

# Sistemas y Tecnologías de Información

Actas de la 5ª Conferencia Ibérica  
de Sistemas y Tecnologías de Información  
Santiago de Compostela, España  
16 al 19 de Junio de 2010  
AISTI | GIS-T | USC

*Editores*  
Álvaro Rocha  
Carlos Ferrás Sexto  
Luís Paulo Reis  
Manuel Pérez Cota

ISBN: 978-989-96247-3-3

Vol. I – Artículos

Vol. II – Artículos Cortos, Artículos Posters y Simposio Doctoral



EDIÇÕES

Associação Ibérica de Sistemas e Tecnologias de Informação

# **SISTEMAS Y TECNOLOGÍAS DE INFORMACIÓN**

**Actas de la 5ª Conferencia Ibérica  
de Sistemas y Tecnologías de Información  
Santiago de Compostela, España  
16 al 19 de Junio de 2010  
AISTI | GIS-T | USC**

**Vol. I – Artículos**

***Editores***

**Álvaro Rocha  
Carlos Ferrás Sexto  
Luís Paulo Reis  
Manuel Pérez Cota**

## **CRÉDITOS**

### **TÍTULO**

Sistemas y Tecnologías de Información

### **SUB-TÍTULO**

Actas de la 5ª Conferencia Ibérica de Sistemas y Tecnologías de Información

Santiago de Compostela, España

16 al 19 de Junio de 2010

Vol 1 - Artículos

### **EDITORES**

Álvaro Rocha, Universidade Fernando Pessoa

Carlos Ferrás Sexto, Universidade de Santiago de Compostela

Luís Paulo Reis, Universidade do Porto

Manuel Pérez Cota, Universidad de Vigo

### **EDICIÓN, IMPRESIÓN Y ACABADO**

APPACDM – Associação Portuguesa de Pais e Amigos do Cidadão Deficiente Mental, Braga, Portugal

### **DEPÓSITO LEGAL**

312580 / 10

### **ISBN**

978-989-96247-3-3

### **WEB**

<http://www.aisti.eu/cisti2010>

**CopyRight 2010** - AISTI (Asociación Ibérica de Sistemas y Tecnologías de Información)

## **Comisión Coordinadora**

Álvaro Rocha, Universidade Fernando Pessoa (Presidente)  
Manuel Pérez Cota, Universidad de Vigo  
Carlos Ferrás Sexto, Universidad de Santiago de Compostela  
Manuela Cunha, Instituto Politécnico do Cávado e do Ave  
Adolfo Lozano Tello, Universidad de Extremadura  
Jose Antonio Calvo-Manzano Villalón, Universidad Politécnica de Madrid  
Ramiro Gonçalves, Universidade de Trás-os-Montes e Alto Douro  
Francisco Restivo, Universidade do Porto, FEUP  
Miguel Neto, Universidade Nova de Lisboa, ISEGI

## **Coordinación de Workshops**

Luís Paulo Reis, Universidade do Porto, FEUP

## **Comisión Organizadora**

Carlos Ferrás Sexto, Universidade de Santiago de Compostela (Presidente)  
Eduardo Sánchez Vila, Universidade de Santiago de Compostela  
José Avelino Victor, AISTI - Associação Ibérica de STI  
Maria Lemos, AISTI - Associação Ibérica de STI  
Mariña Pose García, Universidade de Santiago de Compostela  
Xosé Pereira Fariña, Universidade de Santiago de Compostela  
Yolanda García Vázquez, Universidade de Santiago de Compostela

## **Comisión Científica**

Senén Barro Ameneiro, Universidade de Santiago de Compostela (Presidente)  
Adriano Moreira, Universidade do Minho  
Alberto Carneiro, Universidade Autónoma de Lisboa  
Alberto J. Bugarín Diz, Universidad de Santiago de Compostela  
Alcínia Zita Sampaio, Universidade Técnica de Lisboa, IST  
Álvaro E. Prieto, Universidad de Extremadura  
Américo Azevedo, Universidade do Porto, FEUP  
Ana Areitio, Universidad del País Vasco  
Ana Isabel Veloso, Universidade de Aveiro  
Ana Maria Correia, Universidade Nova de Lisboa, ISEGI  
Ana Paula Rocha, Universidade do Porto, FEUP  
Anabela Mesquita, Instituto Politécnico do Porto, ISCAP  
Andres Montoyo, Universidad de Alicante  
Anita Fernandes, UNIVALI  
Antoni Lluís Mesquida Calafat, Universitat de les Illes Balears

Antonia Mas, Universitat de les Illes Balears  
António Godinho, ISLA - Gaia  
Antonio Guevara, Universidad de Málaga  
António Pereira, Instituto Politécnico de Leiria  
António Teixeira, Universidad de Aveiro  
António Trigo Ribeiro, Instituto Politécnico de Coimbra, ISCAC  
Armando Mendes, Universidade dos Açores  
Armando Sousa, Universidade do Porto, FEUP  
Artur Lança, Instituto Politécnico de Beja  
Arturo José Méndez Penín, Universidad de Vigo  
António Andrade, Universidade Católica Portuguesa  
Bayona Ore Luz Sussy, Universidad Politécnica de Madrid  
Benjamim Fonseca, Universidade de Trás-os-Montes e Alto Douro  
Benjamín Ramos Álvarez, Universidad Carlos III de Madrid  
Brígida Mónica Faria, Escola Superior de Tecnologia de Saúde do Porto  
Carlos Carreto, Instituto Politécnico da Guarda  
Carlos Costa, Universidade de Aveiro  
Carlos Rabadão, Instituto Politécnico de Leiria  
Carlos Vaz de Carvalho, Instituto Politécnico do Porto, ISEP  
Carmen Galvez, Universidad de Granada  
Clara Silveira, Instituto Politécnico da Guarda  
Claus Kaldeich, University of Science and Technology of Namibia  
David Fonseca, Engenharia Arquitectura La Salle, Universitat Ramon Llull  
Eduardo Luís Cardoso, Universidade Católica Portuguesa  
Elizabete Paula Morais, Instituto Politécnico de Bragança  
Encarna Sosa, Universidad de Extremadura  
Eurico Carrapatoso, Universidade do Porto, FEUP  
Fátima David, Instituto Politécnico da Guarda  
Feliz Gouveia, Universidade Fernando Pessoa  
Fernando Bação, Universidade Nova de Lisboa, ISEGI  
Fernando Bandeira, Universidade Fernando Pessoa  
Fernando Diaz, Universidad de Valladolid  
Fernando Moreira, Universidade Portucalense  
Filipe Mota Pinto, Instituto Politécnico de Leiria  
Filomena Castro Lopes, Universidade Portucalense  
Flavio Bortolozzi, CESUMAR  
Francisco Antunes, Universidade da Beira Interior  
Francisco Arcega, Universidad de Zaragoza  
Francisco Campos, Universidade de Santiago de Compostela  
Francisco Escalero, Universidad Rei Juan Carlos  
Hélia Guerra, Universidad dos Açores  
Hugo Paredes, Universidade de Trás-os-Montes e Alto Douro  
Gonçalo Paiva Dias, Universidade de Aveiro  
Gloria Areitio, Universidad del País Vasco  
Guilhermina Miranda, Universidade de Lisboa

Henrique Gil, Instituto Politécnico de Castelo Branco  
Henrique Santos, Universidade do Minho  
Irene Garrigós, Universidad de Alicante  
Irene Tomé, Universidade Nova de Lisboa - FCSH  
Isaura Ribeiro, Universidade dos Açores  
Jaime Cardoso, INESC Porto & FEUP  
Jaime Lloret, Universidad Politécnica de Valência  
Javier Garcia Tobio, Centro de Supercomputación de Galicia (CESGA)  
Javier Saenz, Universidad Politécnica de Madrid  
Javier Tuya, Universidad de Oviedo  
Jerónimo Mendes, Universidade dos Açores  
Jesús Pardillo, Universidad de Alicante  
Jezreel Mejia Miranda, Universidad Politécnica de Madrid  
Joana Maria Segui Pons, Universitat de les Illes Balears  
João Balsa da Silva, Universidade de Lisboa  
João Barroso, Universidade de Trás-os-Montes e Alto Douro  
José Braga de Vasconcelos, Universidade Fernando Pessoa  
João Correia Lopes, Universidade do Porto, FEUP  
João Costa, Universidade de Coimbra  
João Ferreira, Instituto Politécnico de Lisboa, ISEL  
João Magalhães, F3M - Information Systems, SA  
João Manuel Brisson Lopes, Universidade Técnica de Lisboa, IST  
João Manuel R. S. Tavares, Universidade do Porto, FEUP  
João Negreiros, Universidade Nova de Lisboa, ISEGI  
João Sarmento, Universidade do Minho  
João Serrano, Universidade de Évora  
João Varajão, Universidade de Trás-os-Montes e Alto Douro  
Joaquim Ferreira, Universidad de Aveiro  
Joaquim Madeira, Universidade de Aveiro  
Joaquín Olivares Bueno, Universidad de Córdoba  
Joaquim Reis, ISCTE - Instituto Universitário de Lisboa  
Jörg Thomaschewski, FH Emden/Leer  
Jorge Magalhães Mendes, Instituto Politécnico do Porto, ISEP  
Jorge Mamede, Instituto Politécnico do Porto, ISEP  
José Angel Taboada González, Universidad de Santiago de Compostela  
José Ayude Vázquez, Universidad de Vigo  
José Carlos Nascimento, Universidade do Minho  
Jose Enrique Armendáriz-Iñigo, Universidad Pública de Navarra  
Jose M. Molina, Universidad Carlos III de Madrid  
José Manuel Oliveira, Universidade do Porto - FEP, INESC Porto  
José Metrôlho, Instituto Politécnico de Castelo Branco  
José R. R. Viqueira, Universidad de Santiago de Compostela  
Jose Rodriguez-Ascariz, Universidad de Alcalá  
José Salvado, Instituto Politécnico de Castelo Branco  
José Silvestre Silva, Universidade de Coimbra

José Torres, Universidade Fernando Pessoa  
Juan José de Benito Martín, Universidad de Valladolid  
Juan M. Fernández-Luna, Universidad de Granada  
Juan M. Santos, Universidad de Vigo  
Julia González Rodríguez, Universidad da Extremadura  
Leonel Morgado, Universidade de Trás-os-Montes e Alto Douro  
Leonilde Reis, Instituto Politécnico de Setúbal  
Luciano Boquete, Universidad de Alcalá  
Luis Álvarez Sabucedo, Universidad de Vigo  
Luís Bernardo, Universidade Nova de Lisboa, FCT  
Luís Borges Gouveia, Universidade Fernando Pessoa  
Luis de Campos, Universidad de Granada  
Luís Cavique, Universidade Aberta  
Luís Bruno, Instituto Politécnico de Beja  
Luís Paulo Reis, Universidade do Porto, FEUP  
Luís Mendes Gomes, Universidade dos Açores  
Luisa María Romero-Moreno, Universidad de Sevilla  
Macario Polo Usaola, Universidad de Castilla-La Mancha  
Magdalena Arcilla Cobian, Universidad Nacional de Educación a Distancia  
Manuel Caeiro Rodriguez, Universidad de Vigo  
Manuel Fernandez Iglesias, Universidad de Vigo  
Manuel Mejías, Universidad de Sevilla  
Manuela Pereira, Universidade da Beira Interior  
Marco Painho, Universidade Nova de Lisboa, ISEGI  
Mareca M Pilar, Universidad Politécnica de Madrid  
Maria Carreira, Universidad de Santiago de Compostela  
Maria do Rosário Almeida, Universidade Aberta  
Maria Helena Monteiro, Universidade Técnica de Lisboa, ISCSP  
María J Lado, Universidad de Vigo  
Maria João Castro, Instituto Politécnico do Porto, ISCAP  
Maria João Ferreira, Universidade Portucalense  
Maria João Gomes, Universidade do Minho  
María José Escalona, Universidad de Sevilla  
Maria Rosário Martins, Universidade Nova de Lisboa, ISEGI  
Maribel Yasmina Santos, Universidade do Minho  
Mário David, LIP Lisboa  
Mário Marques da Silva, Universidade Autónoma de Lisboa  
Mário Rui Gomes, Universidade Técnica de Lisboa, IST  
Martin Llamas-Nistal, Universidad de Vigo  
Mercedes de la Cámara, Universidad Politécnica de Madrid  
Mercedes Ruiz, Universidad de Cádiz  
Miguel Mira da Silva, Universidade Técnica de Lisboa, IST  
Milton Ramos, TECPAR - Instituto de Tecnologia do Paraná  
Mirna Adriadna Muñoz Mata, Universidad Politécnica de Madrid  
Montserrat Sebastià, Universitat de Barcelona

Nuno Lau, Universidade de Aveiro  
Nuno Ribeiro, Universidade Fernando Pessoa  
Nuno Rodrigues, Instituto Politécnico do Cávado e do Ave  
Orlando Belo, Universidade do Minho  
Óscar Mealha, Universidade de Aveiro  
Paula Morais, Universidade Portucalense  
Paulo Fazendeiro, Universidade da Beira Interior  
Paulo Martins, Universidade de Trás-os-Montes e Alto Douro  
Paulo Pinto, Universidade Nova de Lisboa  
Paulo Rurato, Universidade Fernando Pessoa  
Paulo Salgado, Universidade de Trás-os-Montes e Alto Douro  
Paulo Teves da Silva, Universidade Lusíada de Famalicão  
Paulo Urbano, Universidade de Lisboa, FC  
Pedro Araújo, Universidade da Beira Interior  
Pedro Cabral, Universidade Nova de Lisboa, ISEGI  
Pedro Corcuera, Universidad de Cantabria  
Pedro Gonçalves, Universidade de Aveiro  
Pedro Miguel Moreira, Instituto Politécnico de Viana do Castelo  
Pedro Pimenta, Universidade do Minho  
Pedro Ramos, ISCTE - Instituto Universitário de Lisboa  
Pedro Sanz Angulo, Universidad de Valladolid  
Pedro Sobral, Universidade Fernando Pessoa  
Rafael Muñoz, Universidad de Alicante  
Ramon Fuentes-González, Universidad Pública de Navarra  
Raquel Lacuesta, Universidad de Zaragoza  
Ricardo J. Machado, Universidade do Minho  
Ricardo João Cruz Correia, Universidade do Porto, FMUP  
Ricardo Simões, Instituto Politécnico do Cávado e do Ave  
Rui Jorge Lopes, ISCTE - Instituto Universitário de Lisboa  
Rui José, Universidade do Minho  
Rui Rijo, Instituto Politécnico de Leiria  
Rui Silva Moreira, Universidade Fernando Pessoa  
Rute Abreu, Instituto Politécnico da Guarda  
Sandra Cristina Riascos Erazo, Universidad del Valle  
Sara Carrasqueiro, Universidade Católica Portuguesa, Faculdade de Engenharia  
Sergio Gálvez Rojas, Universidad de Málaga  
Sérgio Lopes, Universidade do Minho  
Tanja Vos, Universidad Politécnica de València  
Thomas Panagopoulos, Universidade do Algarve  
Tomas San Feliu, Universidad Politécnica de Madrid  
Vítor Bastos Fernandes, Instituto Politécnico de Leiria  
Vítor Santos, Microsoft Portugal  
Xose A. Vila, Universidad de Vigo  
Xosé López Garcia, Universidad de Santiago de Compostela  
Xosé Pereira, Universidad de Santiago de Compostela

## **First European Workshop on Computing and ICT Professionalism**

Luis Fernandez-Sanz, Universidad de Alcala (cochair)

Declan Brady, Vicepresident CEPIS (cochair)

M. J. García, Universidad Europea de Madrid

F. Piera, Vicepresident ATI

J. J. Castillo, Universidad Complutense de Madrid

R. Johnson, University of London

C. Cabezon, Adecco Information Technology Spain

L. M. Rosa, Exin South West Europe & Latin America

M. I. Alarcón, Universidad Autónoma de Madrid

J. Deminet, Polish Information Processing Society

J. R. Hilera, Universidad de Alcalá

I. Ramos, Universidad de Sevilla

M. Ross, University of Southampton

M. Mejías, Universidad de Sevilla

## **First Ibero-American Workshop on Data Quality**

Alberto Freitas, Universidade do Porto (cochair)

Paulo Oliveira, Instituto Superior de Engenharia do Porto (cochair)

Ismael Caballero, University of Castilla-La Mancha (cochair)

Ricardo Correia, Universidade do Porto (cochair)

Marian Moraga, University of Castilla-La Mancha (cochair)

Agustina Bucella, Universidad Nacional del Comahue, Argentina

Alejandra Cechich, Universidad Nacional del Comahue, Argentina

Alejandro Jaimes, Universidad Carlos III, Spain

Alfonso Rodríguez, Universidad del Bio-Bio, Chile

Alípio Jorge, Universidade do Porto, Portugal

André Carvalho, Universidade São Paulo, Brazil

Angélica Caro, Universidad del Bio-Bio, Chile

António Abelha, Universidade do Minho, Portugal

Coral Calero, Universidad de Castilla-La Mancha, Spain

Ernestina Menasalvas, Universidad Politecnica Madrid, Portugal

Fátima Rodrigues, Instituto Superior de Engenharia do Porto, Portugal

Gladys Castillo, Universidade de Aveiro, Portugal

Helena Galhardas, Instituto Superior Técnico, Portugal

Joao Gama, Universidade do Porto, Portugal

José del Campo, Universidad Malaga, Spain

José Farinha, Instituto Superior de Ciências do Trabalho e da Empresa, Portugal

José Machado, Universidade do Minho, Portugal

Lorena Etcheverry, Universidad de la República, Uruguay

Luis Lima, Escola Superior de Tecnologia e Gestão de Felgueiras, Portugal

Manuel Angel Serrano, Universidad de Castilla-La Mancha, Spain

Manuel Filipe Santos, Universidade do Minho, Portugal

Maribel Santos, Universidade do Minho, Portugal  
Maritza Correa, Instituto de Automatica Industrial, Spain  
Orlando Belo, Universidade do Minho, Portugal  
Paulo Novais, Universidade do Minho, Portugal  
Pedro Henriques, Universidade do Minho, Portugal  
Pedro Pereira Rodrigues, Universidade do Porto, Portugal  
Rong Chen, Linköpings Universitet, Sweden  
Zoran Bosnic, University Ljubljana, Slovenia

## **Second Workshop on Intelligent Systems and Applications**

Joao Balsa, Universidade de Lisboa, Portugal (cochair)  
Rosaldo Rossetti, FEUP, Portugal (cochair)  
Alberto Fernandez, Universidad Rey Juan Carlos, Spain  
Ana Paula Rocha, FEUP, Portugal  
António Castro, FEUP, Portugal  
António Pereira, FEUP, Portugal  
César Analide, Universidade do Minho, Portugal  
Diana Adamatti, UCPEL, Brazil  
Eugénio Oliveira, FEUP, Portugal  
Fernando Diaz, University of Valladolid, Spain  
Filipa Taborda, UATLANTICA, Portugal  
Florentino Fernández Riverola, Universidade de Vigo, Spain  
Graça Gaspar, Universidade de Lisboa, Portugal  
Gustavo Arnold, Universidade do Minho, Portugal  
Luis Antunes, Universidade de Lisboa, Portugal  
Luis Moniz, Universidade de Lisboa, Portugal  
Luís Paulo Reis, FEUP, Portugal  
Matteo Vasirani, Universidad Rey Juan Carlos, Spain  
Patrícia Tedesco, UFPE, Brazil  
Paulo Novais, Universidade do Minho, Portugal  
Paulo R. Ferreira Jr., Universidade Federal de Pelotas, Brazil  
Paulo Trigo, ISEL, Portugal  
Paulo Urbano, Universidade de Lisboa, Portugal  
Renata Galante, UFRGS, Brazil  
Rui Prada, Instituto Superior Técnico, Portugal  
Sascha Ossowski, U. Rey Juan Carlos, Spain  
Vicent Botti, Universidad Politécnica de Valencia, Spain

## **ENTIDADES INVOLUCRADAS**

### **Organización**

AISTI – Asociación Ibérica de Sistemas y Tecnologías de Información

GIS-T – Grupo de Investigación Sociedade Tecnoloxias e Territorio

USC – Universidade de Santiago de Compostela

### **Socios**

Universidade Fernando Pessoa

Universidad de Vigo

Universidad de Santiago de Compostela

Instituto Politécnico do Cávado e Ave

Universidad de Extremadura

Universidad Politécnica de Madrid

Universidad de Trás-os-Montes e Alto Douro

Faculdade de Engenharia da Universidade de Lisboa

ISEGI da Universidade Nova de Lisboa

Universidad Tecnológica Nacional de Argentina

### **Patrocinios**

ANACOM – Autoridade Nacional de Comunicações, Portugal

### **Apoyo de Asociaciones**

IEEE (Institute of Electrical and Electronics Engineers)

IEEE Education Society Chapter – Portuguese Section

IEEE Education Society Chapter – Spanish Section

ATI (Asociación de Técnicos de Informática)

APIM (Associação Portuguesa de Informática Médica)

### **Apoyo de Publicaciones**

RISTI (Revista Ibérica de Sistemas y Tecnologías de Información)

Libro TICAI (TICs Aplicadas a la Aprendizaje de la Ingeniería) - Secciones Portugués y Español del IEEE.

## **Prefacio**

Este libro contiene los artículos aceptados para presentar y discutir en la 5ª Conferencia Ibérica de Sistemas y Tecnologías de la Información (CISTI'2010), organizada por el GIS-T (Grupo de Investigación Sociedade Tecnoloxias e Territorio), USC (Universidade de Santiago de Compostela) y AISTI (Asociación Ibérica de Sistemas y Tecnologías de la Información), entre el 16 y el 19 de junio de 2010, en Santiago de Compostela.

La Conferencia Ibérica de Sistemas y Tecnologías de la Información (CISTI) es un foro que pretende reunir académicos y profesionales, sobre todo del espacio ibérico, proporcionando el mútuo conocimiento de experiencias e inovaciones, así como la discusión de los mismos, en el área de los sistemas y tecnologías de la información. Uno de los ojetivos principales es la dinamización de la simbiosis que falta entre la academia, la sociedad y la industria.

De la Comisión Científica de la CISTI forma parte un grupo pluridisciplinar de peritos oriundos o fuertemente relacionados con el área de los STI del espacio ibérico, a los cuales les ha correspondido la responsabilidad de evaluar, en un proceso de revisión « blindado », los trabajos recibidos en cada una de las ediciones de la conferencia.

En la CISTI'2010 fueron recibidos más de trescientos trabajos, en forma de artículos completos, artículos cortos, pósters, artículos para los Workshops especializados y artículos para el Simpósio Doctoral.

Los artículos aceptados para la presentación y discusión durante la conferencia son publicados en libro y en CD con ISBN. Los autores de algunos de los mejores artículos serán invitados para proceder a su publicación en la RISTI (Revista Ibérica de Sistemas y Tecnologías de la Información) y en el libro TICAÍ (TICs Aplicadas al Aprendizaje de la Ingeniería) en los capítulos en portugués y español del IEEE.

Finalizamos, dejando un agradecimiento a todos que directa o indirectamente colaboraran con la CISTI'2010 (autores, comisiones, patrocinadores, etc.), participando en la consolidación de un foro de sistemas y tecnologías de información que con los años va ganando importancia para el territorio ibérico y hasta ibero-americano.

Buena lectura!

Santiago de Compostela, junio de 2010  
Álvaro Rocha y Carlos Ferrás Sexto

# ÍNDICE

## Artículos de la Conferencia

- 23 Quadro Conceptual para Construção e Avaliação de Data Warehouses  
Dora Simões
- 29 Evaluación del Tiempo de Respuesta de un Sistema de Historiales Clínicos Oftalmológicos Empleando Distintas Bases de Datos XML  
Isabel de la Torre, Francisco Javier Díaz, Beatriz Sainz, María Isabel López Gálvez, Miguel López
- 35 Hacia um Marco para el Gobierno de las Tecnologías y Sistemas de Información Aplicable al Sector Bancario  
Sandra María Lemus, Francisco José Pino, Mario Piattini
- 41 An information management web system for developing the Galician rural milieu. The commercialization of agricultural products from family farms  
Carlos Ferrás, Yolanda García, Mariña Pose
- 48 Autenticação Biométrica Baseada em Smartcards: Uma Abordagem Prática  
Danilo Silveira Neto Junior, Marcos Cavenaghi, Marcelo Fornazin, Roberta Spolon, Renata Lobato
- 53 COMPOSITOR: Una Herramienta para la Generación de Conectores  
Jose Luis Pastrana, Ernesto Pimentel, Miguel Katrib
- 59 Diseño metodológico de experiencia de usuario aplicado al campo de la accesibilidad  
Eva Villegas, Marc Pifarré, David Fonseca
- 65 Benefícios de Implementação de Sistemas ERP em Empresas no Brasil: Estudos de Caso  
Aldemar Santos, João Lima, Edson Carvalho Filho
- 71 An Aspect-Oriented Framework for Orthogonal Persistence  
Rui Humberto Pereira, J. Baltasar García Perez-Schofield
- 77 A Multi-Agent Framework for Coordination of Intelligent Assistive Technologies  
Pedro Valente, Shabbir Hossain, Bjørn Grønbaek, Kasper Hallenborg, Luís Paulo Reis
- 83 ITVT: An Image Testing and Visualization Tool for Image Processing Tasks  
J. Darío Romero, María J. Lado, Arturo J. Méndez, Manuel P. Cota

- 89 Sistema de Detección de Caídas: Una Solución Basada en Sensores de Bajo Coste  
Miguel A. Laguna, Javier Finat, María Jesús Tirado, José M. Marqués
- 95 Modelo de Madurez para Arquitectura Corporativa de TI  
LuisFernandoRamosMolinero,KarollHausslerCarneiroRamos,GuilhermeSouto,HumbertoAbdalla Júnior
- 100 Um sistema de suporte à classificação de alunos aprovados/reprovados em ambientes virtuais de ensino a distância  
Nemésio Freitas Duarte Filho, Marco Tulio Nogueira Silva, Gabriel Coutinho
- 109 Atributos de qualidade para produtos SaaS  
Nemésio Freitas Duarte Filho, Clarindo Isaias Padua, Andre Zambalde, Paulo Bermejo
- 111 Ethics and IT: Module suggestion for a future degree qualification in Computing Engineering  
José Luis Leiva Olivencia, Jose Luis Caro Herrero, Antonio Guevara Plaza
- 117 Avalore: um sistema para avaliação de projectos de I&D  
Pedro Godinho, João Costa, Ricardo Afonso, Luis Marado
- 123 Modelo Conceptual de E-Local Government  
João Valente, João Cortez, Andrés Castillo
- 128 An embedded system and an architecture for access control and access management  
Inácio Fonseca, Fernando Lopes
- 133 VSFC - Virtual Shop Floor Control  
Juan José de Benito Martín, Pedro Sanz Angulo
- 139 Herramienta móvil de asistencia al turista  
GabrielFontanetNadal,JaumeJaume,PereAntoniPalmerRodríguez,MariaFrancescaRoigMaimò, Cristina Pérez Coll
- 145 Sistema de personalización de contenido turístico y nuevas interfaces de visualización  
Antoni Bibiloni Coll, Jorge Chao Mateu, Miquel Mascaro Portells, Judit Jiménez Noceda, Antoni Mas Mulet
- 151 Capture and Maintenance of Project Total Cost Minimization Applications' Results  
Rui Moutinho, Tereso Anabela
- 157 Análisis de emociones sobre un corpus de textos escritos por niños de Educación Primaria  
Eladio Blanco, Fernando Martínez, Antonio Pantoja, L. Alfonso Ureña
- 162 Detección de Glaucoma mediante Análisis Morfológico de Registros de ERG Multifocal  
Juan Manuel Miguel Jiménez, Sergio Ortega Recuero, Luciano Boquete Vázquez, José Manuel

Rodríguez Ascariz, Román Blanco Velasco

- 167 Análise do potencial de interoperabilidade organizacional num cluster local da administração pública  
Gonçalo Paiva Dias, Teresa Narciso
- 173 A New Level Set Based Segmentation Method for the Four Cardiac Chambers  
Sofia G. Antunes, José Silvestre Silva, Jaime B. Santos
- 179 Architecting Multimedia-Rich Collaborative Learning Services over Interactive Digital TV  
Martin Lopez-Nores, Yolanda Blanco-Fernandez, Jose J. Pazos-Arias
- 185 “Projectos Digitais”: uma reflexão e pontes para o futuro  
Regina Teixeira, João Varajão, Maximino Bessa, Emanuel Peres
- 192 Metodologia Híbrida de Desenvolvimento Centrado no Utilizador  
António Pedro Costa, Maria João Loureiro, Luís Paulo Reis
- 198 Courseware Sere - Avaliação Técnica e Didáctica efectuada por Alunos  
António Pedro Costa, Maria João Loureiro, Luís Paulo Reis
- 204 A Note on Democracy and Group Support Systems Concepts  
Rui Lourenço, João Costa
- 210 Revisión sistemática y comparación de modelado de procesos ETL en almacenes de datos  
Lilia Muñoz, Jose-Norberto Mazón, Juan Trujillo
- 216 Business Intelligence in Higher Education: Enhancing the teaching-learning process with a SRM system  
Maria Beatriz Piedade, Maribel Yasmina Santos
- 221 Contrutions to Experimental Performance Studies of WI-FI and FSO Links  
José Pacheco de Carvalho, Nuno Marques, Hugo Veiga, Cláudia Pacheco, António Reis
- 227 Los Recorridos de Estudio e Investigación como productos de Ingeniería didáctica  
Cecilio Fonseca, Alejandra Pereira, José Manuel Casas
- 232 The fogotten practices of Subcontracting  
Jose Antonio Calvo-Manzano, Tomás San Feliu, Andreas Pursche
- 236 Modelo de Maturidade Para Implementar ITIL v3  
Rúben Pereira, Miguel Mira da Silva
- 242 Avaliação em Mobile Web Sites  
Paulo Santos, Maria Clara Silveira

- 248 Critérios utilizados na selecção de sistemas e fornecedores de CRM em municípios Portugueses  
Jorge Duque
- 253 Plataforma Inteligente de Distribución Transaccional de Contenidos Multimedia a Móviles  
Pablo Fernandez, Asier Perallos, Nekane Sainz, Roberto Carballedo
- 259 Replicación de Sistemas Virtualizados para la Ampliación de Servicios en um Entorno Virtual Multiusuario en la UNED  
Covadonga Rodrigo, Dario Martinez, Martín Santos, Vanessa Alonso, Noé Vázquez
- 265 GlobalID - Federated Identity Provider Associated with National Citizen's Card and Fingerprint  
Cláudio Teixeira, Frank Pimenta, Joaquim Sousa Pinto
- 271 Testing Aspect-Oriented Programs  
Rodrigo Moreira, Ana Paiva, Ademar Aguiar
- 277 Sistema Basado en Ontologías para la Gestión de Contenidos en Televisión Digital  
José Luis Redondo García, Pablo Valiente Rocha, Adolfo Lozano Tello
- 284 Reverse Engineering of GUI Models for Testing  
André Grilo, Ana Paiva, João Pascoal Faria
- 290 Integração de Sistemas de Informação Universitários via Web Services  
Carlos Costa, Ana Cristina Melo, Aníbal Fernandes, Luis Mendes Gomes, Hélia Guerra
- 296 Sistema de Inteligencia Ambiental para el Control de Instalaciones Domóticas  
Pablo Valiente Rocha, José Luis Redondo García, Adolfo Lozano Tello
- 302 Un Caso de Estudio Sobre el Control de Servicios de TI en una Empresa Pequeña  
Filipe Albero, Magdalena Arcilla, Jose A. Calvo-Manzano
- 308 Calidad en el Desarrollo de Aplicaciones siguiendo la Metodología Team Software Process TSPi  
Jose Antonio Calvo-Manzano, Gonzalo Cuevas, Alleini Félix, Tomás San Feliu
- 314 SETE: Una herramienta Software para la Evaluación del Trabajo en Equipo  
Esperança Amengual Alcover, Antònia Mas Pichaco, Antoni Lluís Mesquida Calafat
- 319 Simulação de Políticas de Escalonamento em Grades Computacionais  
Lilian Felix de Oliveira, Renata Spolon Lobato, Roberta Spolon, Marcos Antonio Cavenaghi
- 325 Previsão da falência de órgãos e outcome em Medicina Intensiva  
Marta Vilas-Boas, Manuel Filipe Santos, Filipe Portela, Álvaro Silva, Fernando Rua

- 331 FEUP Fuzzy Tool II: Improved tool for education and embedded control  
Erik Moreira Pegoraro, Armando Jorge Miranda de Sousa
- 337 Evaluación de Contratos de Adquisición de Productos y Servicios de Software en Outsourcing  
Jezreel Mejia Miranda, Jose A. Calvo-Manzano Villalon, Gonzalo Cuevas Agustin, Tomas San Feliu Gilabert, Alvaro Rocha
- 343 Identificación de las Mejores Prácticas de una Organización de Desarrollo de Software Mediante la Gestión de su Conocimiento  
Jose A. Calvo-Mazano, Gonzalo Cuevas, Mirna A. Muñoz, Tomás San Feliu, Álvaro Rocha
- 349 Serious Games for Rehabilitation: A survey and a Classification Towards a Taxonomy  
Paula Rego, Pedro Miguel Moreira, Luís Paulo Reis
- 355 Applying usability principles to the design of a web interface for the “iLab - Inventory Manager for Electronics Laboratory”  
Raquel Pinho, Armando Sousa, André Restivo
- 361 Tecnologias da Informação e Comunicação no apoio à aprendizagem no Ensino Superior  
Bertil Marques, Carlos Vaz Carvalho
- 367 Ordenación de las Alternativas Basándose en la Intesidad de Dominancia y la Lógica Difusa  
Alfonso Mateos, Pilar Sabio, Antonio Jiménez
- 373 Repositório Temático como Modelo Alternativo de Comunicação Científica  
Domingos Santos, Luiz Silva, Josemir Santos
- 378 Controlo de Tráfego Aéreo com o Microsoft Flight Simulator X  
Pedro Daniel Sousa, Daniel Castro Silva, Luís Paulo Reis
- 384 Smart Telecare Video Monitoring for Anomalous Event Detection  
Iván Gómez Conde, David Olivieri Cecchi, Xosé Antón Vila Sobrino, Leandro Rodríguez Liñares
- 390 Evaluación de la calidad de publicaciones científicas como contenidos para el aprendizaje en bibliotecas digitales  
Dianelys Medina, Jesús M. Hermida, Andrés Montoyo, Alexis Torres
- 396 Gathering and Managing Complementary Diagnostic Tests  
João Santos, Tiago Pedrosa, Carlos Ferreira, Carlos Costa, José Oliveira
- 402 Avaliação de Websites: os sítios das instituições de Ensino Superior Portuguesas  
Elisabete Barros, António Andrade
- 408 Análisis comparativo entre las técnicas utilizadas en la Ingeniería de Requisitos, evaluando dichas técnicas frente a las características de los proyectos de software

- Danilo Ruben Jaramillo Hurtado, Daniel Estiven Valdivieso Narváez
- 414 Representação de Conhecimento no Domínio do Futebol: Desenvolvimento de uma Ontologia  
Pedro Abreu, Mário Faria, Luis Paulo Reis, Julio Garganta
- 420 Una Ontologia para la Definicion Semantica de Objetos de Aprendizaje  
Lucila Romero, Roberto Javier Godoy
- 427 Pesquisa de Ontologias Centrada em Conceitos  
Artur Lança, Encarna Sosa, Adolfo Lozano-Tello
- 433 Shape Based Image Retrieval and Classification  
João Ferreira Nunes, Pedro Miguel Moreira, João Manuel R. S. Tavares
- 439 Análise da Segurança e Privacidade nos Serviços de Redes Sociais  
Cristina Machado de Freitas, Pedro Cravo Pimenta
- 445 Design Challenges in Application-Aware Wireless Sensor Networks  
Pedro Barbosa, Neil White, Nick Harris
- 451 Business Intelligence Aplicado aos Grupos de Diagnóstico Homógenos  
Manuel Barrento, Miguel Neto, Maria Martins, Sara Dias
- 456 Análise estratégica para a inclusão das Tecnologias da Informação e das Comunicações (TIC) en el entorno empresarial colombiano  
Sandra Cristina Riascos Erazo
- 462 Descripción de un caso de gestión de proveedores de servicios de Sistemas de Información en la Administración Pública  
Josep M. Marco-Simó, Joan A. Pastor-Collado, Rafael Macau-Nadal
- 468 Liberopinion: uma Plataforma para Eleições 2.0  
Artur Sousa, Luís Borges Gouveia, Pedro Agante
- 473 Avaliação quantitativa dos sítios Web das Câmaras Municipais dos Açores  
Isaura Ribeiro
- 478 Descoberta de Padrões de Prescrições de Medicamentos  
Joana Fernandes, Orlando Belo
- 484 I-OPT: Intelligent Optimization for Computer Graphics and Visualization  
Pedro Miguel Moreira, Luís Paulo Reis, António Augusto de Sousa
- 490 SmartVest - Integração de vestuário com domótica, cuidados médicos e tecnologias da informação  
Pedro Araújo, Rita Salvado
- 496 Statistical Textural Features for Classification of Lung Emphysema in CT Images: A comparative study

- Verónica Vasconcelos, António Marques, José Silva, João Barroso
- 501 Um Sistema de Gestão de Conhecimento para estudo da Qualidade de Vida de doentes oncológicos de cabeça e pescoço  
Joaquim Gonçalves, Augusta Silveira, Álvaro Rocha
- 506 Analysis of the Domain of Applicability of an Algorithm for a Resources System Selection Problem for Distributed/Agile/Virtual Enterprises Integration  
Paulo Ávila, Lino Costa, João Bastos, Manuel Lopes, António Pires

## **Artículos de los Workshops**

### **First European Workshop on Computing and ICT Professionalism (EWCIP)**

- 515 IP3 – Building a Global ICT Profession  
R. Johnson, M. De Roche
- 520 Integrating Business Change: A Strategic Role for Informatics Professionals  
K. Johns
- 524 Analysis of non Technical Soft Skills Required for ICT  
L. Fernandez, J. R. Hilera
- 529 Ingeniera del Software: Tendencias Profesionales  
L. E. Sanchez, E. Fernández-Medina, M. Piattini

### **First Ibero-American Workshop on Data Quality (IAwDQ)**

- 537 Problemas de qualidade de dados em bases de dados de internamentos hospitalares  
Tiago Silva-Costa, Bernardo Marques, Alberto Freitas
- 542 Corporate Data Quality Management: From Theory to Practice  
Ana Lucas
- 549 Inferindo qualidade nos dados de diagnósticos e intervenções hospitalares: uma caracterização estatística  
Diogo Sato, Alberto Freitas
- 553 Managing Data Quality Requirements for Web Portals Development: an Example of Application  
César Guerra, Mario Piattini, Ismael Caballero
- 559 Data Quality Assessment in Genome Wide Association Studies (GWAS)

Lorena Etcheverry, Adriana Marotta, Raul Ruggia  
564 Interoperabilidade e o Processo Clínico Semântico  
Hugo Peixoto, José Machado, António Abelha

## **Second Workshop on Intelligent Systems and Applications (WISA)**

- 570 Dynamic Scripting Applied to a First-Person Shooter  
Daniel Policarpo, Paulo Urbano, Tiago Loureiro
- 576 CyberRescue: a pheromone approach to multi-agent rescue simulations  
Gonçalo Silva, João Costa, Tiago Magalhães, Luis Paulo Reis
- 582 Playmaker: graphical definition of formations and setplays  
Rui Lopes, Luís Mota, Nuno Lau and Luís Paulo Reis
- 588 Traffic Light Control using Reactive Agents  
Lúcio Passos and Rosaldo Rossetti
- 594 The First Steps of Robotic Cancan  
Marco Lourenço, Paulo Urbano and Carlos Teixeira
- 598 Uma Arquitetura de Autenticação Baseada em Perfis Comportamentais  
Joao Carlos Lima, Cristiano Rocha and Mario Dantas
- 602 AllCall: An Automated Call for Paper Information Extractor  
Fábio Correia, Rui Amaro, Luís Sarmento and Rosaldo Rossetti

# Ingeniera del Software: Tendencias Profesionales

L.E. Sánchez, D.G. Rosado, C. Blanco, E. Fernández-Medina, M. Piattini

Universidad de Castilla-La Mancha, Grupo de Investigación Alarcos. Ciudad Real

{Luise.Sanchez; David.GRosado; Carlos.Blanco; Eduardo.FdezMedina; Mario.Piattini}@uclm.es

*Abstract*— La industria del software necesita profesionales altamente cualificados, con una formación universitaria sólida y además con una cualificación profesional difícil de encontrar en las aulas universitarias. Esa cualificación profesional tan valorada por las empresas, se concreta en certificaciones profesionales que agrupan y detallan las necesidades más demandadas por la industria del software. Aunque no es posible que las principales certificaciones profesionales se obtengan directamente desde los estudios de grado universitario, creemos que es fundamental que estos estudios universitarios impulsen lo máximo posible estas certificaciones que tan directamente necesitan representar las necesidades reales de la industria del software. Por ese motivo, creemos que estos momentos de cambio en los que se están rediseñando los planes de estudio en las universidades europeas, son fundamentales y representan una oportunidad para alinear los estudios universitarios, con las necesidades profesionales reales del sector del desarrollo de software. En este artículo se presenta un análisis, y catalogación de las certificaciones profesionales internacionales más demandadas relacionadas con la industria del software, y particularizamos el estudio, analizando cómo y en qué medida se ha intentado acercarse a estas certificaciones en el grado de ingeniería informática (en su especialidad de ingeniería del software) de la Universidad de Castilla-La Mancha en España.

*Keywords*- ingeniería del software, certificaciones, EEES

## I. INTRODUCCIÓN

El Espacio Europeo de Educación Superior (EEES) se inicia con la Declaración de la Sorbona de 1998, que destacó el papel de las Universidades en el desarrollo de la dimensión cultural y de la Europa del conocimiento, y se amplía con las Declaraciones de Bolonia (Junio de 1999), de Praga (2001) y de Berlín (Septiembre de 2003) y Bergen (Mayo de 2005), en las que se acordó promover y desarrollar en los países participantes la reforma de la estructura y la organización de las enseñanzas universitarias para estimular la construcción de un Espacio Europeo de Educación Superior con el objetivo de favorecer la movilidad y las oportunidades de empleo y además hacer que estos nuevos planes de estudio se adaptasen a las demandas de las empresas [1], de forma que sirvan para hacer que los nuevos profesionales aumenten la productividad del tejido empresarial Europeo [2].

La adopción, por parte de España, de un sistema de titulaciones flexible, comparable y compatible que facilite la movilidad de estudiantes y titulados es el objetivo principal del Real Decreto 1393/2007, de 29 de octubre, por el que se establece la ordenación de las enseñanzas universitarias oficiales.

Para ello, la Universidad de Castilla-La Mancha (UCLM) ha elaborado el plan de estudios del Grado en Ingeniería Informática, que cuenta con cuatro especializaciones (una de ellas es Ingeniería del Software, que será la abordada en este trabajo), y que está en estos momentos de preparación de este artículo, sometido al proceso de verificación de la ANECA.

Para saber si el grado se adecua a las necesidades reales que tiene el mercado [3, 4], es necesario hacer un análisis por asignaturas, especialmente en aquellas que forman la especialización, ya que el resto de asignaturas representan contenidos optativos o formación básica y común a la rama de informática. Por ello en este artículo ofrecemos una visión de cada una de las 8 asignaturas que componen la intensificación del perfil de ingeniería del software del grado en ingeniería informática, analizándolas no solo desde el punto de vista académico, sino desde el profesional, analizando los contenidos de las principales certificaciones profesionales que el mercado está demandando, para determinar si la orientación de las asignaturas es adecuada e identificar contenidos que permitan complementar sus temarios.

El artículo estará formado por cuatro secciones: En la primera pondremos en contexto el momento actual de creación de planes de estudio, analizando la estructura general del plan de estudio y resaltando la necesidad de que los ingenieros software cuenten con especialización en varias áreas y cuenten con certificaciones profesionales. En la segunda sección se analizará en detalle la intensificación de Ingeniería del Software, comentando los contenidos. En la tercera sección se analizarán las principales certificaciones profesionales relacionadas con cada una de las 8 asignaturas, realizando una comparación de los contenidos de cada certificación y de las asignaturas. Finalmente en la última sección, describiremos las principales conclusiones obtenidas durante la investigación.

## II. GRADO EN INGENIERÍA INFORMÁTICA EN LA UCLM

En el caso del Grado en Ingeniería Informática, En los últimos años, las organizaciones ACM, IEEE-CS, y AIS han colaborado para obtener un nuevo documento de recomendaciones sobre el nuevo grado de Ingeniería del Software [5]. Se parte de las tres titulaciones que se imparten actualmente (Ingeniería Superior en Informática, Ingeniería Técnica en Informática de Gestión e Ingeniería Técnica en Informática de Sistemas), y se va a un modelo de grado único con cuatro especialidades o intensificaciones. Estas cuatro intensificaciones se corresponden con cuatro de las Tecnologías Específicas de la Resolución de 8 de junio de 2009, de la Secretaría General de Universidades, por la que se

da publicidad al Acuerdo del Consejo de Universidades, por el que se establecen recomendaciones para la propuesta por las Universidades de memorias de solicitud de títulos oficiales del ámbito de la Ingeniería Técnica Informática (BOE Num. 187 del 4/8/2009), y las propuestas por la ACM [6-8], y que son: Ingeniería del Software, Ingeniería de Computadores, Computación y Tecnologías de la Información.

La nueva propuesta del plan de estudios, está dividida en un conjunto de bloques, orientados a la obtención de un título que por una parte se centrará en aspectos generalistas, haciendo que el estudiante adquiera al menos las competencias transversales, de formación básica, comunes a la rama de informática y por otra parte las competencias de al menos una de las especializaciones recomendadas por la ACM.

Estructura del Título				Mod	
12	Trabajo fin de grado				
24	Optatividad				
48	Ing. Del Software	Tecnologías de la Información	Ing. De Computadores	Computación	
36	Formación complementaria para la rama de Ingeniería Informática				3
60	Formación común para la rama de Ingeniería Informática				2
60	Formación básica para la Ingeniería				1

Figura 1. Estructura del Título de Ingeniero en Informática de la UCLM

En la Fig. 1 se puede ver la estructura general del título propuesto por la UCLM, formado por los siguientes módulos: i) Módulo de formación básica de 60 ECTS obligatorios; ii) Módulo de formación común a la rama de la Informática de 96 ECTS (60 ECTS de formación común y 36 ECTS de formación complementaria); iii) Cuatro módulos de tecnología específica de 48 ECTS. Cada uno de ellos incluye una intensificación de tecnología específica para cada una de las cuatro ofertadas; iv) Hay una oferta de asignaturas optativas para que el estudiante pueda cubrir los 24 ECTS de optatividad incluidos en el Plan de Estudios. Asimismo, pueden obtenerse 12 ECTS de optatividad mediante la realización de prácticas en empresas, las cuales son de enorme importancia para ayudar al alumno a definir su orientación profesional; y v) Existe un trabajo fin de grado, de 12 ECTS, que tienen que realizar obligatoriamente todos los estudiantes.

Desde el punto de vista metodológico, el diseño del Plan de Estudios se ha basado en un análisis descendente, partiendo de las competencias hasta llegar a las asignaturas. Las unidades de enseñanza-aprendizaje se han agrupado temáticamente por materias y cada materia se divide en una o varias asignaturas afines desde un punto de vista temático.

### III. LA INTENSIFICACIÓN DE INGENIERÍA DEL SOFTWARE

La intensificación de Ingeniería del Software propuesto para el nuevo grado en ingeniería informática, estará compuesta de un total de 8 asignaturas de 6 ECTS cada una, suponiendo un total de 48 créditos ECTS.

La realización de este modulo de especialización, permitirá que el alumno sea capaz de afrontar proyectos de Ingeniería del Software, Seguridad y Auditoría, cubriendo todos los aspectos del ciclo de vida relacionados con ellos, dirigiendo los proyectos con garantías de calidad, adquiriendo la capacidad de valorar las necesidades del cliente y especificar los requisitos software para satisfacer estas necesidades, reconciliando objetivos en conflicto mediante la búsqueda de compromisos aceptables dentro de las limitaciones derivadas del coste, del tiempo, de la existencia de sistemas ya desarrollados y de las propias organizaciones, comunicándose de forma clara y efectiva, trabajando en y con equipos multidisciplinares, adaptándose a los cambios y también le posibilita para ejercer la profesión, teniendo una conciencia clara de su dimensión humana, económica, social, legal y ética.

A continuación se muestran las 8 asignaturas del modulo de Ingeniería del Software, cuyo contenido se verá en detalle en el siguiente apartado: i) Ingeniería de Requisitos; ii) Diseño de Software; iii) Desarrollo de Bases de Datos; iv) Sistemas de Información Empresariales; v) Procesos de Ingeniería del Software; vi) Seguridad de Sistemas Software; vii) Calidad de Sistemas Software; viii) Gestión de Proyectos Software.

### IV. CERTIFICACIONES PROFESIONALES PARA INGENIEROS SOFTWARE

El momento actual en que se están definiendo los nuevos planes de estudio y en el que Europa se encuentra inmersa en el proceso de convergencia de la educación superior es fundamental para el futuro de algunos estudios tan nuevos, tan cambiantes y de los que depende tanto el progreso de la sociedad como es el caso de la Ingeniería Informática [9, 10]. Por lo tanto es muy importante ser capaces de adaptar los nuevos planes de estudio a las necesidades reales del mercado [11]. En el caso de la Ingeniería Informática, las empresas y los profesionales están demandando perfiles cada vez más especializados (nosotros aquí analizaremos los relacionados con el desarrollo del software), por lo que es deseable que los futuros graduados cuenten con una o varias certificaciones profesionales internacionales [12-14], o al menos que tengan el camino preparado para conseguirlas. Por lo tanto es muy importante que los nuevos estudios estén muy enfocados a las necesidades profesionales [15, 16], sin perder el rigor científico exigible en una ingeniería, y para conseguir este objetivo es fundamental que estos nuevos planes de estudio tengan una orientación que facilite la obtención de certificaciones profesionales.

Es muy importante mostrar a las empresas que las asignaturas que componen las nuevas áreas de especialización están ofreciendo realmente lo que el mercado demanda, estableciendo mapas de relación entre los contenidos de estas asignaturas y los contenidos de las principales certificaciones profesionales que el mercado está demandando. Conseguir enlazar en la práctica con las necesidades formativas reales es un reto que ofrece muchas ventajas, tanto para los profesionales, que obtendrán una inserción laboral más directa y con mejor proyección, como para las propias empresas, que verán satisfechas sus necesidades mucho más rápidamente, y además en un contexto internacional.

A continuación se analiza la relación existente entre cada una de las asignaturas que componen el perfil de Ingeniería del Software y las principales certificaciones profesionales asociadas con ellas, lo que nos permitirá conocer la cercanía de dichas asignaturas con los perfiles profesionales más demandados, y poder adaptar los contenidos (basados en un conjunto de descriptores abstractos). Para cada asignatura se mencionarán las certificaciones profesionales más relevantes, y sus contenidos, y se contrastarán con los descriptores definidos para la asignatura. Adicionalmente, se mostrarán aquellas asignaturas que pueden ayudar a cubrir los contenidos de las certificaciones y los aspectos de las certificaciones que quedan fuera del temario oficial. En la Tabla 1, se pueden ver las

principales certificaciones que se analizarán para cada asignatura y el porcentaje de contenidos de la certificación que puede cubrirse con la asignatura.

Aunque existen otras certificaciones de interés, como las ofertadas por la EUCIP (Certificaciones Europeas para profesionales de la Informática), no se han podido abordar en el presente artículo, por motivos de espacio

Evidentemente, no se trata de conseguir certificaciones profesionales con las asignaturas, pero si ofrecer a los alumnos las bases para conseguirlo, y acercar los contenidos de las asignaturas a los contenidos de las certificaciones, que tienen vía directa con las necesidades profesionales más demandadas.

TABLA 1. RELACIÓN ENTRE LAS ASIGNATURAS DE INGENIERIA DEL SOFTWARE Y LAS CERTIFICACIONES PROFESIONALES

Organización	Certificación	Asignaturas							
		Ingeniería de requerimientos	Diseño del Software	Procesos Ingeniería Software	Calidad Sistemas Software	Gestión Proyectos Software	Desarrollo de Bases de Datos	Sistemas Información Empresarial	Seguridad Sistemas Software
ASQ	CQE				100%				
	CQT				80%				
ECQA	CSPM		100%						
	CCCM			100%					
	CeBM						100%		
	CeCE						100%		
	ISECMA								100%
GILB	VRC	100%							
IDMA	CCP						100%		
	CDMP						100%		
ISC	CISSP								100%
ISACA	CISM								100%
	CISA								100%
	CGEIT								80%
iSQL	ISEB	100%							
	IREB	100%							
	iSAQB		100%						
	iCSA		100%						
	CPPM					90%			
QAI	CSPE			100%					
	CQSPE			100%					
	CSQA				90%				
	CMSQ				70%				
	CSPM					100%			
PMI	PMP					85%			
SANS	GIAC								100%
SEI	SAPC		100%						
	ATAM		66%						

### A. Ingeniería de Requisitos

En el caso de la Ingeniería de Requisitos, existe un pequeño, pero selecto grupo de certificados internacionales que han intentado abordar la materia de la asignatura. Entre las más destacadas están GILB-VRC (Relación Requisitos de Certificación) de la consultora GILB y las certificaciones ISEB (Certificado en Ingeniería de Requisitos) e IREB (Certified Professional para Ingeniería de Requisitos) de la iSQI (Instituto Internacional de Calidad de Software).

El temario de la asignatura se compone de 9 dominios: i) Fundamentos de análisis del software; ii) Requisitos software; iii) Tipos de requisitos; iv) Elicitación; v) Análisis, especificación y validación de requisitos software; vi) Análisis orientado a objetos; vii) Notaciones avanzadas; viii) Herramientas de gestión de requisitos; ix) Métodos de gestión de requisitos. Estos dominios incluyen los conocimientos requeridos por las principales certificaciones profesionales, aportando a los alumnos contenidos extras que no son exigidos por las certificaciones. Las certificaciones analizadas centran la mayor parte de sus contenidos en los conocimientos aportados del dominio i al iv de la asignatura.

Asimismo, cabe destacar que la certificación GILB-VRC presenta una estructura de módulos cuya organización difiere en gran medida de la de la asignatura “Ingeniería de requerimientos” y de las otras certificaciones.

### B. Diseño de Software

Al igual que en el apartado anterior, existe un pequeño grupo de certificaciones internacionales centradas en abordar la materia de la asignatura “Diseño del Software”. Entre las más destacadas están la iSAQB (Certificado Profesional en Ingeniería del Software) y la ICSA (Certificado en Arquitectura del Software) de la iSQI (Instituto Internacional de Calidad de Software), la SAPC (Certificado profesional en arquitectura del software) y ATAM (Método de análisis para el intercambio de arquitecturas) del SEI (Instituto de Ingeniería del Software) y la CSPM (Certificado de Software para gestión de proyectos) del ECQA (Asociación Europea de Calidad y Certificación).

La asignatura está formada por los siguientes dominios: i) Fundamentos del diseño de software; ii) Diseño orientado objetos; iii) Arquitecturas software; iv) Patrones de diseño Sw; v) Análisis y evaluación del diseño; vi) Notaciones avanzadas; vii) Otras estrategias diseño; viii) Herramientas de análisis y diseño. Los cuales, incluyen los conocimientos requeridos por las principales certificaciones profesionales, aportando al alumno contenidos extras que no tienen las certificaciones, salvo en algunos casos en los que las certificaciones se han orientado a temas muy específicos (Ej: El capítulo tercero de la SEI-ATAM).

En general las certificaciones muestran poca homogeneidad de contenidos al relacionarlas con los dominios de la asignatura, centrandó la mayor parte del peso de las mismas en los conocimientos aportados por los dominios i, iii y iv.

### C. Ingeniería de Procesos Software

En el caso de los procesos de ingeniería del Software, existen dos organizaciones que han obtenido reconocimiento

con sus certificaciones, la ECQA (Asociación Europea de Calidad y Certificación) con las certificaciones CCCM (Certificado para configuración y gestión de cambios), y las CQSPE (Certificado de calidad en procesos de ingeniería del software) y CSPE (Certificado en procesos de ingeniería del software) del Instituto QAI.

La asignatura está formada por los siguientes dominios: i) Construcción de software; ii) Gestión de la implementación; iii) Fundamentos de las pruebas del software Técnicas de prueba; iv) Gestión de la configuración del Software; v) Proceso de gestión de la configuración; vi) Fundamentos de mantenimiento del Software; vii) Técnicas de mantenimiento; viii) Modelado y especificación de procesos software. Los descriptores de la asignatura contienen a los grupos temáticos identificados en las principales certificaciones profesionales, aportando incluso contenidos adicionales que no se reflejan en las certificaciones. En el caso de la QAI-CSPE existen algunos contenidos relacionados con la calidad que son abordados en la asignatura de “Calidad del Software”, complementando los conocimientos requeridos por la certificación.

Por último, las certificaciones hacen especial hincapié en el dominio tercero de la asignatura, siendo la certificación QAI-CQSPE la certificación la más completa con respecto a los dominios de la asignatura.

### D. Calidad de Sistemas de Software

Frente a las pocas certificaciones existentes para otras asignaturas, en el caso de la Calidad de Sistemas de Software, existen un gran número de certificaciones que se han centrado en esta temática. Estas certificaciones abarcan la problemática, desde dos perspectivas: la calidad y las pruebas. Entre las principales certificaciones del mercado, podemos destacar:

- 3 Del Instituto QAI: CAST (Certificado en Pruebas Software); CSQA (Certificado Software para analistas de calidad); CTSE (Certificado en pruebas de software).
- 7 de la de la ASQ (Sociedad Americana de Calidad): CSQE (Certificado de Ingeniería en Calidad de Software); CQA (Certificado como Auditor de Calidad); CQE (Certificado en ingeniería de calidad); CQT (Certificado técnico de calidad); CQI (Certificado de Inspector de calidad); CMQ/OE (Certificado de organización y gestión de calidad); CQIA (Certificado Asociado a la mejora de la calidad); CQPA (Analista certificado en calidad del software).
- 1 del iSQI (Instituto Internacional para la Calidad del Software): ISTQB (Certificado en pruebas).
- 1 del Instituto Europeo de Telecomunicaciones (ETSI): TTCN-• (Certificado para pruebas y test de control v3).

Dado el gran número de certificaciones existentes, en el presente apartado nos centraremos en analizar las 4 más importantes que son el QAI-CSQA, el QAI-CMSQ, ASQ-CQE, y el ASQ-CQT

Los dominios que conforman la asignatura son los siguientes: i) Fundamentos de calidad del Software; ii) Calidad del proceso; iii) Calidad del producto; iv) Verificación y validación del Software; v) Medición del software; vi) Evaluación y mejora de procesos Software; vii) Gestión de la

calidad del software; viii) Estándares y normas de calidad; ix) Herramientas - gestión de calidad. Estos dominios incluyen los conocimientos requeridos por las principales certificaciones profesionales, aunque en menor medida que otras asignaturas. Algunos de los conocimientos de estas certificaciones, pueden ser complementados mediante otras asignaturas, como los conceptos de seguridad que pueden ser completados mediante la asignatura “Seguridad de Sistemas de Software”, o la gestión de riesgos de proyectos que es abordado por la asignatura “Gestión de Proyectos del Software”. Pero existen otra serie de conocimientos que no son actualmente abordados, como los conceptos de Outsourcing asociados al coste, o las auditorias de calidad que requieren asignaturas optativas específicas. La certificación que mejor se adecua a los dominios de la asignatura, es la ASQ-CQE.

#### E. Gestión de Proyectos Software

En el caso de la Gestión de Proyectos de Software, existen pocas certificaciones relacionadas, pero algunas de ellas tienen gran importancia en la industria del software. De entre todas, nos centramos en las 3 que más relevancia han tomado en el mercado, la CSPM (Certificado de gestión de proyectos de software) del Instituto QAI, la PMP (Gestión profesional de proyectos) del PMI (Instituto de gestión de proyectos) y la CPPM (Certificado profesional para gestión de proyectos) del iSQI (Instituto Internacional de Calidad de Software).

Los dominios de los que se compone la asignatura son: i) Planificación estratégica; ii) Planificación de proyectos software; iii) Estimación; iv) Seguimiento y control de proyectos Sw; v) Gestión de riesgos; vi) Herramientas de gestión de proyectos. La asignatura por sí sola no cubre ninguna de las certificaciones, siendo necesarios los conocimientos aportados por otras asignaturas del modulo (Ingeniería de requerimientos, Ingeniería de procesos software, Calidad de Sistemas Software). Por otro lado, también quedan pendientes algunos aspectos como “la responsabilidad social y profesional”, “la gestión de recursos humanos” y algunos aspectos centrados en metodologías específicas como CMMI y SPICE (que en esta universidad se abordan en el máster en lugar de en el grado).

#### F. Desarrollo de Base de Datos

En el caso del desarrollo de Base de Datos, existen muy pocas certificaciones genéricas y entre estas, solo merece la pena destacar la CCP (Certificado profesional de computación) y la CDMP (Certificado profesional para gestión de datos) de la IDMA (Asociación para la gestión segura de datos).

Pero si existe un amplio conjunto de certificaciones ofertadas por compañías privadas y centradas en sus propios Sistemas de Gestión de Bases de Datos (SGBD). De estas las que más éxito tienen en el mercado actual son las ofertadas por Microsoft, Oracle e IBM.

- Microsoft ofrece certificaciones relacionadas con las Bases de Datos: MCITP-DD (Desarrollo de bases de datos), MCITP-DA (Administración de base de datos), y MCITP-BI (Inteligencia de negocio).

- Oracle ofrece un amplio conjunto de certificados, pero para el apartado actual nos centraremos solo en el OCDA (Certificado de Oracle de administración de base de datos). La

parte de inteligencia de negocio, se cubre mediante una extensión de Oracle, denominada OBIAR (Oracle aplicaciones de inteligencia de negocio).

- IBM tiene un conjunto de certificaciones orientadas a su sistema de gestión de bases de datos, denominado DB2. Entre estas certificaciones, las más importantes son: el CDA (Certificado de administrador de base de datos) y el CADA (Certificado avanzado para administración de bases de datos). La parte de inteligencia de negocio, se cubre mediante la herramienta COG (Cognos).

Los diferentes dominios que conforman la asignatura son: i) Requisitos de Datos; ii) Diseño conceptual; iii) Diseño lógico; iv) Diseño Físico; v) Seguridad en BBDD; vi) Diseño avanzado de datos. Estos dominios, incluyen la mayor parte de los conocimientos requeridos por las principales certificaciones profesionales, aportando al alumno contenidos extras que no tienen las certificaciones, como aspectos de seguridad de las BBDD. Por otro lado, el temario de la asignatura se ve complementado con otras asignaturas del modulo como “Calidad de Sistemas de Software” y optativas de la carrera, como “Administración de Bases de Datos” y “Bases de Datos Avanzadas”. Sin embargo, las certificaciones con contenidos de tecnologías específicas no se cubren completamente, al requerir una cantidad de hora específica para cada una de esas tecnologías (ej: SQL Server, Oracle, DB2).

#### G. Sistemas de Información Empresarial

En el caso de los Sistemas de Información Empresarial (SIE), existen muy pocas certificaciones genéricas, entre las existentes solo merece la pena destacar las dos ofertadas por la ECAQ (Asociación Europea de Calidad y Certificación) que son la CeBM (Certificado para gestión de negocios en Internet) y CeCE (Certificado de ingeniería en comercio electrónico).

Pero si existe un amplio conjunto de certificaciones ofertadas por compañías privadas y centradas en sus propios ERP (Planificación de recursos para empresas) y CRM (Gestión de relaciones con clientes). De estas las que más éxito tienen en el mercado actual son las ofertadas por SAP y Microsoft:

- SAP ofrece más de 100 certificaciones, divididas en tres grupos: i) Aplicaciones: orientada al funcionamiento de SAP; ii) Tecnología: orientada a la implantación y mantenimiento de la aplicación; iii) y Desarrollo: orientada al desarrollo utilizando el lenguaje de programación ABAP.

En el caso de Microsoft su solución ERP/CRM pasa por una aplicación denominada NAV (Navision) que es una solución integrada de gestión completa y rentable que se actualiza y se adapta a las necesidades de las pequeñas y medianas empresas. Y la principal certificación es la BMSS-NAV (Especialista en soluciones de gestión de negocios para Navision).

La asignatura está formada por los siguientes dominios: i) Fundamentos de sistemas de información empresariales; ii) Integración de procesos de negocio; iii) Implementación, selección y adquisición; iv) Negocio y comercio electrónico; v) Soluciones de negocio basadas en sistemas de información: CRM, ERP, SCM. El temario de la asignatura incluye un

temario más amplio que el requerido por las principales certificaciones profesionales, aportando al alumno contenidos de gran valor profesional (ej: aspecto de integración de procesos), que no tienen las certificaciones. Pero por otro lado, lo que queda fuera del temario son los conocimientos sobre el manejo de los aplicativos específicos de las compañías encargadas de emitir las certificaciones (Ej: SAP, Navision, etc.).

#### H. Seguridad de Sistemas Software

Frente a las pocas certificaciones existentes para otras materias, la seguridad de sistemas software es con diferencia el tema que mayor relevancia ha tomado en el sector privado, lo que ha dado lugar a un gran número de certificaciones diferentes [13]. Dado el gran número de certificaciones existentes en Seguridad de Sistemas de Software, en el presente apartado nos centraremos en analizar las más importantes: i) CISSP (Certificado de Información Sistema Seguridad Profesional) de la ISC (Consortio para la certificación de sistemas de seguridad de la información); ii) ISECMA (Certificado profesional de gestión de seguridad) de la ECQA (Asociación Europea de Calidad y Certificación); iii) GIAC (Certificado de seguridad global) del instituto SANS; iv) y las de la organización internacional ISACA: CISM (Certificado en gestión de seguridad de la información), CISA (Certificado como auditor de sistemas de información) y CGEIT (Certificado en gobierno de tecnologías de la información para empresas).

Los dominios que conforman el temario de la asignatura son: i) Fundamentos de seguridad; ii) Seguridad organizativa; iii) Requisitos de seguridad; iv) Seguridad desarrollo Sw; v) Seguridad de sistemas de información; vi) Riesgos de seguridad; vii) Servicios de seguridad; viii) Gestión de seguridad; ix) Certificación, normas y estándares de seguridad. Dicho temario incluye la mayor parte de los conocimientos requeridos, aunque estos deben ser complementados con otras asignaturas optativas, quedando fuera del alcance de la asignatura tan solo algunas metodologías específicas, como es el caso de la metodología COBIT ofrecida por ISACA.

#### V. CONCLUSIONES

En este artículo hemos mostrado la importancia que tiene el momento actual de reestructuración de los planes de estudio para su adaptación al EEES, tanto para el futuro profesional de los alumnos, como para el crecimiento estable a medio y largo plazo del tejido empresarial europeo.

Para ello, es fundamental realizar unos planes de estudio acordes a las necesidades reales del mercado, de forma que estos planes sirvan como catalizador de un aumento de la productividad y del tejido empresarial. Por lo tanto estos planes de estudio tienen que ser acordes a la demanda del mercado.

Uno de los mejores indicadores de las necesidades del mercado, son las certificaciones profesionales, ya que suelen aparecer para dar solución a demandas en aspectos concretos de las compañías. Por lo tanto, podemos concluir que un plan de estudios que sea capaz de preparar adecuadamente a sus alumnos y les capacite para afrontar gran parte de las

certificaciones profesionales requeridas por las empresas con garantías, tendrá un enorme valor de cara tanto a los alumnos como a las compañías.

Por lo tanto y con el objetivo de validar el perfil de Ingeniería del Software de la carrera de Ingeniería Informática, se han analizado las certificaciones profesionales más demandadas por las empresas relacionadas con este perfil, y aun cuando se han detectado algunos aspectos que pueden ser mejorados en dicho perfil, estos son aislados y pueden ser compensados mediante asignaturas optativas y de postgrado.

Por último, uno de los aspectos interesantes que abordaremos en futuros estudios, será analizar otras certificaciones, principalmente de índole europea, como las ofrecidas por la EUCIP y enfocar la relación existente entre asignaturas y certificaciones a las atribuciones profesionales.

#### REFERENCIAS

- [1] Pereira, C., et al. The European Computer Science Project: A Platform for Convergence of Learning and Teaching. in DLC&W 2006. 2006. Lisbon, Portugal: October 2006.
- [2] Forbes, N.M., P. Computer science today in the European Union. Computing in Science & Engineering, 2002. 4(1): p. 10-14.
- [3] Lutz, M.J.B., D., Introduction: Software Engineering Curriculum Development. Software, IEEE, 2006. 23(6): p. 16-18.
- [4] Criteria for Accrediting Engineering Programs. Effective for Evaluations during the 2000-2001 Accreditation Cycle. 2000, ABET (Accreditation Board for Engineering and Technology, Inc.).
- [5] Davies, G., L. Cassel, and A. Pyster. ACM Education Board and Masters Level Programs. in SIGCSE'09. 2009. Chattanooga, Tennessee, USA.
- [6] ACM/IEEE-CS, Curriculum Guidelines for Undergraduate Degree Programs in Software Engineering, in Joint Task Force on Computing Curricula, Software Engineering. 2004.
- [7] Russell, S., et al., Computing Curricula 2005: The Overview Report. SIGCSE Bull. %@ 0097-8418, 2006. 38(1): p. 456-457.
- [8] ACM, Computer science curriculum 2008: An interim revision of CS 2001, in Review Task Force, R.f.t. Interim, Editor. 2008, ACM.
- [9] Lethbridge, T., et al. Improving software practice through education: Challenges and future trends. in Future of Software Engineering(FOSE'07). 2007.
- [10] Tovar, E. and M. Castro, Building Common Spaces in Engineering Education: A Review From ICECE05. IEEE TRANSACTIONS ON EDUCATION, 2007. 50(1): p. 79-84.
- [11] Thompson, J. Software Engineering Practice and Education An International View. in SEESE'08. 2008. Leipzig, Germany.
- [12] Seidman, S. The Emergence of Software Engineering Professionalism. in IFIP International Federation for Information Processing. 2008: Springer.
- [13] Crowley, E., Information system security curricula development. Proceedings of the 4th conference on Information technology curriculum, 2003: p. 249-255.
- [14] Suarez, B. and E. Tovar. Accreditation in engineering. in Plenary Sessions of Int. Conf. Engineering Computer Education 2005 (ICECE05). 2006.
- [15] Seidman, S.B. Software Engineering Certification Schemes. in Computer, 2008. 2008.
- [16] Batchman, T. and E. Tovar. Advantages and challenges which the accreditation process with ABET offers to engineering and computer science programs. Perspective of the engineering college. in Plenary Sessions of Int. Conf. Engineering Computer Education 2005 (ICECE05). 2006..