

# TICs y procesos productivos en PyMES

A. De Giusti<sup>(1)</sup>, P. Pesado<sup>(1,2)</sup>, M. Naiouf<sup>(1)</sup>, P. Thomas<sup>(1)</sup>, C. Estrebou<sup>(1)</sup>, N. Galdamez<sup>(1)</sup>, L. Moralejo<sup>(1)</sup>, L. Delia<sup>(1)</sup>

<sup>(1)</sup>Instituto de Investigación en Informática LIDI (III-LIDI)  
Facultad de Informática – UNLP

<sup>(2)</sup> Comisión de Investigaciones Científicas de la Provincia de Buenos Aires (CIC)

{degiusti, ppesado, mnaiouf, pthomas, cesarest, ngaldamez, lmoralejo,ldelia}  
[@lidi.info.unlp.edu.ar](mailto:@lidi.info.unlp.edu.ar)

## CONTEXTO

El III-LIDI participa del proyecto PAE EICAR (Electrónica, Informática, Comunicaciones, Automática y Robótica para la producción de Bienes y Servicios) integrado por una red de Universidades (UNLP, UNSJ, UNLM, UTN, UCC, UNPA, UNCPBA), institutos y cámaras empresarias. Esta IP ha sido aprobada por la Agencia Nacional de Promoción Científica y Tecnológica en el año 2007.

## RESUMEN

En el marco del Proyecto PAE EICAR, el Instituto de Investigación y Desarrollo en Informática participa en los temas específicos de “Planificación, supervisión y optimización de la producción en Pymes” y “Tecnología en Gestión de stocks (fijos y en movimiento)” en conjunto con la Facultad de Ciencias Económicas de la UNLP, la Universidad Nacional de La Matanza y la Universidad del Centro de la Pcia. de Bs. As. y de la creación de la “RED (EICAR) de Centros Regionales de investigación y desarrollo, asesoramiento y consultoría altamente especializada y capacitación para PYMEs en TICs”.

## INTRODUCCION

### Identificación del problema

La toma de decisiones relacionadas con el Planeamiento de la Producción en Plantas Industriales PYME requiere el análisis de datos complejos que involucran desde las proyecciones de venta hasta el control en tiempo real de las máquinas que realizan la producción. Este análisis incluye algunos elementos de mayor dificultad cuando las plantas pueden estar físicamente distribuidas, lo que obliga a trabajar sobre aspectos de la logística de materias primas y productos terminados.

Optimizar esta toma de decisiones tiene un alto significado económico para las empresas (reducción de stocks ociosos, minimización de los tiempos de respuesta, optimización en la asignación de recursos, reducción de los costos de la logística) que requiere el desarrollo de Sistemas de Software que integren modelos e información de mercado con la planificación de la producción.

Por otra parte la utilización de tecnología en la gestión de stocks fijos (almacenes) y móviles (durante su transporte) para el seguimiento de productos y materias primas en

plantas industriales PYME representa un problema que afecta a la logística del planeamiento de la producción. La minimización y efectiva planificación de la distribución tiene un impacto directo en los costos de producción y el beneficio a obtener. Este análisis incluye elementos de mayor dificultad cuando las plantas se encuentran físicamente distribuidas. En particular la incorporación de tecnología (tal como la de RFID) a los almacenes de stock (únicos o distribuidos) de una organización permite un control exacto de existencias en tiempo real.

Por otra parte el seguimiento de los stocks en movimiento (por ejemplo utilizando tecnología de georeferenciación) permite un control en tiempo real de las transferencias de materias primas y los movimientos de productos terminados entre centros de distribución.

### **Objetivos del proyecto**

El objetivo general del proyecto es investigar y desarrollar modelos de sistemas de software WEB parametrizables que integren información gerencial de escenarios de mercado con la planificación de la producción, optimizando una función multiobjetivo variable. En particular estos sistemas deben contemplar el caso de diferentes modelos de plantas PYMEs que puedan estar o no distribuidas físicamente con una dirección de negocios centralizada.

En particular se incorpora un módulo de tratamiento óptimo de la logística de movimiento de materias primas (locales e importadas) desde los centros de provisión a las plantas de producción, así como de los productos terminados a los centros de distribución.

El desarrollo debiera poder ser transferido (vía los Centros de Asistencia y Capacitación para PYMEs contemplados en el PAE EICAR) a las cámaras / empresas interesadas, incluyendo acuerdos de capacitación y asistencia en la implementación.

En el caso de la utilización de tecnología en la gestión de stock, el objetivo es desarrollar un modelo de sistema de software WEB que permita el seguimiento de materias primas, productos semi-elaborados y productos terminados almacenados y en movimiento.

Las tecnologías a explorar (en principio) son las relacionadas con RFID para almacenes y georeferenciación y comunicaciones móviles para stock en movimiento. El sistema contemplará el caso de un modelo de planta PYMEs distribuida físicamente.

### **Descripción del proyecto**

Los modelos de Sistemas de Software WEB planteados en el objetivo requieren integrar información de escenarios de mercado con la planificación de la producción, optimizando una función multiobjetivo parametrizable.

Deben admitir diferentes modelos de plantas PYME que puedan estar distribuidas con una dirección de negocios centralizada.

Podemos esquematizar el proyecto en 6 grandes etapas:

- Análisis de “clases” de plantas PYME comprendidas por el sistema de software, incluyendo coordinación con las Cámaras asociadas al PAE.
- Análisis, desarrollo e implementación del sistema de simulación de escenarios de demanda.

- Análisis, diseño e implementación del software de gestión de recursos. Desarrollo del sistema WEB adaptable a diferentes redes de comunicación física.
- Análisis, diseño e implementación del software de planeamiento de la producción, incluyendo la gestión de recursos en planta.
- Definición, análisis, diseño e implementación de los algoritmos heurísticos de la función multiobjetivo a optimizar.
- Optimización de la logística de movimiento de materias primas y productos terminados, en particular para el caso de plantas geográficamente distribuidas.

En el caso de la utilización de tecnologías en la gestión de stock el modelo de Sistema de Software WEB requiere una individualización de cada producto o materia prima a almacenar y los lugares posibles de almacenaje (fijo o en movimiento).

Las etapas son:

- Análisis de la logística del movimiento de materias primas y productos terminados.
- Análisis de las tecnologías de identificación en tiempo real.
- Análisis de la identificación de materias primas y productos terminados.
- Análisis de la identificación de almacenes y móviles de transporte.
- Análisis, diseño e implementación del software de seguimiento de productos y MP en plantas distribuidas.
- Tratamiento de consultas en tiempo real para la toma de decisiones.

### **Fundamentación y antecedentes del proyecto**

- La optimización de la toma de decisiones propuesta en el proyecto tiene un alto significado económico para las empresas (reducción de stocks ociosos, minimización de los tiempos de respuesta, optimización en la asignación de recursos, reducción de los costos de la logística) que requiere el desarrollo de Sistemas de Software que integren modelos e información de mercado con la planificación de la producción.
- Las PYMEs representan un factor importante en el desarrollo económico y del empleo en la región y en Argentina. El incremento del PBI en los últimos años produjo una utilización creciente de la capacidad instalada en Plantas Industriales y muchas PYMEs requieren la incorporación de tecnología y conocimiento para atender la demanda creciente en sus sectores. Uno de los aspectos críticos para las PYMEs es la toma de decisiones de Planificación de la Producción (PP), optimizando diferentes criterios. La integración de información del modelo de demanda del mercado, con datos de la administración y del sector técnico de la empresa permite optimizar la asignación de recursos y mejorar las decisiones de PP (e indirectamente de inversiones). Estas decisiones se hacen más complejas en los casos de Plantas Industriales físicamente distribuidas y alejadas del centro de dirección de la empresa lo que debe ser tenido en cuenta en la función multiobjetivo a optimizar.
- La incorporación de tecnología (Informática/Comunicaciones) en una PYME requiere un proceso de capacitación y una reformulación de las metodologías de trabajo tanto en Planta como a nivel Gerencial. Por ej. la sistematización de las Ordenes de Trabajo en Planta y su seguimiento con un horizonte de Planificación de días/semanas/meses requiere una organización de los recursos locales ajustada a la Planificación, así como el registro de tiempos de operación en cada máquina/proceso. Asimismo, visto desde la Gerencia, los modelos de proyección de ventas usan información histórica/actual de

mercado y la toma de decisiones referidas a compras/importaciones de Materias Primas requiere un cuidadoso ajuste entre los Análisis de Producción y la demanda estimada de productos terminados. Los recursos físicos necesarios (redes, sistemas WEB) no son limitantes para las PYMEs industriales a las que se enfoca el proyecto, si bien su utilización correcta requiere de un esfuerzo de capacitación interno.

- Es importante la experiencia previa. En la UNLP las Facultades de Informática y de Ciencias Económicas tienen una política activa en la generación de soluciones y transferencia de tecnología con el sector productivo. Existen proyectos y convenios concretos de vinculación con empresas y también una relación de trabajo con cámaras y organizaciones de la Provincia de Buenos Aires y a nivel nacional que vinculan estos Institutos con el sector productivo PYME.
- El III-LIDI participó del proyecto “Sistema integrado de Planeamiento de la Producción para PYMES” subsidiado por la CIC, cuyo objetivo fue analizar un conjunto de modelos de planta con distintas características (mono y multimáquina, producción a pedido, por análisis de stock, por pronósticos de ventas, etc.) y desarrollar un sistema básico y parametrizable para resolverlo.
- También participa del Proyecto FONTAR “Desarrollo de herramientas digitales para mejorar las estructuras de la producción, control de la producción, carga de máquinas, abastecimiento de materias primas y servicios, trazabilidad, almacenamiento y distribución de Productos Terminados” para la Empresa GRAFEX (Fábrica de Tintas y Barnices), subsidiados por la Agencia Nacional de Promoción de Ciencia y Tecnología. Se trata de un sistema que contempla la distribución geográfica de los lugares de producción (Villa Mercedes-San Luis y Buenos Aires)

## **RESULTADOS/BENEFICIOS ESPERADOS**

- Mejora de la productividad por aprovechamiento integral de los recursos disponibles.
- Ajuste de la planificación de la producción con un mayor horizonte de tiempo, lo que mejora los costos de las empresas.
- Mejoramiento de la calidad del proceso de fabricación, en base a modelos estandarizados (análisis de producción detallados y verificados, estadísticas de rendimiento de planta).
- Soporte inteligente a la toma de decisiones que permitan analizar escenarios inmediatos y futuros, asegurando una cuantificación del riesgo y potenciales beneficios.
- Mejora de la logística, con incidencia directa en los costos.

En el caso del sistema para seguimiento de stock:

- Mejora de la productividad por una adecuada planificación y seguimiento.
- Mejoramiento de la calidad del proceso de fabricación (por ej, por la optimización del desplazamiento entre plantas de los componentes de fabricación).
- Disminución de costos de stocks inmovilizados.
- Conocimiento en tiempo real de la situación de los stocks.
- Mayor seguridad.

Por otra parte el proyecto prevé organizar una RED de Centros Regionales de investigación y desarrollo, asesoramiento y consultoría altamente especializada y capacitación para PYMEs en TICs, cuyos nodos iniciales serán las instituciones que presentan este PAE. Esta Red dispondrá de una infraestructura y plataforma para el uso operativo y trabajo cooperativo de todos los actores y para el uso compartido en forma virtual de los laboratorios de I+D. Ello implica potenciar las fortalezas relativas de los Grupos con equipamiento acorde.

## **FORMACION DE RECURSOS HUMANOS**

El proyecto incluye como objetivo alcanzar la formación de recursos humanos altamente capacitados en el área de las TICs mediante la realización de estudios de postgrado y tareas conjuntas de investigación con universidades de desarrollo emergente. Con respecto a este objetivo parcial un aporte del proyecto en el tema es la propuesta de un Programa de Postgrado en TICs, orientado a egresados de Ingeniería/Informática cuyo reconocimiento se gestionaría por cada una de las Universidades intervinientes a partir de un programa acordado. Esta propuesta (en trazos muy gruesos) tendría un 60% de módulos comunes dedicados a los temas básicos:

- Fundamentos de arquitectura física computacional
- Sistemas Operativos, incluyendo embebidos y de tiempo real
- Redes, incluyendo manejo de redes de sensores y actuadores
- Sistemas distribuidos
- Tiempo Real
- Automática y robótica
- Herramientas de software
- Planificación de procesos industriales.

Y más un 40% de módulos “verticales” asociados a distintas aplicaciones.

## **BIBLIOGRAFIA**

- Bernroider E., Hampel A. "Enterprise resource planning and it governance in perspective: strategic planning and alignment, value delivery and controlling". Academic Publishers 2005. Viena (Austria).
- Kumar, K., Hillergersberg, J. "ERP Experiences and Evolution". Communication of the ACM, vol. 43, n°. 4, April (2000), 23-26.
- Oliver, D., Romm, C. "Enterprise Resource Planning Systems: Motivations and Expectations". 1º International Workshop on Enterprise Management Resource and Planning Systems EMRPS, Venice, Italy, 119-126.
- Esteves, J., Pastor, J. "Towards the Unification of Critical Success Factors for ERP Implementations". 10<sup>th</sup> Annual BIT conference, Manchester, UK., November (2000).
- Sprott, D. "Enterprise Resource Planning: Componentizing the Enterprise Application Packages". Communications of the ACM, vol. 43, n°. 4, April (2000), 63-69.
- Estrebou C., Romero A., Galdamez N., Moralejo L., " Sistema Web para Planeamiento de la Producción de una empresa con Plantas distribuidas". Jornadas AUGM 2006. Campinas. Brasil.
- Parr, A., Shanks, G. "A Model of ERP Project Implementation". Journal of Information Technology, vol. 15, n. 4, December (2000), 289-304.

- Everdingen, Y., Hillegersberg, J., Waarts, E. "ERP Adoption by European Midsize Companies". Communications of the ACM, vol. 43, n°. 4, April (2000), 27-31.
- Rebstock, M., Selig, J. "Development and Implementation Strategies for International ERP Software Projects". 8th European Conference on Information Systems ECIS(2000), Vol. 2, Vienna, 932-936.
- Mabert V., Soni A., Ventakaramanan M. "Enterprise resource planning survey of US manufacturing firms". Production and Inventory management Journal, Vol 41, Nro.2, Jun.2000, 52-63.
- Bernroider, E. W. N. & Koch, S., "The decision making process concerning investments in ERP software - results of an empirical study in Austrian organizations," Wirtschaftsinformatik, 2000, 42(4), 329- 338.
- Adam, F., O'Doherty, P. "Lessons from Enterprise Resource Planning Implementation in Ireland -Towards
- Smaller and Shorter ERP Projects". Journal of Information Technology, vol. 15, n. 4, December (2000), 305-316.
- Rosemann, M., Wiese, J. "Measuring the Performance of ERP Software – a Balanced Scorecard Approach". 10th Australasian Conference on Information Systems ACIS, Wellington, New Zealand. 1999.
- Pastor, J., Franch, X. "On the Formalisation of ERP Systems Procurement". Second Customer Off The- Shelf Software Workshop COTS'00, 22nd Int. Conference on Software Engineering ICSE'00, Feb (2000).
- Perez, M., Rojas, T., Padron, J. "SAP, Change Management and Process Development Effectiveness II: Case Study". Americas Conference on Information Systems AMCIS, Milwaukee, USA.1999
- Thompson PCI MNL117-77 "Manual for Quality Control for Plants and Production of Architectural Precast Concrete Products" Jan-1996 226 pages
- Vikram, S., Vijay, S., David, M., Chitti, G. "An Examination of Success Factors for SAP Implementation". Americas Conference on Information Systems AMCIS, Milwaukee, USA. 1999.
- Rosemann, M., Frink, D., Uthmann, Chr. Von, Friedrich, M. "Workflow-Based ERP: A New Approach for Efficient Order Processing". 1º International Workshop on Enterprise Management Resource and Planning Systems EMRPS, Venice, Italy, 239-247. 1999.
- III-LIDI - Proyecto FONTAR. "Planeamiento de la producción para PYMES con productos complejos". Aprobado y subsidiado por la Agencia Nacional de Promoción de Ciencia y Tecnología 2005-2007.
- III-LIDI - Proyecto de transferencia de tecnología. "Sistema integrado de Planeamiento de la Producción para PYMES". Aprobado y subsidiado por la Comisión de Investigaciones Científicas (CIC) de la Pcia. de Buenos Aires. 2005-2007.
- III-LIDI – Proyecto de investigación y desarrollo acreditado. "Sistemas de Software Distribuidos. Aplicaciones en Procesos Industriales, E-government y E-learning".
- Proyecto PAV 076 "Sistemas inteligentes para el apoyo a los procesos productivos". Acreditado por la ANPCyT. Red conformada por UNSJ, UTN F.R. Córdoba, UNSL, UNS, UNLP, U Católica Córdoba y el IUA.