gruesa).

De acuerdo a las particularidades de OLS10g, la transformación entre el modelo conceptual de almacenes de datos y este SGBD es el siguiente:

- Definición del esquema del almacén de datos. La estructura del almacén de datos, que está compuesta por clases de hecho, dimensión y base, incluyendo atributos de hecho, descriptores, atributos de dimensión, y asociaciones de agregación, generalización y completitud, debe ser traducido en un esquema relacional. Esta transformación es similar a la transformación común entre modelos conceptuales y lógicos.
- Adaptación de los nuevos tipos de datos de la extensión de UML. Todos los nuevos tipos de datos (*Level, Levels, Role, Compartment, Privilege, and Attempt*) son perfectamente soportados por OLS10g.
- Adaptación de todos los valores etiquetados que han sido definidos por el modelo. Las clases son ahora representadas como un conjunto de tablas de la base de datos. *SecurityLevels, SecurityRoles, and SecurityCompartments* deben ser definidos con las siguientes sentencias: `CREATE_LEVEL`, `CREATE_GROUP`, and `CREATE_COMPARTMENT`.
- Adaptación de todos los valores etiquetados que han sido definidos para las clases.
  - *SecurityLevels, SecurityRoles, y SecurityCompartments* son agrupados en la etiqueta de seguridad, con funciones de etiquetado. Las funciones de etiquetado definen la información de la etiqueta de seguridad de acuerdo al valor de las columnas de la fila que es insertada o actualizada.
  - *LogType, y LogCond* son agrupadas con opciones de auditoría.
  - *InvolvedClasses, Except-Sign, ExceptPrivilege, y ExceptCond* son agrupadas con predicados SQL.
- Adaptación de todos los valores etiquetados que han sido definidos para los atributos. Es importante mencionar que en este caso, todos los valores etiquetados de seguridad (*SecurityLevels, SecurityRoles, y SecurityCompartments*) que han sido definidos por cada atributo en el modelo conceptual deben ser descartados debido a que OLS10g no soporta seguridad para atributos (sólo para filas). Esta es una limitación de OLS10g, de manera que si es importante tener también seguridad para atributos, otro SGBD debería ser elegido.
- La adaptación de restricciones de seguridad es definida con funciones de etiquetado y predicados SQL. La aplicación de funciones de etiquetado es muy útil para definir los atributos de seguridad de filas y para implementar restricciones de seguridad. Sin embargo, a veces las funciones de etiquetado no son suficientes, siendo necesario especificar condiciones más complejas. OLS10g provee la posibilidad de definir predicados SQL junto a las políticas de seguridad. Tanto las funciones de etiquetado como los predicados SQL serán especialmente importantes en la implementación de almacenes de datos seguros.

Para mostrar la forma de implementar las funciones de etiquetado, podemos considerar el ejemplo anterior de la Figura 3. Realizado el respectivo diseño lógico, la clase Admisión corresponderá a una tabla del mismo nombre. Esta tabla tendrá una columna especial que almacenará la etiqueta de seguridad para cada instancia. Para cada instancia, esta etiqueta contendrá la información de seguridad que ha sido especificada en el modelo conceptual de la Figura 3 (*Security Level = Secret..TopSecret; SecurityRoles =Salud, Admin*). Pero, esta información de seguridad depende de varias restricciones de seguridad que pueden ser implementadas por funciones de etiquetado. La Figura 6 (a) muestra un ejemplo mediante el cual implementamos las restricciones de seguridad. Si el valor de la columna *coste* es mayor que 10000, entonces la etiqueta de seguridad estará compuesta del nivel de seguridad *topSecret* (TS) y roles de usuario *Salud* y *Admin*, en caso contrario el nivel de seguridad será *Secret* (S) y los mismos roles de usuario mencionados. La Figura 6 (b) muestra cómo enlazar esta función de etiquetado con la tabla Admisión.

```

a) CREATE FUNCTION Which_Cost (Coste: Integer) Return
      LBACSYS.LBAC_LABEL
As MyLabel varchar2(80);
Begin
  If Coste>10000 then
    MyLabel := 'TS::Salud,Admin';
  else MyLabel := 'S::Salud,Admin';
  end if;
  Return TO_LBAC_DATA_LABEL('MyPolicy', MyLabel);
End;

(b) APPLY_TABLE_POLICY ('MyPolicy', 'Admisión', 'Scheme', 'Which_Cost')
    
```

Figura 6. Implementación de Funciones de Etiquetado

De acuerdo a estas reglas de transformación, las actividades para construir el almacén de datos seguro con OLS10g es el siguiente:

- Definición del esquema del almacén de datos.
- Definición de la política de seguridad y sus opciones por defecto. Cuando creamos una política de seguridad, tenemos que especificar el nombre de la política, el nombre de la columna que almacenará las etiquetas, y finalmente otras opciones de la política. La Figura 7 muestra la definición de la política de seguridad y la definición de los niveles de seguridad y roles usados en la Figura 3. En este caso, el nombre de la columna que almacena la información sensible en cada tabla, que está asociada con la política de seguridad, es *SecurityLabel*. La opción *HIDE* indica que la columna *SecurityLabel* estará oculta, de manera que los usuarios no podrán verla en las tablas. La opción *CHECK\_CONTROL* fuerza al sistema para chequear que el usuario tiene acceso de lectura cuando introduce o modifica una fila. La opción *READ\_CONTROL* causa el cumplimiento del algoritmo de control de acceso de lectura para las operaciones *SELECT*, *UPDATE* y *DELETE*. Finalmente, la opción *WRITE\_CONTROL* origina el cumplimiento del algoritmo de control de acceso de escritura para operaciones *INSERT*, *DELETE* y *UPDATE*.
- Especificación de la información de seguridad válida en la política de seguridad.
- Creación de los usuarios autorizados y asignación de su información de autorización.
- Definición de la información de seguridad para tablas por medio de funciones de etiquetado.
- Implementación de restricciones de seguridad por medio de funciones de etiquetado.
- Implementación, si es necesario, de las operaciones y control de su seguridad.

```

CREATE POLICY('SecurityPolicy', 'SecurityLabel', 'HIDE, CHECK_CONTROL,
             READ_CONTROL, WRITE_CONTROL')

CREATE_LEVEL('SecurityPolice', 1000, 'U', 'Unclassify')
CREATE_LEVEL('SecurityPolice', 2000, 'C', 'Confidential')
CREATE_LEVEL('SecurityPolice', 3000, 'S', 'Secret')
CREATE_LEVEL('SecurityPolice', 4000, 'TS', 'Top Secret')
CREATE_GROUP('SecurityPolicy', 1, 'A', 'Admin')
CREATE_GROUP('SecurityPolicy', 2, 'S', 'Salud')
    
```

Figura 7. Definición de políticas de seguridad, niveles de seguridad y roles de usuario

## 5. Conclusiones y Trabajo Futuro

En este artículo, hemos alineado nuestro enfoque para el modelado conceptual de almacenes de datos seguros con el enfoque MDA. De esta manera, como hemos mostrado, el modelado conceptual seguro del almacén de datos es dotado usando un *profile* de UML sin considerar aspectos de implementación en una plataforma concreta. Luego, el PIM resultante puede ser transformado en cualquier modelo lógico que representa la multidimensionalidad de los datos (por ejemplo, el esquema estrella), y finalmente este modelo lógico puede ser transformado en un SGBD particular (por ejemplo, Oracle). Hemos abordado también como implementar un modelo MD seguro diseñado con nuestro enfoque en un SGBD comercial. Sin embargo, nuestra implementación en *OLSI0g* no ha sido totalmente automática, debido a las características del software utilizado, ya que nuestro modelo considera además la seguridad a nivel de atributo y *OLSI0g* sólo lo soporta a nivel de fila.

Una ventaja relevante de este enfoque es que usa UML, un lenguaje de modelado orientado a objetos ampliamente aceptado, que ahorra a los desarrolladores el aprendizaje de un nuevo modelo y sus correspondientes notaciones para el modelado MD específico. Además, UML nos permite representar algunas propiedades MD que son difícilmente consideradas por otras propuestas de modelado conceptual MD.

Nuestro trabajo futuro inmediato es extender los temas de implementación presentados en este artículo que nos permita usar los aspectos de seguridad considerados cuando consultamos un modelo MD a partir de herramientas OLAP, lo cual incluye un estudio profundo de las diferentes combinaciones de dimensiones, medidas, jerarquías, etc. Además, planeamos extender el conjunto de privilegios considerados en este artículo para especificar aspectos de seguridad en los procesos cruciales ETL (*Extraction, Transformation and Loading*) de los almacenes de datos.

## 6. Agradecimientos

Esta investigación es parte de los proyectos MESSENGER (PCC-03-003-1), RETISTIC (TIC2002-12487-E), y METASIGN (TIN2004-0007779), soportados por la Dirección General de Investigación del Ministerio de Ciencia y Tecnología, y la red VII-J.RITOS2 financiada por CYTED.

## 7. Referencias

- [BAS03] Basin, D., Doser, J., Lodderstedt, T. Model Driven Security: from UML Models to Access Control Infrastructures: ETH Zürich (2003).
- [CON00] Conallen, J. Building Web Applications with UML. Object Technology Series. 2000: Addison-Wesley.
- [COT04] Cota, S. For Certain Eyes Only. DB2 Magazine. 9(1) (2004) 40-45.
- [FER04] Fernández-Medina, E., Trujillo, J., Villarroel, R., Piattini, M. Extending the UML for Designing Secure Data Warehouses. International Conference on Conceptual Modeling (ER 2004). Shanghai, China: Springer-Verlag LNCS 3288. (2004).
- [FRA01] France, R., Bieman, J. Multi-View Software Evolution: A UML-based Framework for Evolving Object-Oriented Software. International Conference on Software Maintenance. Florence, Italy (2001).
- [FRA03] Frankel, D.S. Model Driven Architecture. Applying MDA to Enterprise Computing. Indianapolis, Indiana: Wiley (2003).
- [GOL98] Golfarelli, M., Maio, D., Rizzi, S. The Dimensional Fact Model: A Conceptual Model for Data Warehouses. International Journal of Cooperative Information Systems (IJCIS). 7.(2-3) (1998) 215-247.

- [JAJ01] Jajodia, S., Samarati, P., Sapino, M.L., Subrahmanian, V.S. Flexible Support for Multiple Access Control Policies. *ACM Transactions on Database Systems*, 26 (2001) 214-260.
- [KAT98] Katic, N., Quirchmayr, G., Schiefer, J., Stolba, M., Min Tjoa, A. A Prototype Model for Data Warehouse Security Based on Metadata. *9th International Workshop on Database and Expert Systems Applications (DEXA'98)*. Vienna, Austria.: IEEE Computer Society (1998).
- [KIM02] Kimball, R., Ross, M. *The data warehousing toolkit*. 2 edn. John Wiley (2002).
- [KIR97] Kirkgöze, R., Katic, N., Stolda, M., Min Tjoa, A. A Security Concept for OLAP. *8th International Workshop on Database and Expert System Applications (DEXA'97)*. Toulouse, France: IEEE Computer Society (1997).
- [KLE03] Kleppe, A., Warmer, J., Bast, W. *MDA Explained; The Model Driven Architecture: Practice and Promise*. Addison-Wesley (2003).
- [LUJ02] Luján-Mora, S., Trujillo, J., Song, I.Y. Extending the UML for Multidimensional Modeling. *5th International Conference on the Unified Modeling Language (UML 2002)*. Dresden, Germany: Springer-Verlag. LNCS 2460. (2002).
- [OMG04] OMG: Object Management Group. *Model Driven Architecture (MDA)*, <http://www.omg.mda/2004> (2004).
- [PRIE00] Priebe, T., Pernul, G. Towards OLAP Security Design - Survey and Research Issues. *3rd ACM International Workshop on Data Warehousing and OLAP (DOLAP'00)*. Washington DC, USA (2000).
- [ROS00] Rosenthal, A., Sciore, E. View Security as the Basic for Data Warehouse Security. *2nd International Workshop on Design and Management of Data Warehouse (DMDW'00)*. Sweden (2000).
- [SAN97] Sandhu, R., Samarati, L. Authentication, Access Control, and Intrusion Detection, *CRC Handbook of Computer Science and Engineering*, Tucker, A., Editor, CRC Press Inc. (1997).
- [SAP98] Sapia, C., Blaschka, M., Höfling, G., Dinter, B. Extending the E/R Model for the Multidimensional Paradigm. *1st International Workshop on Data Warehouse and Data Mining (DWDM'98)*. Singapore: Springer-Verlag (1998).
- [TRU01] Trujillo, J., Palomar, M., Gómez, J., Song, I.Y. Designing Data Warehouses with OO Conceptual Models. *IEEE Computer*, special issue on Data Warehouses, (34) (2001) 66-75.
- [TRY99] Tryfona, N., Busborg, F., Christiansen, J. starER: A Conceptual Model for Data Warehouse Design. *ACM 2nd International Workshop on Data Warehousing and OLAP (DOLAP'99)*. Missouri, USA: ACM (1999).
- [VIL04] Villarroel, R., Fernández-Medina, E., Trujillo, J., Piattini, M. Incorporando control de acceso y auditoría en el modelado multidimensional de almacenes de datos. *IX Jornadas de Ingeniería del Software y Bases de Datos (JISBD 2004)*. Málaga, España (2004).