

## Patrocinadores



## Entidades Organizadoras

- Adaspain.
- Asociación de Enseñantes Universitarios de la Informática (AENUU).
- Asociación de Técnicos Informáticos (ATI).
- Asociación Española para la Inteligencia Artificial (AEPPIA).
- Asociación para la Interacción Persona-Ordenador (AIPO).
- Asociación para el Desarrollo de la Informática Educativa (ADIE).
- Ayuntamiento de Zaragoza.
- Capítulo Español de la IEEE Computational Intelligence Society.
- Comité Español de Automática (CEA).
- Conferencia de Decanos y Directores de Informática (CODDI) de las Universidades Españolas.
- Departamento de Informática e Ingeniería de Sistemas de la Universidad de Zaragoza.
- European Society for Fuzzy Logic and Technology (EUSFLAT).
- Federación de Asociaciones de Ingenieros en Informática (AI2).
- W3C España (World Wide Web Consortium).
- Programa Nacional de Tecnologías Informáticas - Dirección General de Investigación, Ministerio de Educación y Ciencia.
- Red Española de Metaheurísticas.
- Red Española de Minería de Datos y Aprendizaje.
- Sección Española de la European Association for Computer Graphics (EUROGRAPHICS).
- Sociedad de Arquitectura y Tecnología de Computadores (SARTECO).
- Sociedad de Ingeniería del Software y Tecnologías de Desarrollo del Software (SISTEDES).
- Universidad de Zaragoza.

ISBN: 978-84-9732-595-0

CEDI 2007 XII Jornadas de Ingeniería del Software y Bases de Datos | IISBD'07 |

**CEDI 2007**  
II CONGRESO ESPAÑOL  
DE INFORMÁTICA  
**ZARAGOZA SPAINI**

AUDITORIO PALACIO DE CONGRESOS  
11 AL 14 DE SEPTIEMBRE DE 2007

**XII Jornadas de Ingeniería del Software  
y Bases de Datos**

| IISBD'07 |

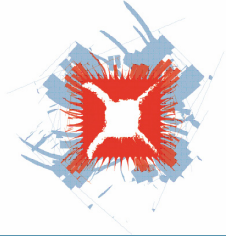


EDITOR

Xavier Franch

**CEDI 2007**  
II CONGRESO ESPAÑOL  
DE INFORMÁTICA  
Nuevos retos  
científicos y tecnológicos  
en Ingeniería Informática  
**ZARAGOZA SPAIN**  
DEL 11 AL 14 DE SEPTIEMBRE

---



# ACTAS DE LAS XII JORNADAS DE INGENIERÍA DEL SOFTWARE Y BASES DE DATOS

**EDITOR**

Xavier Franch

**PATROCINA**

**INTERSYSTEMS**

**COLABORA**

**THOMSON**  
—★—™



**ACTAS DE LAS XII JORNADAS DE INGENIERÍA DEL SOFTWARE Y BASES DE DATOS (JISBD'07)**

No está permitida la reproducción total o parcial de este libro, ni su tratamiento informático, ni la transmisión de ninguna forma o por cualquier otro medio, ya sea electrónico, mecánico, por fotocopia, por registro u otros medios, sin el permiso previo y por escrito de los titulares del Copyright.

Derechos reservados ©2007 respecto a la primera edición en español, por LOS AUTORES  
Derechos reservados ©2007 International Thomson Editores Spain, S.A.

Magallanes, 25; 28015 Madrid, ESPAÑA  
Teléfono 91 4463350  
Fax: 91 4456218  
clientes@parainfo.es

ISBN: 978-84-9732-595-0  
Depósito legal: M-

Maquetación: Los Editores  
Coordinación del proyecto: @LIBROTEX  
Portada: Estudio Dixi  
Impresión y encuadernación: FER Fotocomposición, S. A.

IMPRESO EN ESPAÑA-PRINTED IN SPAIN

## Comité Ejecutivo

### **Presidente del Comité de Programa**

*Xavier Franch (Universitat Politècnica de Catalunya)*

### **Secretario de la Comisión Permanente**

*Mario Piattini (Universidad de Castilla-La Mancha)*

### **Coordinadora de Tutoriales**

*Ana M. Moreno (Universidad Politécnica de Madrid)*

### **Coordinador de Talleres**

*Vicente Pelechano (Universidad Politécnica de Valencia)*

### **Coordinador de Demostraciones**

*Antonio Vallecillo (Universidad de Málaga)*

### **Coordinador de la Sesión de Divulgación de Trabajos Relevantes ya Publicados**

*Oscar Díaz (Universidad del País Vasco)*

### **Composición y Maquetación de Actas**

*Jordi Marco (Universitat Politècnica de Catalunya)*

### **Organización y Relaciones con CEDI 2007**

*Fran J. Ruiz (Universidad de Zaragoza)*

*M. Elena Gómez (Universidad de Zaragoza)*

*Javier Tuya (Universidad de Oviedo)*

## Comité Organizador

### **Presidente del CEDI**

*Alberto Prieto (Universidad de Granada)*

### **Presidente del Comité Científico**

*Juan J. Moreno (Universidad Politécnica de Madrid)*

### **Presidente del Comité Organizador CEDI 2007**

*Victor Viñals (Universidad de Zaragoza)*

### **Coordinador de Actividades Plenarias CEDI 2007**

*José Duato (Universidad Politécnica de Valencia)*

### **Secretario del CEDI 2007**

*José A. Castellanos (Universidad de Zaragoza)*

*José A. Bañares (Universidad de Zaragoza)*

## Comité de Programa

Alberto Abelló, Univ. Polit. Catalunya	Jon Iturrioz, Univ. País Vasco
Silvia Abrahão, Univ. Polit. Valencia	Natalia Juristo, Univ. Polit. Madrid
Jesus Aguilar, Univ. Sevilla	Patricio Letelier, Univ. Polit. Valencia
José Aldana, Univ. Málaga	Antonia Lopes, Univ. Lisboa
Bárbara Álvarez, Univ. Polit. Cartagena	Adolfo Lozano, Univ. Extremadura
María J. Aramburu, Univ. Jaume I	Esperanza Marcos, Univ. Rey Juan Carlos
João Araújo, Univ. Nova de Lisboa	Eduardo Mena, Univ. Zaragoza
Orlando Belo, Univ. do Minho	Ana Moreira, Univ. Nova de Lisboa
Rafael Berlanga, Univ. Jaume I	Juan J. Moreno, Univ. Polit. Madrid
Pere Botella, Univ. Polit. Catalunya	Juan M. Murillo, Univ. Extremadura
Nieves Brisaboa, Univ. Coruña	Oscar Pastor, Univ. Polit. Valencia
Isabel S. Brito, Inst. Polit. Beja	Antonio Polo, Univ. Extremadura
Coral Calero, Univ. Castilla-La Mancha	Carme Quer, Univ. Polit. Catalunya
Carlos Canal, Univ. Málaga	Celia Ramos, Univ. Algarve
José M. Cavero, Univ. Rey Juan Carlos	Isidro Ramos, Univ. Polit. Valencia
Matilde Celma, Univ. Polit. Valencia	José Riquelme, Univ. Sevilla
Rafael Corchuelo, Univ. Sevilla	Antonio Rito, Univ. Técnica de Lisboa
Dolors Costal, Univ. Polit. Catalunya	Antonio Ruíz, Univ. Sevilla
Yania Crespo, Univ. Valladolid	Francisco Ruíz, Univ. Castilla-La Mancha
Oscar Dieste, Univ. Polit. Madrid	José Samos, Univ. Granada
Javier Dolado, Univ. País Vasco	Fernando Sánchez, Univ. Extremadura
João Falcão e Cunha, Univ. Porto	Juan Sánchez, Univ. Polit. Valencia
Pablo de la Fuente, Univ. Valladolid	Ernest Teniente, Univ. Polit. Catalunya
Lidia Fuentes, Univ. Málaga	Miguel Toro, Univ. Sevilla
Mario Gaspar da Silva, Univ. Lisboa	Ambrosio Toval, Univ. Murcia
Marcela Genero, Univ. Castilla-La Mancha	Juan C. Trujillo, Univ. Alicante
Cristina Gómez, Univ. Polit. Catalunya	Javier Tuya, Univ. Oviedo
Jaime Gómez, Univ. Alicante	Belén Vela, Univ. Rey Juan Carlos
Alfredo Goñi, Univ. País Vasco	Cristina Vicente, Univ. Polit. Cartagena
Juan Hernández, Univ. Extremadura	

## Comité Asesor para la Selección de Trabajos de Prestigio

Oscar Díaz (Presidente), Univ. País Vasco	Neil A.M. Maiden, City Univ. London
Alan Davis, Univ. of Colorado	Timos Sellis, Nat. Technical Univ. Athens

## Revisores Adicionales

César J. Acuña  
Amaia Aguirregoitia  
Diego Alonso  
David Benavides  
Jordi Cabot  
Paloma Cáceres  
Javier Cámara  
Dante Carrizo  
Pedro J. Clemente  
Jose M. Conejero  
Javier Cubo  
Norberto Díaz  
Amador Durán  
Sergio España  
Mauricio Espinoza  
Ismael Etxeberria  
Antonio Fariña  
Raul Fernandez  
L. Fredlund  
Antonielly Garcia  
Antonio Cesar Gómez  
Ángel Herranz  
Sergio Ilarri  
Miguel Ángel Laguna  
Maria Lencastre  
Marta López  
Francisco Javier Lucas  
María Esperanza Manso  
Julio Mariño  
José Manuel Marqués  
Francisco Martínez  
Jorge Martínez

Miguel Ángel Martínez  
Fernando Molina  
Ana M. Moreno  
Elena Navarro  
Ismael Navas  
Isabel Nepomuceno  
Juan A. Nepomuceno  
Joaquín Nicolás  
Guadalupe Ortiz  
Juan Angel Pastor  
Joaquin Peña  
Jenifer Pérez  
Juan Manuel Pérez  
Beatriz Pontes  
Álvaro Prieto  
Antonia M. Reina  
Domingo Savio Rodríguez  
Roberto Rodríguez  
Oscar Romero  
Fran J. Ruiz  
Angeles Saavedra  
Gwen Salaün  
Pedro Sánchez  
André L. Santos  
Diego Seco  
Jesús Serrano  
Encarna Sosa  
Toufik Taibi  
Raquel Trillo  
José Antonio Troyano  
Juan Manuel Vara

## **Sistema Automático de Revisión**

*Quercus Software Engineering Group*

Jose Javier Berrocal Universidad de Extremadura

Conferencia auspiciada por



## Prólogo

Respondiendo a su cita anual, las XII Jornadas de Ingeniería del Software y Bases de Datos (JISBD) se han celebrado en Zaragoza, entre el 11 y el 14 de septiembre de 2007. Las Jornadas representan un punto de encuentro de la comunidad investigadora en ingeniería del software y en bases de datos. En sus inicios se celebraron dos eventos diferenciados, las Jornadas de Ingeniería del Software y las Jornadas sobre Investigación y Docencia en Bases de Datos. Posteriormente, en 1999, ambos eventos se unificaron en uno solo, reflejando la interrelación existente entre estas disciplinas. En esta duodécima edición, las Jornadas han constituido, una vez más, un punto de encuentro en el que profesionales y académicos de España, Portugal y Latinoamérica, de ambos campos, han podido compartir experiencias y resultados entre distintos grupos de investigación, desarrollo e innovación tecnológica.

Actualmente, JISBD es un evento auspiciado por Sociedad de Ingeniería del Software y Tecnologías de Desarrollo de Software (SISTEDES, <http://www.sistedes.org>). Entre los fines de dicha organización destacan el de promover la investigación, la innovación y la transferencia de tecnología entre los distintos agentes involucrados en el avance las tecnologías del Software y el de fomentar actividades con otras asociaciones nacionales e internacionales con fines similares, consiguiendo así proporcionar una mayor visibilidad a la investigación de sus asociados.

Al igual que en 2005, las XII Jornadas de Ingeniería del Software y Bases de Datos se han realizado en el marco del II Congreso Español de Informática (CEDI 2007). Esto ha permitido a los participantes de las Jornadas participar en las diversas actividades de CEDI de interés para toda la comunidad de investigación en Informática, tales como conferencias invitadas y mesas redondas. La celebración cada dos años de JISBD en el marco de CEDI encaja con los objetivos citados de dicha organización.

Este volumen recoge los trabajos seleccionados por el Comité de Programa de JISBD'07. Se recibieron un total de 87 contribuciones de 9 países: España, Portugal, Argentina, Brasil, Chile, Colombia, Cuba, México y Venezuela. Cada contribución fue revisada por tres miembros del Comité de Programa. Posteriormente, se abrió una fase de discusión en la que se debatieron en mayor profundidad algunos trabajos y eventualmente se pidieron revisiones adicionales para ellos; asimismo, algunos trabajos se aceptaron condicionalmente, pendientes de verificar que la versión definitiva trataba adecuadamente los comentarios de los revisores; gracias al esfuerzo de los autores, todos estos trabajos fueron finalmente aceptados. Como resultado de todo el proceso, se configuró un programa compuesto por 30 artículos. Adicionalmente, se seleccionaron 5 trabajos más para su presentación como artículos cortos. Además, en esta edición de JISBD se recogió la posibilidad de presentar trabajos ya publicados en foros de prestigio reconocido. Se seleccionaron 4 artículos de esta modalidad. Finalmente, destacamos la celebración de una sesión para la presentación de herramientas, cuya convocatoria tuvo una acogida excelente por parte de la comunidad de JISBD, de manera que en dicha sesión se programaron un total de 19 demostraciones de herramientas.

El día previo a la conferencia, se organizaron un total de 7 talleres y un tutorial. Estos eventos están ganando importancia a cada nueva edición de JISBD y en el caso de los talleres, están creando sus propias comunidades con intereses más específicos. Algunos talleres ya están plenamente consolidados y llegan a acumular hasta un total de 8 ediciones. Cabe destacar que a partir de este año, las actas de los talleres se recogen en una publicación única en formato electrónico, con el soporte de SISTEDES, para potenciar la difusión de los trabajos presentados.

En referencia al programa, mencionar la participación de dos conferenciantes invitados de reconocido prestigio, siguiendo la pauta de ediciones anteriores. La primera conferencia impartida por Stephen Mellor, miembro del Object Management Group, y con un largo historial en la formulación de métodos para el análisis orientado a objetos. La segunda conferencia a cargo del profesor



John Mylopoulos, que posee igualmente una dilatada experiencia en diversos ámbitos de la ingeniería del software. La presencia de estos dos investigadores representó un elemento importante en el programa de las Jornadas.

Quisiera destacar un hecho que no por obvio, deja de ser merecedor de mención. La celebración de un evento de las características de JISBD, con una participación cada vez más numerosa y consolidada, y con unas exigencias de calidad que se van incrementando en cada edición, no podría realizarse sin la dedicación totalmente desinteresada de un gran número de personas. Desde el punto de vista científico, el trabajo en equipo desarrollado por los miembros del Comité Ejecutivo, en cuyo seno se han debatido los temas más candentes en la configuración de la oferta científica del congreso; y por supuesto la ardua y puntual labor de revisión efectuada por los miembros del Comité de Programa y los revisores adicionales. Desde el punto de vista organizativo, destacar la gran dedicación de los miembros del Comité Ejecutivo responsables de las tareas de enlace con CEDI, y la labor del Grupo Quercus de Ingeniería del Software de la Universidad de Extremadura, quienes han estado a cargo de todo el sistema de recepción y revisión de artículos. También deseo agradecer el soporte recibido por las entidades patrocinadoras y colaboradoras, y en especial la labor de respaldo de SISTEDES, tanto por lo que se refiere a apoyo logístico como a tareas de difusión, como ya se ha comentado. Y por último, especialmente, a los autores de los trabajos enviados a JISBD'07, en definitiva son ellos los que hacen posible la celebración del evento.

Finalmente, desear que el volumen que ahora tienes en tus manos, y que refleja el estado del arte en la investigación en Ingeniería del Software y Bases de Datos en la comunidad de habla hispana y portuguesa, sea de utilidad para tu trabajo.

Zaragoza, Septiembre 2007  
Xavier Franch (editor)

<b>Índice</b>	<b>9</b>
---------------	----------

**Índice**

**CONFERENCIAS INVITADAS**

<b>Creativity, Automation and Technology</b>	
<i>Stephen J Mellor</i> . . . . .	15
<b>Goal-Oriented Requirements Engineering</b>	
<i>John Mylopoulos</i> . . . . .	17

**TUTORIAL**

<b>Tutorial: Herramientas Eclipse para Desarrollo de Software Dirigido por Modelos</b>	
<i>Cristina Vicente-Chicote y Diego Alonso</i> . . . . .	21

**TRABAJOS RELEVANTES YA PUBLICADOS**

<b>Access Control and Audit Model for the Multidimensional Modeling of Data Warehouses</b>	
<i>Eduardo Fernández-Medina, Juan Trujillo, Rodolfo Villarroel y Mario Piattini</i> . . . . .	25
<b>A UML profile for multidimensional modeling in data warehouses</b>	
<i>Sergio Luján-Mora, Juan Trujillo e Il-Yeol Song</i> . . . . .	26
<b>Location-Dependent Queries in Mobile Contexts: Distributed Processing Using Mobile Agents</b>	
<i>Sergio Ilarri, Eduardo Mena y Arantza Illarramendi</i> . . . . .	27
<b>Integrating techniques and tools for testing automation</b>	
<i>Macario Polo, Sergio Tendero y Mario Piattini</i> . . . . .	28

**DESARROLLO DE SOFTWARE DIRIGIDO POR MODELOS**

<b>Utilidad de las transformaciones modelo-modelo en la generación automática de código</b>	
<i>Javier Luis Cánovas Izquierdo, Óscar Sánchez Ramón, Jesús Sánchez Cuadrado y Jesús García Molina</i> . . . . .	31
<b>Building Ubiquitous Business Process following an MDD approach</b>	
<i>Pau Giner, Victoria Torres y Vicente Pelechano</i> . . . . .	41
<b>A case study on modeling persistence with MDA tools</b>	
<i>Giuliano Luz Pigatti Caliarì y Paulo Sérgio Muniz Silva</i> . . . . .	51

### ALMACENES Y MINERÍA DE DATOS

<b>Ingeniería inversa dirigida por modelos para el diseño de almacenes de datos</b>	
<i>Jose-Norberto Mazón, Enrique Ortega y Juan Trujillo</i>	63
<b>Minería de datos con clustering en espacios multidimensionales mediante modelos conceptuales extendiendo UML</b>	
<i>Jose Zubcoff, Jesús Pardillo y Juan Trujillo</i>	73
<b>Una extensión del metamodelo relacional de CWM para representar Almacenes de Datos Seguros a nivel lógico</b>	
<i>Emilio Soler, Juan Trujillo, Eduardo Fernández-Medina y Mario Piattini</i>	83

### PRUEBAS DEL SOFTWARE

<b>Generación sistemática de pruebas para composiciones de servicios utilizando criterios de suficiencia basados en transiciones</b>	
<i>José García-Fanjul, Javier Tuya y Claudio de la Riva</i>	95
<b>Generación automática de objetivos de prueba a partir de casos de uso mediante partición de categorías y variables operacionales</b>	
<i>Javier J. Gutiérrez, María J. Escalona, Manuel Mejías, Jesús Torres y Arturo Torres-Zenteno</i>	105
<b>370.000 bugs del proyecto Debian pueden ser analizados usando btsextract</b>	
<i>Miguel Pérez Francisco y Pablo Boronat Pérez</i>	115

### TECNOLOGÍAS DE BASES DE DATOS

<b>Búsqueda de vecinos en espacios multidimensionales agujereados</b>	
<i>Manuel Barrena, Carlos Pachón y Elena Jurado</i>	125
<b>Indexación dinámica para la recuperación de información basada en búsqueda por similitud</b>	
<i>Nieves R. Brisaboa, Antonio Fariña, Oscar Pedreira y Nora Reyes</i>	134
<b>WCSA: Un autoíndice orientado a palabras para textos en lenguaje natural</b>	
<i>Eduardo Rodríguez, Antonio Fariña, Ángeles S. Places, José R. Paramá y Oscar Pedreira</i>	144

### LÍNEAS DE PRODUCTO. ORIENTACIÓN A ASPECTOS

<b>Variabilidad, Trazabilidad y Líneas de Productos: una Propuesta basada en UML y Clases Parciales</b>	
<i>Miguel A. Laguna y Bruno González-Baixauli</i>	157
<b>Verificación de Modelos Arquitectónicos Orientados a Aspectos</b>	
<i>Jennifer Pérez, Cristóbal Costa, Jose Ángel Carsí e Isidro Ramos</i>	167
<b>Gestión Integral de Requisitos de Seguridad en Líneas de Producto Software</b>	
<i>Daniel Mellado, Eduardo Fernández-Medina y Mario Piattini</i>	177

## REQUISITOS. METAMODELADO EN MEDICIÓN

<b>Una metodología para elicitación de requisitos en proyectos GSD</b> <i>Gabriela N. Aranda, Aurora Vizcaíno, Alejandra Cechich, Mario Piattini y Juan Pablo Soto</i>	191
<b>Una Aproximación de Metamodelado para la Evaluación de Calidad en Procesos de Desarrollo Web</b> <i>Cristina Cachero, Emilio Insfran, Silvia Abrahão y Geert Poels</i>	201
<b>Marco de Trabajo basado en MDA para la Medición Genérica del Software</b> <i>Beatriz Mora, Félix García, Francisco Ruiz, Mario Piattini, Artur Boronat, Abel Gómez, José Á. Carsí e Isidro Ramos</i>	211

## MODELIZACIÓN CONCEPTUAL DE DATOS

<b>Definición, importancia y especificación en UML de las restricciones de integridad constante y permanente</b> <i>Raquel Pau y Antoni Olivé</i>	223
<b>Modelado de Aplicaciones Web Reactivas al Usuario</b> <i>Irene Garrigós y Jaime Gómez</i>	232
<b>Towards Integration of Access Control in the Hypermedia Development Process</b> <i>Daniel Sanz, Paloma Díaz e Ignacio Aedo</i>	242

## ARQUITECTURAS SOFTWARE

<b>Diseño de Sistemas Groupware sobre una Arquitectura centrada en Servicios Cooperativos: Ágora</b> <i>Miguel A. Martínez-Prieto, Pablo de la Fuente y Carlos E. Cuesta</i>	255
<b>Una Propuesta de Libro Electrónico basada en Composición de Responsabilidades sobre la Estructura Lógica</b> <i>Miguel A. Martínez-Prieto, Pablo de la Fuente, Jesús Vegas y Joaquín Adiego</i>	265
<b>Recuperación y procesamiento de datos biológicos mediante Ingeniería Dirigida por Modelos</b> <i>Abel Gómez, Artur Boronat, Claudia Täubner, Jose Á. Carsí, Isidro Ramos y Silke Eckstein</i>	275

## MODELOS DE CALIDAD

<b>Evaluando la Calidad de los Datos en Portales Web</b> <i>Angélica Caro, Coral Calero y Mario Piattini</i>	287
<b>Una propuesta de un modelo conceptual de calidad de almacenes de datos</b> <i>Manuel Serrano, Rafael Romero, Jose-Norberto Mazón, Juan Trujillo y Mario Piattini</i>	297
<b>Evaluación de los niveles de calidad en las transformaciones de modelos basado en el estudio de factores de éxito</b> <i>Alejandro Gómez, Gustavo Muñoz y Juan Carlos Granja</i>	307

## PROCESOS

<b>Técnica de Mejora del Mantenimiento Software Basada en Valor</b> <i>Daniel Cabrero, Javier Garzás y Mario Piattini</i> . . . . .	317
<b>Modelo para la Implementación de Mejora de Procesos en Pequeñas Organizaciones Software</b> <i>Francisco J. Pino, Juan C. Vidal, Félix Garcia y Mario Piattini</i> . . . . .	326
<b>Especificación de Procesos de Negocio Seguros a través de una extensión de UML 2.0</b> <i>Alfonso Rodríguez, Eduardo Fernández-Medina, Mario Piattini y Juan Trujillo</i> . . . . .	336

## ARTÍCULOS CORTOS

<b>Eficacia del método ELVIRA - Relato de un experimento</b> <i>Montse Ereño y Rebeca Cortazar</i> . . . . .	349
<b>Tracking the Evolution of Feature Oriented Product Lines</b> <i>Salvador Trujillo, Gentzane Aldekoa y Goiuri Sagardui</i> . . . . .	355
<b>Transformaciones QVT para la obtención de Clases de Análisis a partir de un Modelo de Proceso de Negocio Seguro</b> <i>Alfonso Rodríguez, Ignacio García, Eduardo Fernández-Medina y Mario Piattini</i> . . . . .	361
<b>Definición de un Proceso para la Construcción de Refactorizaciones</b> <i>Raúl Marticorena, Carlos López y Yanía Crespo</i> . . . . .	367
<b>Combinando Modelos de Procesos y Activos Reutilizables en una Transición poco Invasiva hacia las Líneas de Producto de Software</b> <i>Orlando Avila-García, Antonio Estévez García, E. Victor Sánchez Rebull y José Luis Roda García</i> . . . . .	373

## DEMOSTRACIONES

<b>Generation of Business Process based Web Applications</b> <i>Pau Giner, Victoria Torres y Vicente Pelechano</i> . . . . .	381
<b>PervGT: Herramienta CASE para la Generación Automática de Sistemas Pervasivos</b> <i>Estefanía Serral, Carlos Cetina, Javier Muñoz y Vicente Pelechano</i> . . . . .	383
<b>UMLtoCSP: Una herramienta para la verificación de modelos UML/OCL mediante Constraint Programming</b> <i>Jordi Cabot, Robert Clarisó, Patricia de la Fuente Y Daniel Riera</i> . . . . .	385
<b>MDBE: Una Herramienta Automática para el Modelado Multidimensional</b> <i>Oscar Romero y Alberto Abelló</i> . . . . .	387
<b>MOMENT CASE: Un prototipo de herramienta CASE</b> <i>Abel Gómez, Artur Boronat, Jose Á. Carsí e Isidro Ramos</i> . . . . .	389
<b>Comprobación eficiente de restricciones de integridad en OCL</b> <i>Jordi Cabot y Ernest Teniente</i> . . . . .	391
<b>The MOVA Tool: A Rewriting-Based UML Modeling, Measuring, and Validation Tool</b> <i>Manuel Clavel, Marina Egea y Viviane Torres da Silva</i> . . . . .	393

<b>Demostración de la herramienta AGE (Agile Generative Environment)</b>	
<i>Jesús Sánchez Cuadrado y Jesús García Molina . . . . .</i>	395
<b>ModelSET: Soporte a Edición y Transformaciones de Modelos</b>	
<i>Antonio Estévez García, E. Victor Sánchez Rebull, Francisco Vargas Ruiz, Orlando Avila-García, Adolfo Sánchez-Barbudo Herrera y José Luis Roda García . . . . .</i>	397
<b>PRISMA CASE</b>	
<i>Jennifer Pérez, Cristóbal Costa, Jose A. Carsí e Isidro Ramos . . . . .</i>	399
<b>StateML: modelado gráfico de máquinas de estados y generación de código siguiendo un enfoque MDE</b>	
<i>Cristina Vicente-Chicote, Diego Alonso y Bárbara Álvarez . . . . .</i>	401
<b>V<sup>3</sup> Studio: Un entorno gráfico para el diseño de sistemas basados en componentes siguiendo un enfoque dirigido por modelos</b>	
<i>Cristina Vicente-Chicote, Diego Alonso y Olivier Barais . . . . .</i>	403
<b>REMM-Studio: Un entorno integrado para dar soporte a un enfoque de Ingeniería de Requisitos Dirigido por Modelos</b>	
<i>Cristina Vicente-Chicote, Begoña Moros y Ambrosio Toval . . . . .</i>	405
<b>MORPHEUS: support from AO-Requirements to AO-Software Architecture</b>	
<i>Elena Navarro, Patricio Letelier e Isidro Ramos . . . . .</i>	407
<b>Maudeling: Herramienta de gestión de modelos usando Maude</b>	
<i>José E. Rivera, Francisco Durán, Antonio Vallecillo y J. Raúl Romero . . . . .</i>	409
<b>WebTE: Generación de aplicaciones Web dirigida por modelos</b>	
<i>Santiago Meliá , Jaime Gómez y Jose Luis Serrano . . . . .</i>	411
<b>CE4WEB: Una Herramienta CASE Colaborativa para el Modelado de Aplicaciones con UML</b>	
<i>Víctor M.R. Penichet, María D. Lozano, J.A. Gallud y R. Tesoriero . . . . .</i>	413
<b>MaCMAS CASE Tool Demonstration: MDD-based refinement of Collaboration-Based UML Models</b>	
<i>Joaquín Peña y Antonio Ruiz-Cortés . . . . .</i>	415
<b>FAMA:hacia el análisis automático de modelos de características</b>	
<i>Pablo Trinidad, David Benavides, Sergio Segura y Antonio Ruiz Cortés . . . . .</i>	417

# Una extensión del metamodelo relacional de CWM para representar Almacenes de Datos Seguros a nivel lógico

Emilio Soler(1), Juan Trujillo(2),  
Eduardo Fernández-Medina(3) y Mario Piattini(3)

(1)Departamento de Informática. Universidad de Matanzas. Cuba

emilio.soler@umcc.cu, <http://www.umcc.cu>

(2)Departamento de Lenguajes y Sistemas Informáticos. Universidad de Alicante. España

jtrujillo@dlsi.ua.es, <http://www.dlsi.ua.es>

(3)Grupo ALARCOS, Universidad de Castilla-La Mancha. España

{eduardo.fdzmedina, mario.piattini}@uclm.es, <http://www.uclm.es/>

## Resumen

Generalmente las medidas de seguridad para Almacenes de Datos (ADs) se implementan directamente en los sistemas comerciales en fases finales de diseño pues no existe un estándar para el intercambio y la interoperabilidad de los metadatos. La propuesta *Common Warehouse Metamodel (CWM)* es ampliamente aceptada como un estándar para el intercambio y la interoperabilidad de los metadatos sin embargo, no permite especificar medidas de seguridad. En este artículo utilizamos los propios mecanismos de extensión que proporciona CWM para extender el paquete relacional de modo que permita representar todas las reglas de seguridad y auditoría capturadas durante la etapa del modelado conceptual de ADs. Además, mostramos los beneficios de nuestra extensión aplicándola a un caso de estudio relacionado con la gestión de un consorcio farmacéutico.

## 1. Introducción

Según el actual desarrollo de la tecnología digital, las organizaciones adoptan más sistemas informatizados, que depende tanto de bases de datos (BD) como de Almacenes de Datos (ADs). En consecuencia, la supervivencia de las organizaciones dependen de una apropiada

manipulación de la seguridad y confiabilidad de la información [3]. Normalmente en los proyectos de ADs los aspectos de seguridad se implementan en fases finales de diseño. Sin embargo, la seguridad de la información es un serio requisito que debe ser cuidadosamente considerado, no como un aspecto aislado, sino como un elemento que esté presente en todas las etapas del ciclo de vida de desarrollo, desde el análisis de requisitos hasta la implementación y mantenimiento [2]. Lo anterior justifica que es crucial especificar medidas de confiabilidad en el diseño de ADs y hacerlas cumplir.

Por otro lado, es ampliamente aceptado que el diseño de ADs se basa en el modelado multidimensional (MD), el cual estructura la información en hechos y dimensiones. Para el diseño de ADs nos basamos en la Arquitectura dirigida por Modelos (MDA) [14]. MDA propone modelos a diferentes niveles: a nivel conceptual el modelo independiente de la plataforma (PIM) y a nivel lógico el modelo dependiente de la plataforma (PSM). En nuestro contexto el PIM se corresponde con el metamodelo presentado en los trabajos [6, 5, 24], donde los autores extienden la propuesta basada en UML [9] para incorporar aspectos de seguridad en el diseño conceptual de ADs. El PSM se corresponde con nuestra extensión de CWM a nivel lógico.

En [11] ha sido empleado MDA para el desarrollo de ADs, eligiendo al metamodelo relacional de CWM [13] como PSM. El metamodelo relacional de CWM permite el intercambio entre BDs relacionales para la mayoría de los sistemas comerciales [18]. Sin embargo, las medidas de seguridad y auditoría no pueden ser modeladas en CWM porque este no proporciona constructores de modelado para representar la seguridad de datos tales como, los derechos de acceso para usuarios o roles [12]. La mayoría de los enfoques de control de acceso de datos están basados en las estructuras de metadatos de productos de software específicos [17], de manera que integrar la seguridad relacionada con los metadatos en CWM beneficia el soporte de la seguridad y facilita el establecimiento de un mecanismo de control de acceso estandarizado para ADs [12]. Según MDA no necesitamos los metadatos de un SGBD específico, sino un metamodelo que nos permita representar medidas de seguridad y auditoría para ADs a nivel lógico. Por lo tanto, en este artículo presentamos una extensión del metamodelo relacional de CWM usando sus propios mecanismos de extensión.

El resto de este artículo se estructura como sigue. El trabajo relacionado es discutido en la sección 2. El modelado MID seguro es introducido en la sección 3. La sección 4 muestra una visión general de CWM. La sección 5 presenta nuestra extensión del metamodelo relacional de CWM, en la siguiente sección proponemos un caso de estudio para mostrar los beneficios de nuestra extensión. Finalmente, la sección 7 presenta las principales conclusiones y delinea el trabajo futuro inmediato.

## 2. Trabajo relacionado

La literatura más relevante sobre este tema comprende varias iniciativas para incluir seguridad en el diseño de ADs. En [7] los autores describen un modelo prototipo para la seguridad en ADs basado en los metadatos que permite definir vistas de datos para cada grupo de usuarios, sin embargo, no permite especificar restricciones complejas de confidencialidad. Rosenthal y Sciore [19], extien-

den los permisos de SQL y crean un mecanismo de inferencias para establecer la seguridad en ADs. Otro intento es la arquitectura para Sistemas de Información Federados (SIF) y ADs que preserva la integración multinivel entre los SIF y los ADs [21]. Estas aproximaciones ([7, 19, 21]) son atractivas pero solo se refieren a temas prácticos tales como la adquisición, almacenamiento y el control de acceso en el lado *On-Line Analytical Processing* (OLAP). Ninguna de ellas examina la representación de la seguridad en los niveles conceptual y lógico para el diseño de ADs.

Por otro lado, existen iniciativas más elaboradas que proponen modelos de autorización para el diseño de ADs. Por ejemplo, en [8] los autores proponen un concepto de seguridad para OLAP, que constituye un modelo de seguridad para ADs basado en roles. Priebe y Pernul [17] proponen una metodología de diseño similar a la clásica metodología de diseño para bases de datos (análisis de requisitos, diseño conceptual, lógico y físico) cubriendo los requisitos y la implementación en sistemas comerciales. En [16] los mismos autores extienden el modelo ADAPTed UML para la fase del diseño conceptual, especificando una metodología y un lenguaje de restricciones multidimensional para el modelado conceptual de la seguridad OLAP. En [4] los autores muestran que los privilegios de acceso para ADs y OLAP pueden ser expresados más intuitivamente que mediante las sentencias de los permisos de SQL, su modelo de control de acceso se centra específicamente en expresividad y usabilidad. Estas propuestas ([8, 17, 16]) ofrecen modelos de seguridad a nivel conceptual por medio de restricciones de seguridad, pero básicamente tratan con operaciones OLAP, aunque las mejores referencias en esta área. Como resumen, estos trabajos implementan las reglas de seguridad consideradas en su aproximación conceptual en sistemas comerciales de bases de datos. Por otro lado, nosotros basamos nuestra propuesta en los trabajos [6, 5, 24], en los cuales los autores abogan por el diseño de medidas de seguridad en todas las fases del diseño de los ADs, desde el nivel conceptual hasta la im-

plementación. Por consiguiente, en este artículo, extendemos formalmente a CWM de modo que nos permita transformar automáticamente todas las reglas de seguridad consideradas a nivel conceptual en una representación lógica del ADs.

Existen numerosas propuestas que extienden a CWM con diferentes propósitos: para el modelado lógico objeto-relacional orientado al almacenamiento de datos y el correspondiente proceso ETL [10], para la biblioteca universal de minería de datos que implementa algoritmos y métodos de minería de datos [23], para el registro de la traza de la evolución de la información de los metadatos para poder mantener consistencia durante la evolución de la metaclass [25], para representar e integrar los metadatos generados por datos y los metadatos de líneas de implementación [20] y para construir modelos conceptuales de limpieza y calidad de datos aplicables al contexto operacional y de *data warehousing* [1]. Sin embargo, ninguna de las propuestas anteriores extiende el metamodelo relacional de CWM con aspectos de seguridad. Solo el trabajo presentado en [22] muestra cómo CWM puede ser adecuado para representar medidas de seguridad a nivel lógico, aunque no es formalmente extendido a través de los mecanismos de extensión que ofrece CWM.

## 3. Modelado multidimensional

Las principales propiedades del modelado multidimensional son representadas por un perfil UML [9] que está basado en el modelado conceptual OO. En [6] el anterior perfil es reutilizado para el diseño de un modelo conceptual MD que permite clasificar tanto información como usuarios, para representar los principales aspectos de seguridad en el modelado conceptual de ADs. Por lo tanto, este perfil nos permite clasificar la información de seguridad que será usada en nuestro modelado conceptual de ADs. Para cada elemento del modelo (la clase *Fact*, la clase *Dimension*, *FactAttribute*, etc.), es definida su información de seguridad especificando una secuencia de niveles de seguridad, un conjunto de categorías de usuarios y

un conjunto de roles de usuario. Son consideradas además, restricciones de seguridad para especificar seguridad en atributos. Estas restricciones y la información de seguridad indican las propiedades de seguridad que tienen los usuarios para permitir el acceso a la información. Este perfil es llamado *Secure Data Warehouses* (SECDDW), su descripción es representada como un paquete de UML. Todas las restricciones anteriores *AuthRule*, *AuthorizationRule* y *SecurityRule* se modelan como notas de UML.

En el modelado seguro multidimensional (MID) considerado (*Secure Multidimensional Modeling*) las propiedades estructurales del modelado MID se representan mediante diagramas de clases UML que organizan la información en hechos y dimensiones de manera muy clara. Estos hechos y dimensiones se representan mediante las clases *SFact* y *SDimension* respectivamente, donde S significa la abreviación de la palabra *secure*. Con respecto a las *SDimensions*, cada nivel en la jerarquía de clasificación es especificado por una clase *SBase*. Una asociación de clases *SBase* especifica la relación entre dos niveles de una jerarquía de clasificación. Cada clase *SBase* también debe contener un atributo seguro *OID* (SOID) y un atributo *SDescriptor* (SD). La clase llamada *UserProfile* contendrá la información de todos los usuarios con acceso al modelo multidimensional. En la Figura 4 de la sección 6 mostramos un ejemplo de modelado MID.

En la siguiente sección presentamos una descripción general de CWM, destacando los diferentes mecanismos para su extensión.

## 4. Un visión general de CWM

El principal propósito de CWM [13] es permitir el almacenamiento de los metadatos de inteligencia del negocio y el fácil intercambio entre las herramientas de almacenamiento, las plataformas de almacenamiento y los repositorios de metadatos en ambientes heterogéneos y distribuidos. CWM está basado en los tres estándares de la industria: i) UML - *Unified Modeling Language*, un estándar de OMG para el modelado, ii) MOF - *Meta Object Facility*,



un estándar de OMG para el metamodelado y repositorio de metadatos, y iii) XMI - XML Metadata Interchange, un estándar de OMG para el intercambio.

El estándar UML define un rico lenguaje de modelado que es soportado por un amplio rango de herramientas de diseño gráfico. El estándar MOF (*Model Object Facility*) define un marco extensible para definir modelos para metadatos y ofrecer herramientas con interfaces programables para almacenar y poder acceder a los metadatos en un repositorio. El estándar XMI (*XML Metadata Interchange*) permite que los metadatos sean intercambiados mediante un flujo o mediante ficheros con un formato estándar basado en XML. CWM ha sido diseñado para ajustarse al "modelo MOF" perteneciendo al metamodelo de la capa M2. Para más detalles sobre las diferentes capas de metamodelos de CWM referimos al lector a [13, 18].

4.1. Organización de CWM

CWM está organizado en 21 paquetes separados, agrupados en cinco capas escalables por medio de roles similares (más detalles en [13]). Para nuestros propósitos nos centramos en la capa *Resource*, más precisamente en el paquete *Relational*. La capa *Resource* describe la estructura de las fuentes de datos que actúan como origen o destino en un intercambio. El paquete relacional es un metamodelo relacional que describe los metadatos correspondientes a las fuentes de datos relacionales. El acceso a estas fuentes de datos se realiza a través de una interfase relacional, como por ejemplo un SGBD relacional nativo, *Object DB Connectivity* o *Java DB Connectivity*.

4.2. Mecanismos de extensión de CWM

CWM proporciona mecanismos de extensión para construir metamodelos específicos. Según [13], hay dos técnicas generales para extender a CWM: i) uso del mecanismo general de extensión que ofrece UML *Object Model* mediante valores etiquetados y estereotipos. Esta aproximación es normalmente usada para extensiones menores (por ejemplo, pa-

ra adicionarle atributos al modelo de objetos) que no son lo suficientemente significativas para requerir la creación de un modelo específico. ii) Las extensiones de modelos no normativas o extensiones modeladas (para más detalles consulte [18]) documentados como paquetes de metamodelos adicionales para extender el metamodelo de CWM. Esta propuesta es utilizada para extensiones más complejas, el propio CWM está construido siguiendo este tipo de extensión. Para representar requisitos de seguridad a nivel lógico necesitamos introducir nuevas clases y asociaciones, por ello, la extensión no normativa es el mecanismo preferido, pues no se trata de una simple extensión [18].

En la siguiente sección vamos a utilizar el mecanismo de extensión no-normativa para extender el metamodelo *Relational* de CWM.

5. La extensión relacional

Esta extensión del paquete relacional de CWM define nuevas clases para poder representar a nivel lógico todos los requisitos de seguridad y auditoría capturados durante la fase del modelado conceptual de ADs. Esta extensión será llamada metamodelo seguro relacional de ADs (SECRDW), la cual depende de los paquetes de CWM: *Relational*, *Core* y *DataTypes*.

En la Figura 1 mostramos en color gris las nuevas clases que conforman el paquete SECRDW. La metaclass *Schema (SCatalog)* especializa a *Schema (SCatalog)* para permitir un esquema (catálogo) seguro. *STable* y *UserProfile* especializan a la metaclass *Table*. *SColumn* es especializada en la metaclass *Column*. La tabla *UserProfile* es una tabla que almacena información de usuarios con acceso al sistema, estos derechos son especificados por *SecurityProperty (securityLevel, securityCompartment y securityRole)*. *STable* y *SColumn* tienen asociada información de seguridad mediante *SecurityProperty (securityLevel, securityCompartment y securityRole)*. *SecurityProperty* especializa a la metaclass *Class* del *Core*, con ella establecemos mediante los valores de *securityLevel, securityCompartment y securityRole* propiedades de acceso sobre tablas y columnas que el usuario debe cumplir

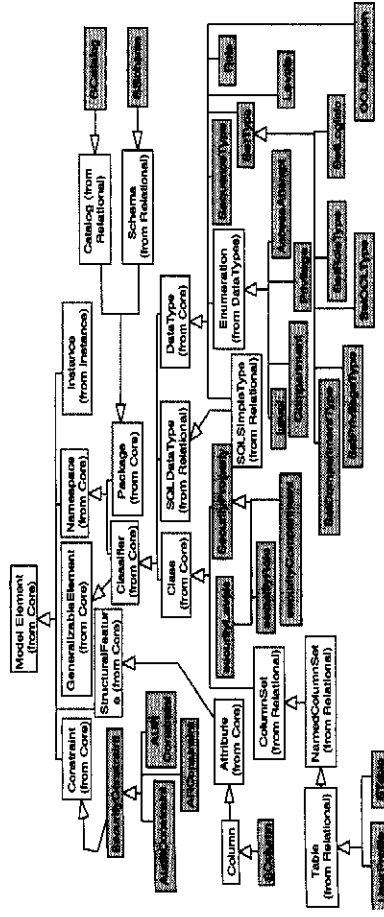


Figura 1: Herencia en el metamodelo SECRDW

para poder acceder.

*AuditConstraint* es útil para analizar y registrar los accesos a tablas y columnas realizados por los usuarios durante el uso del sistema. *ARConstraint* permite definir reglas para especificar las políticas de seguridad multinivel en tablas y columnas. *AURConstraint*, puede coexistir con *ARConstraint* para especificar el acceso a tablas y columnas, de esta manera permite definir modelos de seguridad mucho más elaborados. La metaclass *SecurityConstraint* lógicamente hereda propiedades de la *Constraint* del *Core*. Los tipos de datos se estudian más a fondo en la siguiente sección.

5.1. Nuevos tipos de datos

En general, los paquetes de CWM solo soportan atributos cuyos tipos de datos son considerados necesarios para el intercambio de información entre sistemas [13]. Para representar a nivel lógico información de seguridad y auditoría necesitamos nuevos tipos de datos. En la Figura 2 aparecen en color gris las nuevas clases, que en un caso heredan de *DataType* y en otro de *Enumeration*. Estos nuevos tipos de datos son necesarios para modelar tan propiedades de acceso (mediante *securityProperty*) como requisitos y restricciones (mediante *SecurityConstraint*) a *STable*, *UserProfile* y *SColumn*.

La clase *SequenceType* representa un tipo

de dato que permite especificar todos los niveles de seguridad que pueden ser usados por los elementos del modelo (ordenados del menos al más restrictivo). *Level* es una enumeración ordenada compuesta por todos los niveles de seguridad que han sido considerados (*unclassified, confidential, secret y top Secret*). *Compartment* es una enumeración compuesta por todas las categorías de usuario que han sido consideradas. *Privilege* es una enumeración compuesta por todos los privilegios que han sido considerados (*read, insert, delete, update, all*). *Attempt* es una enumeración compuesta por los diferentes tipos de accesos que han sido considerados (*all, frustratedAttempt, successfullAccess, none*). *Levels* es un intervalo de niveles compuesto por *lowerLevel* y *upperLevel*. Si los niveles de seguridad *lowerLevel* y *upperLevel* coinciden, todas las instancias tendrán el mismo nivel de seguridad, en caso contrario, el nivel específico será definido de acuerdo a una *securityConstraint*. *OCLExpression* define una expresión *Object Constraint Language (OCL)* que tienen que cumplir los usuarios del sistema en alguna condición. *Role* representa la estructura de roles jerárquica definida. *SetRoleType* especifica un conjunto de roles de usuarios, cada rol es la raíz de un subárbol en la jerarquía de roles considerada. *SetCompartmentType* representa al conjunto de *compartments* definidos por la organización. *SetPrivilegeType* espe-

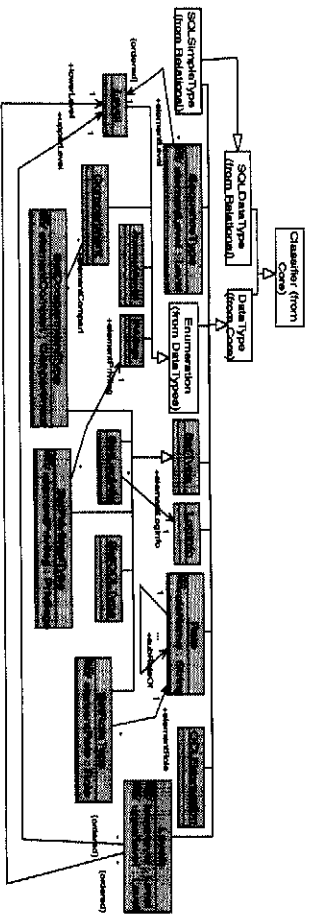


Figura 2: Nuevos tipos de datos

cifica los privilegios que un usuario puede recibir o perder. *SetOCLType* especifica las tablas involucradas en una consulta realizada por un usuario del sistema. *SetLogInfo* especifica los elementos que se quieren registrar para una futura auditoría, normalmente se refiere al sujeto que solicita el acceso (*subjectID*), las tablas o columnas accedidas (*objectID*), la operación solicitada (*action*), el tiempo de la solicitud (*time*) y el responsable del control de acceso (*response*).

5.2. Nuevas clases y asociaciones

El paquete *SECROW* define los contenedores *Schema* y *SSchema* respectivamente. *Schema* es un repositorio local de metadatos que describe todas las bases de datos mantenidas por el motor del SGBD relacional. *SSchema* es una colección de *Tables* y *securityProperties* que garantiza la seguridad a nivel de modelo. *ColumnSet* representa cualquier forma de datos relacional. *STable* y *UserProfile* heredan de *Table*, ambos contienen *Columns*. Obsérvese en la Figura 3 que la tabla *UserProfile* contiene columnas para especificar las propiedades de acceso (*securityProperty*) que tiene el usuario. *UserProfile* a diferencia de *STable* es única y no tiene asociación con el resto de las tablas del sistema. *ForeignKey* asocia columnas de una tabla con columnas de otra tabla. La clase *PrimaryKey* hereda de *UniqueConstraint*. Las metaclasses *PrimaryKey* y *ForeignKey* son dominadas por la metaclass *STable* (vea la Figura 3). Para representar medidas de

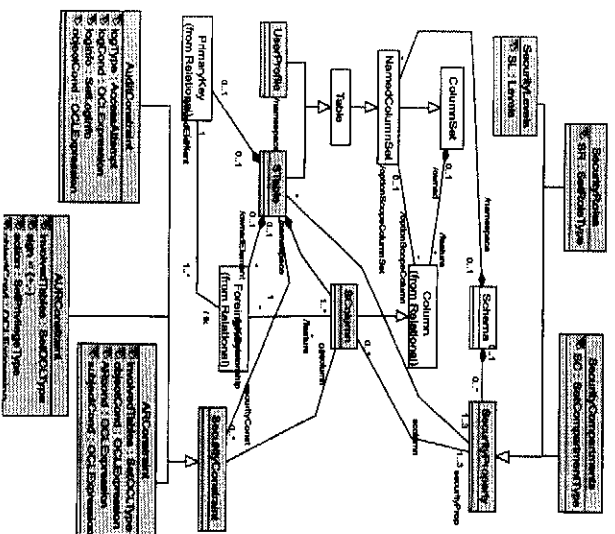


Figura 3: Nuevas clases y asociaciones

seguridad y auditoría en el nuevo metamodelo, adicionamos algunas metaclasses. La metaclass *SecurityProperty* hereda de la metaclass *Class* (del *Core*) y se especializa como las metaclasses *SecurityLens*, *SecurityComparants* y *SecurityRoles*. Además, para representar restricciones de seguridad, reglas de autorización en el nuevo metamodelo adicionamos las clases *ARConstraint* y *ULRConstraint* que heredan de *SecurityConstraint*. Para especificar restricciones dependiendo de una información particular de un usuario o un grupo de usuarios, introducimos la metaclass *UserProfile*. Obsérvese en la Figura 3 las nuevas clases que hemos adicionado al paquete relacional de CWM, así como las nuevas asociaciones entre ellas. Las nuevas clases contienen atributos cuyos tipos han sido especificados en la Figura 2. Estos atributos permiten representar toda la información de seguridad capturada durante la etapa del modelado conceptual de los ADS.

En la siguiente sección vamos a mostrar cómo usamos la extensión realizada en la representación a nivel lógico de un modelo MD seguro.

6. Caso de estudio

En esta sección, aplicamos nuestra extensión del metamodelo relacional de CWM en el contexto de un consorcio farmacéutico. El consorcio administra varias farmacias que brindan diferentes tipos de servicios a la comunidad, quiere controlar todo lo referente a las vent

de nuestro SMD PIM, que ilustra una parte del ADS que se requiere para el problema anterior. La *SFact Sales\_Prescription* (estereotipo *SFact*) contiene toda la información de las ventas en una o más farmacias, y puede ser accedido por usuarios que tienen el nivel de seguridad *secret* o *topSecret*, desempeñan el rol *Administrative* o *Pharmacist* y pertenecen a uno de los *compartments pharmacovigilanceCenter, healthOversightCenter* o *commercialManagerCenter*. El atributo *sales* solo puede ser accedido por los usuarios que desempeñan el rol *administrative* (valor etiquetado *SR* del atributo *sales*) y pertenece al *compartment commercialManagerCenter*, por consiguiente el acceso a este atributo está prohibido para otros usuarios. El atributo *income* puede ser accedido solo por usuarios que desempeñan el rol *administrative* (valor etiquetado *SR* del atributo *income*). Otras clasificaciones estáticas para los usuarios del modelo conceptual representado en la Figura 4 son: La *SFact Sa-*

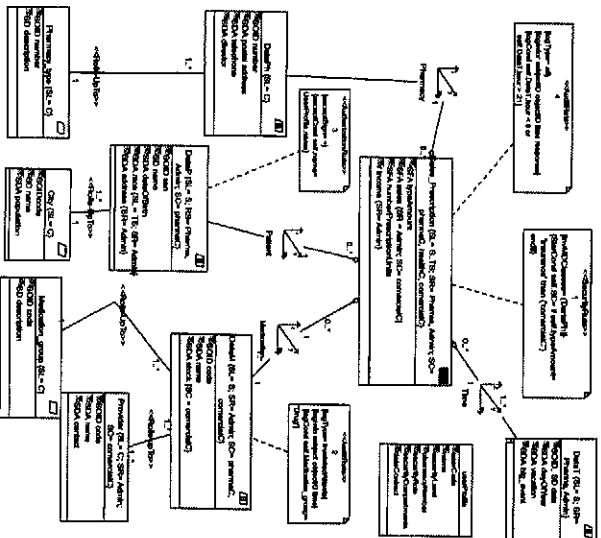


Figura 4: Modelo MD seguro

les *Prescription* contiene cuatro dimensiones (*Pharmacy, Patient, Medication* y *Time*) que contienen jerarquías de *SFact*. El acceso a es-

6.1. Definiendo el PIM

En la Figura 4 mostramos una instancia del metamodelo *SECROW*, es decir, una instancia

de medicamentos mediante las recetas médicas. Para definir una clasificación de datos y usuarios que es típico para este tipo de negocio (la más general es *Pharmacy Employee*, el cual es especializado en los roles *Pharmacist* y *nonPharmacist*, los cuales a su vez son especializados en los roles *assistant* y *technicians* en el primer caso, y como *maintenace* y *administrative* en el último). Hemos considerado los siguientes niveles de seguridad: *confidential, secret* y *topSecret*. Dentro de la empresa existe un grupo de farmacovigilancia, que vela por la seguridad del uso de ciertos fármacos y un comité que vela por la salud de sus clientes, por ello hemos definido cuatro *securityCompartments: pharmacovigilanceCenter, generalCenter, healthOversightCenter* y *commercialManagerCenter*.

tas jerarquías de *SBase*s se establece de manera análoga a como se hizo con la *SFact*. La clase *UserProfile* contiene la información de todos los usuarios que tendrán acceso a este modelo multidimensional. Cada usuario tiene asociado una *securityLevels* (SL), un *securityRoles* (SR) y un *securityCompartments* (SC). Varias restricciones de seguridad han sido definidas usando los estereotipos, los valores etiquetados y las restricciones especificadas. Los siguientes párrafos se corresponden con las notas 1 y 2 de la Figura 4:

1. Para cada instancia de la clase de hecho *Sales\_Prescription*, si el tipo de *payment* es a través de un seguro el *securityCompartment* será *comercialManagerCenter* (valor etiquetado SC). Esta restricción es solo aplicada si el usuario realiza una consulta cuya información viene de *DataPh*.
2. Se quiere registrar el sujeto, objeto y tiempo para cada intento de acceso frustrado a la descripción de las drogas en *DataM* (*Data Medication*).

6.2. Definiendo el PSM

A partir del PIM representado en la Figura 4, aplicamos relaciones QVT [15] para obtener una instancia del metamodelo SECRDW, es decir, una instancia de nuestro SMD PSM (vea la Figura 5) que representa un esquema *snowflake* para ADs a nivel lógico. Esta instancia del PSM se corresponde con una instancia del metamodelo extendido en la subsección 5.2. Con la extensión de CWM formalizamos los conceptos para una plataforma relacional, aunque ellos son cercanos al modelado multidimensional cuando el paradigma lógico utilizado no fuese una representación del ADs tan parecida a la del modelo relacional, entonces la transformación del modelo conceptual al relacional resulta muy interesante en lo que respecta a la seguridad.

El hecho *Sales\_Prescription* es representado en la Figura 5 mediante la *STable Sales\_Prescription*. En esta tabla representamos todas sus columnas, así como también toda la

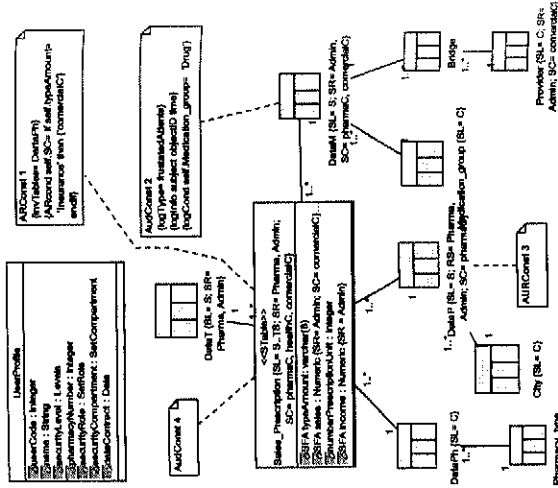


Figura 5: Esquema snowflake a nivel lógico

información de seguridad asociada que restringe el acceso a la propia tabla y a sus columnas. Cada *SBase* es transformada en una *STable*. La clase *UserProfile* es transformada en la tabla *UserProfile*. Para representar la relación *many-to-many* entre las tablas *DataM* y *Provider* hemos creado un tabla puente. Las informaciones de seguridad (SL, SR y SC) representadas en la tabla *Sales\_Prescription* de la Figura 5 constituyen instancias de la clase *SecurityProperty* que aparece en la Figura 3. Esta información de seguridad es modelada a nivel lógico en el encabezamiento de la propia tabla (vea la Figura 5). Las restricciones de seguridad *SecurityRule 1*, *AuditRule 2*, *AuthorizationRule 3* y *AuditRule 4* que aparecen en la Figura 4 son transformadas en instancias de la clase *SecurityConstraint* que aparece en la Figura 3. Estas instancias son representadas en la Figura 5 como notas UML con los nombres *AURConst 1*, *AURConst 2*, *AURConst 3* y *AURConst 4*, sin embargo, para hacer la Figura 5 más comprensible, solo mostramos los atributos de las clases *AURConst 1* y *AURConst 2*, los que constituyen instancias de las clases representadas en la Figura 2.

nos permite elegir el tipo de auditoría *logType* ni la condición referente a columnas de tablas diferentes (*logCond*).

7. Conclusiones y trabajo futuro

En este trabajo hemos presentado una extensión del paquete relacional de CWM para representar a nivel lógico todos los requisitos de seguridad y auditoría capturados durante la fase del modelado conceptual de ADs. Esta propuesta está alineada con MDA, la que nos permite contemplar aspectos de seguridad en todas las fases de diseño de los ADs, desde el PIM con la propuesta del modelado conceptual basado en UML, así como su correspondiente representación a nivel lógico basada en el presente trabajo. Para mostrar la validez de nuestra extensión hemos desarrollado un caso de estudio que ilustra cómo modelamos a nivel lógico todas las medidas de seguridad y auditoría representadas durante la fase del modelado conceptual de los ADs. Nuestro trabajo futuro inmediato consiste en adaptar la propuesta *i\**, de modo que permita modelar aspectos de seguridad y auditoría para ADs en la fase de análisis de requisitos.

Agradecimientos

Este proyecto ha sido parcialmente financiado por los proyectos METASIGN (TIN2004-00779) del Ministerio Español de Educación y Ciencias, del gobierno regional de Valencia, DIMENSIONS (PBC-05-012-1) y DADS (PBC-05-012-2) FEDER y por la consejería de Ciencia y Tecnología de la Junta de Comunidades de Castilla-La Mancha (España).

Referencias

- [1] G. C. M. Amaral y M. L. M. Carnopos, "AQUAWARE: A Data Quality Support Environment for Data Warehousing", SBBD'04, Brasil (2004).
- [2] P. Devanbu and S. Stubblebine, "Software Engineering for Security: a Roadmap";

```

a)
SET LEVELS (SALARY, User1, TS, S, S)
SET GROUPS (SALARY, User1, Pr, Adm, Pr, Adm)
SET COMPARTMENTS (SALARY, User1, Pr, Adm, Pr, Adm)
SET USER_PROG (SALARY, User1, FULL, WRITEUP, WRITEDOWN, WRITEACCESS)

b)
CREATE FUNCTION Funcion1 () RETURN UBSYS.LABC_LABEL
As MyLabel varchar(200);
Begin
MyLabel := 'S:Pr:Adm:pharmac:health:comercial';
Return TO_LABC_LABEL (MyPolicy, 'MyLabel');
End;

c)
CREATE FUNCTION Funcion2 (pParamoure varchar(20))
Return UBCOSTS.LABC_LABEL
As MyLabel varchar(200);
Begin
If (pParamoure = 'Insurance') then MyLabel := 'S:Pr:Adm:comercial:des';
else
MyLabel := 'S:Pr:Adm:pharmac:health:comercial';
end;
Return TO_LABC_LABEL (MyPolicy, 'MyLabel');
End;

d)
CREATE FUNCTION Funcion3 (MyPolicy, Sales_Prescription, Scheme, Funcion2)
Return UBCOSTS.LABC_LABEL
As MyLabel varchar(200);
Begin
MyLabel := 'MyPolicy';
MyLabel := 'Sales_Prescription';
MyLabel := 'Scheme';
MyLabel := 'Funcion2';
Return TO_LABC_LABEL (MyPolicy, 'MyLabel');
End;
    
```

Figura 6: Implementando restricciones en Oracle

6.3. Ejemplo de código en Oracle

Para finalizar nuestro caso de estudio mostramos algunas implementaciones de los aspectos de seguridad modelados en la instancia del metamodelo SECRDW que aparecen en la Figura 5. Hemos elegido la versión 10 del SGBD Oracle ya que brinda facilidades para la seguridad y la auditoría mediante sus componentes llamados *Oracle Label Security* (OLS10g), *Virtual Private Databases* (VPD) y *Oracle Fine-Grained Auditing* (FGA). Para explicar los aspectos de seguridad que contempla nuestra extensión primeramente creamos una política de seguridad llamada 'MyPolicy' y 'Levels, compartments' y grupos de jerarquías válidos.

En la Figura 6 a) mostramos cómo el usuario User1 satisface las propiedades de seguridad para la tabla *Sales\_Prescription*. Figura 6 b) muestra como definimos y establecemos la información de seguridad para la tabla *Sales\_Prescription* a través de las funciones etiquetadas de OLS, aunque no podemos considerar seguridad a nivel de columna. *AURConst 1* es implementada mediante la función etiquetada que aparece en la Figura 6 c). FGA nos permite definir e implementar la *AURConst 2* (vea la Figura 6d)), aunque no podemos implementar *logType* ni *logCond* pues FGA no

- presented at The Future of Software Engineering, Limerick, Ireland (2000).
- [3] G. Dhillon and J. Backhouse, "Information Systems Security Management in the New Millennium", *Communications of the ACM*, vol. 43 (7) (2000).
- [4] W. Esmayr, E. Weippl, F. Lichtenberger, W. Winwarter, y O. Mangsengi, "An Authorization Model for DWS and OLAP", *SRDS'2001*, New Orleans, USA (2001).
- [5] E. Fernandez-Molina, J. Trujillo, R. Villarreal, y M. Piattini, "ACA Model for the MD Modeling of DWS", *DSS*, vol. 42 (2006), pp. 1270-1289.
- [6] E. Fernandez-Molina, J. Trujillo, R. Villarreal, y M. Piattini, "Developing Secure DWS with a UML Extension", *I. S.*, 32(6): 826-856 (2007)
- [7] N. Katic, G. Quirchmayr, J. Schiefer, M. Skolba, y A. M. Tjoa, "A Prototype Model for DW Security Based on Metadata", *DEXA'98*, Vienna, Austria (1998).
- [8] R. Kirkoze, N. Katic, M. Stolda, y A. M. Tjoa, "A Security Concept for OLAP", *DEXA'97*, Toulouse, France (1997).
- [9] S. Luján-Mora, J. Trujillo, e I. Y. Song, "A UML profile for MD modeling in DWS", *DKE*, vol. 59, (2006), pp. 725-769.
- [10] T. Maier, "A Formal Model of the ETL process for OLAP-Based Web Usage Analysis", *WebKDD'04*, USA (2004).
- [11] J.-N. Mazón, J. Trujillo, M. Serrano, and M. Piattini, "A MDA approach for the development of DWS", *D.S.S.* (2007), doi:10.1016/j.dss.2006.12.003
- [12] F. Melchert, A. Schwinn, C. Herrmann, y R. Winter, "Using Reference Models for Data Warehouse Metadata Management", *Americas Conference on I. S.*, Omaha, USA (2005).
- [13] OMG, "CWM Specification 1.1" (2003).
- [14] OMG, "MDA Guide Version 1.0.1", J. M. a. J. Mukerji, Ed.: *OMG* (2003).
- [15] OMG, "MOF 2.0 QVT Final Adopted Specification", (2005).
- [16] T. Priebe y G. Pernul, "A Pragmatic Approach to Conceptual Modeling of OLAP Security", *ER'01*, Yokohama, Japan (2001).
- [17] T. Priebe y G. Pernul, "Towards OLAP Security Design", en *SurDMDW'00*, Sweden (2000).
- [18] J. Poole, D. Chang, D. Tolbert, y D. Mellor, *CWM Developer's Guide*. Indianapolis, Indiana: Wiley Publishing, Inc (2003).
- [19] A. Rosenthal y E. Sciore, "View Security as the Basic for DW Security", *DM-DW'00*, Sweden (2000).
- [20] A. S. de Santana y A. M. C. Moura, "Metadata to Support Transformations and Data & Metadata Lineage in a Warehousing Environment", *DAWAK'04*, Zaragoza, Spain (2004).
- [21] F. Salton, M. Oliva, A. Abelló, y J. Sarras, "Building Secure DW Schemas from Federated I. Systems", en *Heterogeneous Information Exchange y Organizational Hubs*, D. T. Bestougeff, Ed.: *Kluwer Academic* 123-134 (2002).
- [22] E. Soler, R. Villarreal, J. Trujillo, E. Fernandez-Molina, y M. Piattini, "Representing Security y Audit Rules for DWS at the Logical Level by using the CWM", *ARES'06*, Vienna, Austria (2006).
- [23] M. Thess y M. Bolotnicov, "XELOPES Lib. Doc. Ver 1.2.3", *Prudsys AG* (2004).
- [24] R. Villarreal, E. Fernandez-Molina, M. Piattini y J. Trujillo, "A UML 2.0/OCL Extension for Designing Secure DWS", *J. of R. and Pract.* in IT, vol. 38 (2006).
- [25] X. Zhao y Z. Huang, "A Formal Framework for Reasoning on Metadata Based on CWM", *ER'06*, Tucson, USA (2006).