

# Procesos para el desarrollo de Sistemas de Software Distribuidos.

Patricia Pesado<sup>(1,2)</sup>, Rodolfo Bertone<sup>(1)</sup>, Pablo Thomas<sup>(1)</sup>, Luciano Marrero<sup>(1)</sup>, Ariel Pasini<sup>(1)</sup>, Lisandro Delia<sup>(1)</sup>, Nicolás Galdamez<sup>(1)</sup>, Eduardo Ibañez<sup>(1)</sup>, Cesar Estrebou<sup>(1)</sup>, Alejandra Ripodas<sup>(1)</sup>, Verónica Aguirre<sup>(1)</sup>, Germán Cáseres<sup>(1)</sup>

<sup>(1)</sup>Instituto de Investigación en Informática LIDI (III-LIDI)  
Facultad de Informática – Universidad Nacional de La Plata  
50 y 120 La Plata Buenos Aires

<sup>(2)</sup>Comisión de Investigaciones Científicas de la Provincia de Buenos Aires (CIC)  
526 e/ 10 y 11 La Plata Buenos Aires

{ppesado, pbertone, pthomas, lmarrero, apasini, ldelia, ngaldamez, eibanez, cesarest, aripodas, vaguirre, gcaseres}@lidi.info.unlp.edu.ar

## Resumen

Se presenta una línea de investigación y desarrollo centrada en los sistemas de software distribuidos, investigando sobre metodologías, técnicas y herramientas de ingeniería de software para sistemas distribuidos, orientadas a diferentes clases de sistemas, tales como sistemas WEB, sistemas de E-government y sistemas para dispositivos móviles.

Es de hacer notar que el III-LIDI mantiene esta línea de investigación desde hace más de 15 años, con resultados que se han transferido a distintos sectores a lo largo de su trayectoria.

**Palabras claves:** Sistemas Distribuidos – Ingeniería de Software - Metodologías de Desarrollo – Sistemas Web – E-Government

## Contexto

La línea de Investigación que se presenta en este trabajo está enmarcada en el Proyecto F016-Tecnologías para Sistemas de Software Distribuidos. Calidad en Sistemas y Procesos. Escenarios educativos mediados por TICs (2014-2017), del Instituto de Investigación en Informática LIDI de la Facultad de Informática, acreditado por el Ministerio de Educación. En particular en el subproyecto “Métodos y Procesos para la gestión de Sistemas de Software Distribuidos. Aplicaciones”.

Asimismo está relacionada con proyectos subsidiados por la Facultad de Informática y proyectos apoyados por diversos organismos. En particular el Proyecto “Gestión de Riesgos. Metodología para la administración del riesgo en proyectos de software orientados a PyMEs” apoyado por la Facultad de Informática en el período 2013-2014.

## Introducción

El desarrollo de sistemas distribuidos, como cualquier sistema de software necesita de las actividades definidas en un ciclo de vida de software para su correcta resolución. En algunos casos las técnicas y herramientas utilizadas habitualmente, deben ser adaptadas a estos tipos de sistemas, cuya característica principal es que se ejecutan sobre un conjunto de computadoras conectadas a una red. Estos sistemas deben tener soporte de software distribuido, que permita coordinar las actividades y compartir recursos, de manera que el usuario perciba una única facilidad de cómputo integrado, aunque ésta pueda estar implementada por varias máquinas en distintas ubicaciones [1].

La Ingeniería de Software comprende la aplicación de principios científicos para generar una solución elaborada de software que resuelva un problema determinado, y el mantenimiento subsecuente de ese sistema de software hasta el final de su vida útil [2][11][13]. La utilización de estas prácticas para resolver Sistemas Distribuidos hace

necesaria su adaptación en función de las características de dichos sistemas. [6]

Existen diversos modelos de procesos que permiten generar software que cumpla las expectativas del cliente y que para su desarrollo se pueda tener una agenda y costeo adecuado. Estos diferentes modelos presentan actividades rectoras que están presentes, en general, en cualquier metodología [15]:

- 1) especificación del problema (ingeniería de requerimientos)
- 2) gestión del proyecto (calendarización, análisis de riesgo, métricas y análisis de costo)
- 3) diseño e implementación,
- 4) validación
- 5) evolución del software.

La Ingeniería de Requerimientos permite comprender, documentar y acordar sobre el alcance del problema, establecer claramente *que, porque, en que contexto*, a quien está dirigido y como va a ser utilizado [4][5].

Asimismo uno de los ejes fundamentales para la concreción con éxito de un proyecto de software lo constituye la gestión [3]. Sin el personal adecuado, un análisis exhaustivo del problema a resolver y sin un proceso y gestión clara de desarrollo, aún con metas específicas y alcanzables, es complejo desarrollar un producto que cubra las necesidades del cliente. Además, estas características son necesarias para poder cumplir el calendario, el esquema de costos, realizar una correcta gestión del personal y lograr las metas de calidad planteadas, entre otras actividades del proceso software.

En particular la gestión de riesgos es una componente clave para evaluar y mitigar las situaciones complejas por las que puede pasar el sistema. Esta tarea primero identifica las situaciones potenciales que puede enfrentar un proyecto, tipifica posteriormente los riesgos y los evalúa en cuanto a impacto y probabilidad de ocurrencia. El tercer paso consiste en establecer una línea de corte, que permite separar los casos complejos de

aquellos poco probables o de incidencia mínima en el proyecto. Aquellos riesgos complejos son analizados en detalle y se establecen para su tratamiento planes de mitigación y contingencia. Así, el seguimiento de riesgos durante el ciclo de vida del proyecto consiste en evaluar las situaciones analizadas y observar si determinados parámetros muestran signos de desvíos [12] [14] [16] [17] [18]. Un caso de especial preocupación es la inclusión de esta tarea en las PyMEs productoras de software que desechan esta actividad porque generar un plan de riesgo resulta complejo, lento, e insume costos que estas empresas no pueden asumir.

Asociado con la Ingeniería de Software de Sistemas Distribuidos, está el problema de utilizar un entorno WEB para los servicios que ofrece el Sistema. El desarrollo de arquitecturas centradas en un servidor (o un conjunto de servidores distribuidos) que ofrecen una interfaz WEB a los usuarios, ha generado un importante desarrollo en la investigación de metodologías y herramientas orientadas a Sistemas WEB, así como ha generado la necesidad de establecer nuevas métricas y parámetros de aseguramiento de la Calidad para tales Sistemas [7] [8] [9][10].

En esta línea de investigación interesa particularmente la temática de E-Government. El gobierno electrónico consiste en el uso de las tecnologías de la información y el conocimiento en los procesos internos de gobierno en la entrega de los productos y servicios del Estado tanto a los ciudadanos como a la industria. Debe centrarse en la inclusión de los ciudadanos de una manera participativa a través de las tecnologías de la información y la comunicación [23] [24] [25]. Al concepto clásico de E-Government que se ha enfocado en poner los servicios tradicionales del Estado al alcance del ciudadano (Consultas en línea, Gestión de trámites, Expedientes digitales, Voto Electrónico, Consultas populares, etc) [26][27][28][34] se agrega la concepción de E-Citizen, es decir un ciudadano capacitado

para interactuar con el Estado, empleando Tecnología. [29][30][31][32][33][35].

Desde el año 2003 el Instituto trabaja en aplicaciones en esta área, entre las cuales se destacan prototipos de hardware y software de distintos tipos de votaciones (urnas electrónicas, ambientes de votación, comunicaciones, entre otras) [19][20][21][22].

En particular es tema de estudio la accesibilidad de la urna electrónica para electores ciegos, investigando diferentes alternativas como botoneras con código braile, teclados, pantallas sectorizadas, inclusión de audio, entre otras.

Y respecto a los posibles escenarios de votación electrónica, aparecen como una opción de gran interés las votaciones remotas vía internet, que a diferencia de las presenciales, independizan al proceso de votación de la necesidad de concentrar en puntos determinados a los electores. Los conceptos de base para la votación vía WEB se centran en la confiabilidad y seguridad de las transmisiones de los votos, una vez asegurada la identificación del elector, sumados al almacenamiento de los sufragios sin posibilidad alguna de rastreabilidad del sufragante y seguimiento de los electores que ya han votado.

### **Líneas de Investigación y Desarrollo**

Se detallan a continuación las principales líneas de investigación y desarrollo que representan una continuidad respecto de años anteriores:

- Conceptos de procesamiento distribuido. Arquitectura, comunicaciones y software. Middleware.
- Metodologías de especificación, validación y desarrollo de SSD.
- Metodologías ágiles de desarrollo utilizando frameworks propios y disponibles de uso libre, con diferentes tecnologías.
- Evaluación de técnicas para mejorar el proceso de Ingeniería de Requerimientos.

- Herramientas para Gestión de Riesgo en sistemas complejos que incluyan software.
- Lenguajes y ambientes para procesamiento distribuido.
- Reingeniería de sistemas complejos que migran por downsizing a esquemas cliente-servidor distribuidos.
- Sistemas basados en tecnologías Grid/Cloud. Enfoque a las aplicaciones de E-Citizen.
- Sistemas distribuidos para el tratamiento de información no estructurada (Big-Data). Aplicaciones.
- Voto electrónico y Voto por Internet. Arquitecturas adaptadas a la legislación vigente. Inclusión de electores.
- Sistemas de identificación segura en tiempo real. Identificación biométrica.
- Seguridad y tolerancia a fallas en sistemas de E-Government.
- Certificación de software y hardware para sistemas de E-Gov. Normas.
- Nuevas tecnologías de E-Gov, en particular M-Gov (Mobile Government)

### **Resultados esperados/obtenidos**

Algunas transferencias realizadas y en curso:

- **Voto Electrónico vía WEB.** En el marco de un convenio entre el III-LIDI y la Caja de Previsión Social de Profesionales de las Ciencias Farmacéuticas, se desarrolló un sistema de voto electrónico que permitió a los afiliados emitir el voto a autoridades desde cualquier máquina conectada a internet. El sistema garantiza la transmisión segura del voto y el almacenamiento del voto sin individualización del votante. La votación se realizó durante un mes entre noviembre y diciembre de 2014.
- **Sistema para almacenamiento y recuperación de información digitalizada.** Se está analizando un sistema para tener un digesto que

contenga las normativas vigentes de una Facultad. Este sistema permitirá registrar y consultar todas las normas de dicha institución, a través de metadatos vinculados a cada norma, y a partir de búsqueda textual dentro de una norma digitalizada. Para esta última funcionalidad se prevé utilizar *Apache Solr* como motor de búsqueda y *Apache Tika* para el reconocimiento óptico de caracteres, considerando que el texto de cada norma será almacenado como archivo pdf. Inicialmente se instanciará para las Facultad de Informática y Ciencias Económicas de la UNLP.

- **Sistema para analizar el acondicionamiento térmico de obras.** En el marco de un acuerdo entre la Facultad de Arquitectura y la Facultad de Informática, se está analizando un sistema para gestionar obras de construcción en relación al cumplimiento de las normas IRAM sobre acondicionamiento térmico de edificios. A través de este sistema, las obras podrán ser evaluadas, para que de acuerdo a su acondicionamiento térmico, permitan reducir la demanda de energía, reducir la emisión de Gases de Efecto Invernadero (GEI) y obtener confort acústico e hidrotérmico (térmico y humedad).
- **Sistema de Gestión Integral para el CONICET La Plata.** En el marco de un convenio entre la UNLP y el CONICET, el III-LIDI está analizando un sistema que permita la gestión optimizada de las áreas de Recursos Humanos; Comercio Exterior, Compras y Patrimonio; Administración Contable; Tesorería; entre otras
- **Consultoría para la SECOM.** El III-LIDI participa junto a las Facultades de Ingeniería y Ciencias Económicas en la evaluación técnica de propuestas empresariales del Programa Servicio Universal de la Secretaría de Comunicaciones de la Nación.

Metas/Resultados esperados:

- Desarrollar soluciones a problemas concretos de software de sistemas distribuidos, poniendo énfasis en el desarrollo de metodologías y herramientas específicas para clases de aplicaciones.
- Aplicar los conceptos de gestión de proyectos y gestión de riesgos en proyectos de desarrollo de software, definiendo un proceso proactivo de administración de riesgos, aplicable a lo largo del ciclo de vida del proyecto. En particular lograr aplicar una gestión de riesgos simple en organizaciones pequeñas y medianas.
- Analizar metodologías aplicables a Sistemas Distribuidos utilizando frameworks de desarrollo, específicos para diferentes entornos.
- Ampliar herramientas que soporten la evaluación de calidad, eficiencia y relación de esfuerzo/costo. Esta meta relacionada con el subproyecto de gestión de la calidad del Instituto.
- Continuar evolucionando los prototipos de voto electrónico presencial y vía WEB utilizables en diferentes modelos de elecciones/consultas.
- Desarrollar servicios WEB, en particular relacionados con Big-Data. Durante 2015 la Facultad de Informática realizará las III Jornadas de Cloud Computing, integrando también actividades de Big Data.
- Transferir al sector productivo nacional.
- Formar recursos humanos de grado y postgrado en la temática.
- Conformar vínculos y acuerdos de cooperación con otras universidades del país y del exterior.
- Publicar los resultados y participar en eventos científicos/tecnológicos para compartirlos.

## Formación de Recursos Humanos

Los integrantes de esta línea de investigación dirigen Tesinas de Licenciatura y Tesis de Postgrado en la Facultad de Informática, y Becarios III-LIDI y CIC en temas relacionados con el proyecto. Además participan en el dictado de asignaturas/cursos de grado y postgrado de la Facultad de Informática de la UNLP y en otras universidades del país y del exterior.

## Referencias

- [1] G. Coulouris. Distributed Systems – Concepts and Design. Addison-Wesley. 1994.
- [2] R. Pressman. Ingeniería de Software: Un Enfoque Práctico. McGraw-Hill. 2002
- [3] R. Wysocki. Effective Project Management: Traditional, Adaptive, Extreme, .Wiley .2003
- [4] Loucopoulos, P; Karakosas, V. Systems Requirements Engineering. McGraw Hill. Book Company. 1995
- [5] G. Kotonya and I. Sommerville, Requirements Engineering: Processes and Techniques, Wiley. 1998
- [6] Pleegeer. Ingeniería de Software: Teoría y Práctica. Prentice-Hall. 2002
- [7] Stephen Kan. Metrics and Models in Software Quality Engineering (2nd Edition). Addison Wesley. 2003
- [8] Offutt J., “Quality Attributes of Web Software Applications”. IEEE Software: Special, Issue on Software Engineering of Internet Software 19 (2):25-32, Marzo / Abril 2002.
- [9] Wu, Y. y Offutt, J. “Modeling and testing web-based Applications”. <https://citeseer.ist.psu.edu/551504.html>: 1-12, Julio 2004
- [10] Piattini, M; Oktaba, H; Pino, F; Orozco, M; Alquicira, C. COMPETISOFT. Mejora de Procesos Software para Pequeñas y Medianas Empresas y Proyectos. Editorial RaMa. ISBN; 978-84-7897-901-1. 2008
- [11] Ingeniería de Software, Ian Sommerville, Pearson, Addison Wesley, 2006
- [12] Software Risk Management Practices. KLCL research group report. 2001
- [13] Software Engineering Institute. Disponible en <http://www.sei.cmu.edu/risk/>
- [14] Continuous Risk Management at NASA. Rosenberg, L., Hammer, T., Gallo, A., [http://satc.gsfc.nasa.gov/support/ASM\\_FEB99/crm\\_at\\_nasa.html](http://satc.gsfc.nasa.gov/support/ASM_FEB99/crm_at_nasa.html)
- [15] A spiral model of software development and enhancement. B. Boehm, IEEE Computer, 21(5), 61-72. 1988
- [16] Managing Risk: Methods for Software Systems Development. E. Hall, Reading, MA: Addison Wesley, 1998
- [17] Managing software Quality and Business Risk. M. Ould. John Wiley & Son. 1999
- [18] Software Risk Management, S. Zardari. Information Management and Engineering, 2009. ICIME '09. International Conference on Digital Object Identifier: 10.1109/ICIME.2009.138, 375-379, 2009.
- [19] Feierherd G., De Giusti A., Pesado P., Depetris B. “Una aproximación a los requerimientos del software de voto electrónico de Argentina”. CACIC 2004.
- [20] Pesado P., Feierherd G., Pasini A. “Especificación de Requerimientos para Sistemas de Voto Electrónico”. CACIC 2005.
- [21] Pesado P., Pasini A., Ibáñez E., Galdámez N., Chichizola F., Rodríguez I., Estrebow C., De Giusti A. “E-Government- El voto electrónico sobre Internet”. CACIC 2008.
- [22] Carri J., Pasini A., Pesado P., De Giusti A. “Reconocimiento biométrico en aplicaciones de E-Government. Análisis de confiabilidad / tiempo de respuesta.” CACIC 2007.
- [23] Center for democracy and technology E-Government Handbook. 2002. <http://www.cdt.org/egov/handbook/>
- [24] Jones A., Williams L. “Public Services and ICT - FINAL REPORT. How can ICT help improve quality, choice and efficiency in public services?”. London: The Work Foundation. 2005.
- [25] London: National Audit Office. “Better Public Services through e-government”. Report HC 704-I Session 2001-2002.
- [26] Washington DC: Office of Management and Budget. “E-Government Strategy: Simplified Delivery of Services to Citizens”. OMB. 2002.
- [27] “Citizen Centric Government: Global Best Practice in Delivering Agile Public Services to Citizens and Businesses”. London: Gov3 Ltd. 2006.
- [28] Brussels: European Commission. “The Role of eGovernment for Europe's Future”. Report COM(2003) 567 Final. Europe. 2003.
- [29] Wang L., Bretschneider S., Gant J. “Evaluating Web-based e-government services with a citizen-centric approach”. Proceedings of the 38th Hawaii International Conference on System Sciences. 2005.
- [30] Transforming Public Services: The Next Phase of Reform. Edinburgh: Scottish Executive”. Scotland 2006.
- [31] Clift S. “e-Government and Democracy: Representation and Citizen Engagement in the Information Age”. 2004.
- [32] O'Donnell S., McQuillan H., Malina A. “eInclusion: expanding the Information Society in Ireland. Dublin: Government of Ireland. Information Society Commission”. 2003.
- [33] Juma C., Yee-Cheong L. “Reinventing global health: the role of science, technology and innovation”. Lancet 2005.
- [34] Laguna A., Ferri Tormo R., Hernandez V., Peñarrubia J. “gCitizen: uso de tecnologías Grid para la interoperabilidad entre Administraciones Públicas”. IX

Jornadas sobre Tecnología de la Información para la Modernización de las Administraciones Públicas. Sevilla. 2006.

[35] Brunner J. “Educación: escenarios de futuro. Nuevas Tecnologías y sociedad de la información”. PREAL, Santiago de Chile. 2000.