

## **Tecnologías de la Información y Comunicación destinadas a gestión energética en PyMES**

Leopoldo Nahuel; José Maccarone; Javier Marchesini; Rodrigo María García; Gastón Andres;  
Javier Ciceri;

Universidad Tecnológica Nacional - Facultad Regional La Plata  
{lnahuel, jmaccarone, jmarchesini, rmariag, gandres, jciceri}@frlp.utn.edu.ar

### **II Workshop sobre Industrias Creativas y Diseño Digital (II WICDD) Industrias Creativas y Diseño Digital**

#### **Tecnología e Innovación**

#### **Resumen**

La gestión energética es un tema primordial para el desarrollo estratégico en las PyMES, considerando que un uso racional y responsable de energía implica un ahorro de costos y permite un desarrollo sostenible de las mismas. Teniendo en cuenta el auge de las Tecnologías de la Información y Comunicación (TICs), se busca demostrar que estas representan una ventaja para la Gestión Energética, contribuyendo a mejorar la eficiencia, mejorar la competitividad de las Pymes y disminuir tanto los costos como el impacto ambiental. Para alcanzar estas metas, se pretende proveer un marco de trabajo innovador en base al aporte tecnológico, y contribuir con herramientas de gestión que permitan conocer y evaluar los consumos energéticos de las organizaciones brindando información necesaria para la toma de decisiones. Todos estos aportes se sustentan por los lineamientos establecidos por la Norma IRAM/ISO 50.001, dado que establece los requisitos con los que debe contar un Sistema de Gestión Energética. Difundimos los avances alcanzados hasta el momento con la herramienta EnMa Tool (Energy Management Tool), dando a conocer el aporte tecnológico y los mecanismos instrumentados que ayudan a la gestión de las fuentes energéticas.

**Palabras clave:** Gestión energética, eficiencia energética, ahorro energético, ISO 50001

#### **Presentación del Proyecto**

Las líneas de investigación presentadas, forman parte de un Proyecto de Investigación y Desarrollo (PID), homologado por la Secretaría de Ciencia, Tecnología y Posgrado (SCTyP) del Rectorado de la Universidad Tecnológica Nacional (UTN), bajo el título "DESARROLLO DE INSTRUMENTOS DE RELEVAMIENTO ENERGÉTICO", código IAN3530. Se inició a través de una acción conjunta entre investigadores de la

especialidad Ingeniería Eléctrica pertenecientes al Grupo de Investigación de Energías Sustentables y Eficiencia Energética (GIESEE) y de la especialidad Ingeniería en Sistemas de Información pertenecientes al Grupo de I&D Aplicado a Sistemas Informáticos (GIDAS) de la UTN - Facultad Regional La Plata (FRLP). El PID posee 2 directores, José Maccarone (GIESSE) y Leopoldo Nahuel (GIDAS). Cuenta con la participación de docentes investigadores

(Javier Marchesini, Rodrigo María García) y becarios alumnos (Gastón Andrés, Javier Ciceri). Se homologó para su inicio en año 2014 por un periodo de 3 años, venciendo el plazo en 2016. Se solicitó y aprobó una prórroga de 1 año, lo que nos permite seguir las actividades el corriente año. Se persiguen importantes aspectos de innovación en sistemas software que permitan gestionar la energía y asistir con mecanismos que contribuyan a la eficiencia energética en PyMES regionales.

### **Introducción**

En el mundo, la situación energética está cambiando en gran medida debido a la evolución de los países en desarrollo. El incremento de la demanda y el consumo, sumado a las dificultades existentes para satisfacer dicha demanda con las fuentes energéticas disponibles, plantean un escenario de crisis energética global. El consumo energético ha aumentado estrepitosamente y dadas las necesidades seguirá creciendo a ritmo similar. De esta manera, el derroche de energía es cada vez menos tolerable y deben adoptarse mecanismos de gestión que contribuyan a la eficiencia energética. En los últimos 10 años en el sector industrial, el consumo ha estado aumentando significativamente. En el año 2006 se consumieron 51.275 ZW (Miles de trillones de Watts de potencia) y se espera que dicho número crezca a 71.961 ZW para el 2030, con una tasa promedio de crecimiento anual de 1.4%. El sector industrial utiliza más energía que cualquier otro sector de uso final, y actualmente consume cerca del 37% de toda la energía distribuida en el mundo [A review on

energy saving strategies in industrial sector, 2010].

Nuestro país también se encuentra inmerso en esta situación energética. En el último tiempo hubo un incremento significativo de la demanda y el consumo en los diferentes sectores, pero fue más notable en el sector residencial y el industrial [Series Históricas de Energía Eléctrica, 2012]. En el sector industrial esta situación no revistió mucha preocupación, debido a que los costos eran bajos y se mantenían en comparación a otros insumos. Hoy en día no es así, y se está tomando conciencia de la importancia que dicho insumo representa, dada la escasez y los costos elevados que comienzan a tener. A raíz de esto, las empresas se ven obligadas a buscar y adoptar mecanismos de gestión que contribuyan a la eficiencia energética. La falta de mecanismos y políticas de gestión, o contar malos mecanismos acarrea un impacto económico para las empresas y un impacto ambiental. En lo económico debido a que las malas políticas de contratación conducen a penalidades lo que se refleja en el pago de costos elevados ocasionados por cargos adicionales o multas [Resolución SE 1281/06, Ente Nacional Regulador de la Electricidad, 2006] [Metodología de Cálculo para los Cargos por Excedentes de Energía sobre la Demanda Base, EDESUR; Programa De Uso Racional De La Energía Eléctrica, 2005] [Síntesis Del Mercado Eléctrico Mayorista de la Republica Argentina - Abril 2016], o costos de energía que no son utilizados. Cuando hablamos del aspecto ambiental, está directamente relacionado con la generación de la energía. En el país, el 65% de la energía generada proviene de la quema de

combustibles fósiles [Síntesis Del Mercado Eléctrico Mayorista de la República Argentina - Abril, 2016], siendo esta uno de los métodos de generación más contaminantes. Estas problemáticas se vieron reflejadas tras un estudio realizado en las empresas de un Polo Industrial de la Ciudad de Berisso, Provincia de Buenos Aires. El estudio se realizó sobre 10 empresas pertenecientes al lugar, como por ejemplo PRIXMA, PROSUD, entre otras. Se focalizó en el relevamiento y el análisis de los consumos de energía eléctrica a partir de las facturas provistas por la empresa distribuidora, EDELAP. Tras el análisis, se detectó principalmente la falta de mecanismos de gestión, viéndose afectadas principalmente en los aspectos económicos por las penalidades recibidas (consumos muy superiores de los valores contratados), o pagos energéticos por energía no consumida (consumos muy inferiores de los valores contratados).

### Aspectos metodológicos

La investigación llevada a cabo es una investigación aplicada, se busca demostrar que la implementación de Tecnologías de la Información y Comunicación en las PyMES apoya a la gestión energética contribuyendo a la eficiencia energética con los beneficios que esto acarrea. Es necesario conocer los aspectos más importantes con los que debe cumplir una herramienta de gestión energética. Esto nos lleva a estudiar las herramientas existentes en el mercado como por ejemplo SINASAVE, DEXCellEnergy Manager, Imergia, entre otros. Apoyando estos estudios, es necesario profundizar el análisis y la comprensión de la Norma

IRAM/ISO 50001, como así también estudiar y comprender los indicadores de rendimiento y consumo energético.

El diseño metodológico de la presente investigación, para dar respuesta al problema y comprobar la hipótesis, es de carácter cuantitativo. El proyecto presenta diferentes tipos de estudios, algunos exploratorios, otros descriptivos y también explicativos:

- **Exploratorio:** dada la necesidad de examinar e indagar sobre ciertos temas correspondientes al proyecto. Es necesario familiarizarse con fenómenos desconocidos y obtener la información necesaria que ayuden a conocer y comprender los diversos temas en el campo energético.

- **Descriptivo:** en la investigación inicialmente es importante describir aquellos fenómenos que nos ayudarán a especificar las propiedades con las que debe contar una herramienta de Gestión Energética. Estas especificaciones deben estar sustentadas por los lineamientos que establece la Norma IRAM/ISO 50001.

- **Explicativo:** en la investigación debemos explicar cuál es el impacto de las TICs en la gestión energética en las organizaciones y la importancia que estas tienen para contribuir a la eficiencia energética en la PyMES.

### Desarrollo

En la actualidad, las organizaciones tienen la necesidad de reducir los problemas consecuentes al consumo deficiente de energía. Debido a que los mismos traen, entre otros, grandes impactos ambientales y económicos, se han desarrollado varias tecnologías informáticas cuya finalidad

principal es dar apoyo a los problemas energéticos de las diferentes organizaciones. En este marco, han surgido una gran cantidad de herramientas informáticas orientadas a solucionar estos inconvenientes. Seleccionamos las más importantes que existen en el mercado para su análisis:

- DEXCellEnergy Manager (Dexma)
- Sistema Imergia (Imergia)
- EnergyInformationSystem (Verisae)
- PowerManager (Siemens)
- StruxureWareResourceAdvisor (Schneider Electric)
- TRIRIGA Real Estate EnvironmentalSustainability Manager (IBM)
- AcuView (AccuEnergy)

Con el estudio de estas, se determinó el conjunto de funcionalidades claves con las que debe contar este tipo de herramienta para dar apoyo a la gestión energética, con la finalidad de poner en perspectiva la potencialidad que dichas herramientas poseen para lograr un mejor aprovechamiento de los recursos energéticos disponibles mejorando así la calidad medioambiental global y reduciendo el impacto generado por los procesos productivos organizacionales llevados a cabo en todo el mundo.

A continuación presentamos los aspectos o funcionalidades que se considera que debería cubrir una solución para ser considerada ideal para el uso completo en una organización:

- **Asignación de costes:** Comprende el registro del coste hora a hora o por unidad de los consumos en base a las tarifas de energía contratadas por la organización.
- **Captura y registro de datos de consumo:** Comprende la carga de datos de

consumos de forma manual, desde el medidor instalado por la compañía proveedora o a partir de las facturas.

- **Visualización de datos energéticos:** Incluye una pantalla con un cuadro de mandos general, comprendiendo información en tiempo real sobre la gestión energética que se está realizando.

- **Estándar para medida y verificación:** Existen actualmente estándares definidos para la Gestión de la Energía, en particular se toma como referencia la normativa estándar desarrollada por la ISO, donde se establecen los requisitos para el establecimiento de un SGE. El objetivo de basar los procesos de una organización en una normativa como ésta es lograr la optimización del manejo de la energía, maximizando el uso de sus fuentes de energía, y reduciendo el consumo y los costos.

- **Escalabilidad:** es importante el uso de una arquitectura basada en la nube, cambiando el modelo de trabajo del software hacia un modelo (SaaS), que permite asegurar la escalabilidad sin interrumpir la continuidad del negocio.

- **Interfaz abierta para programación de aplicaciones:** Comprende una API abierta que permita programar aplicaciones específicas para cada organización, extendiendo las funcionalidades del SGE, permitiendo a cada organización desarrollar aplicaciones que se adapten mejor a sus requerimientos.

- **Alertas automatizadas:** Abarca el envío automatizado de avisos por email o mensajería SMS al detectar una ineficiencia

- **Generación de informes automatizados:** Comprende la generación de

informes completos y detallados sobre la evolución de todos los consumos de las instalaciones de la organización, que consuman algún tipo de energía, ya sea electricidad, gas, agua.

- **Control operacional y verificación:**  
Comprende el monitoreo del consumo de energía, permitiendo su modelización, y nos permite gestionar a través de un estudio del mismo.

- **Estándares para comunicaciones:**  
Comprende la incorporación de protocolos estándar para comunicaciones con sensores, adquisición de datos y actuadores, como por ejemplo SCADA, permitiendo así la automatización de los controles de corrección sobre los procesos.

### **Justificación**

Hemos considerado definir y precisar los algoritmos necesarios de interrelación de consumo y uso de energía de los sectores y empresas de la región, diseñar un arquitectura específica que integre distintas tecnologías open source e implementar las principales funcionalidades de una aplicación software de apoyo a la gestión energética, teniendo en cuenta en esta etapa, las particularidades del consumo y uso de la energía eléctrica.

Se propone el uso de tecnologías bien conocidas del campo de computación e informática para lograr una aplicación software llamada EnMa Tool (Energy Management Tool) que dé apoyo a la autogestión energética de PyMEs brindando información valiosa para la toma de decisiones y mitigar los efectos del consumo energético ineficiente, dando lugar al buen uso de los recursos disponibles.

EnMa funciona básicamente computando los datos de consumo eléctrico. A medida que se vayan cargando se irán almacenando en una base de datos y estarán disponibles cada vez que se los requiera. En base a estos, la herramienta proporcionará informes y reportes que asistirán al personal idóneo a tomar decisiones relevantes para la gestión energética. Por lo tanto, el uso básico implica cargar los datos que identifican a la empresa u organización sobre la cual se va a trabajar.

En cuanto a los aspectos técnicos, podemos mencionar cuestiones de diseño, de implementación y el paradigma o plataforma de sustento. Como concepto general, se eligieron todas tecnologías open source (de código abierto, es decir, no propietarias), debido a su gratuidad, gran potencial, y amplio soporte de la comunidad mundial de desarrolladores.

Todo el desarrollo opera bajo el paradigma Cloud Computing (computación en la nube), es decir, como un servicio que se brinda a través de servidores en Internet, lo cual permite a EnMa atender peticiones en cualquier momento y desde cualquier dispositivo (móvil o fijo) ubicado en cualquier lugar, mientras que tenga acceso a Internet y un navegador web.

Esto genera muchos beneficios tanto para el usuario que puede acceder al servicio de manera ubicua, como para la provisión del servicio, flexible y adaptable, que permite una mejor respuesta ante picos de uso del servicio.

En este primer prototipo se realiza la carga de facturas de consumo energético, las cuales se almacenan y procesan en los servidores en la nube. El esquema de la base de datos es tal que permite el almacenamiento de toda la

información de una factura de consumo energético a la vez que se mantienen los datos de otras facturas históricas, de manera de poder usar la potencia de un motor relacional para lograr obtener consultas tan complejas como sean necesarias según el reporte solicitado.

El actual desarrollo de EnMa nos permitió alcanzar un mayor nivel de escalabilidad tanto para atender más usuarios como para agregar nuevas funcionalidades, y al trabajar sobre una arquitectura cliente-servidor a través de Internet, reduce la complejidad al momento de distribuir actualizaciones: siempre que se consulta el sitio, se consume la versión más actual del código.

Sobre ésta base y trabajando de forma iterativa, se desarrollaron sucesivas versiones del código, buscando la mejora continua de usabilidad según lo reportado por los usuarios de prueba, y cada instancia ha sido positiva para validar el aporte de EnMa Tool como soporte para la gestión energética en las organizaciones relevadas. Se comprobó que el uso de ésta herramienta ha permitido medir, analizar, corregir y controlar mejoras en la eficiencia energética de las organizaciones estudiadas.

En próximas iteraciones del proceso de desarrollo, se prevé que EnMa podrá incorporar datos de consumo de otras fuentes de energía como agua y gas.

### Referencias

Comisión Nacional de Energía Atómica (2016), Síntesis Del Mercado Eléctrico Mayorista de la República Argentina - Abril 2016 [En línea]. Disponible en:

<http://www.melectrico.com.ar/web/pdfs/CNEA/cnea-abril2016.pdf>

E.A. Abdelaziz, R. Saidur, S. Mekhilef (2010), A review on energy saving strategies in industrial sector. [En línea]. Disponible en: [https://www.researchgate.net/publication/233927870\\_A\\_review\\_on\\_energy\\_saving\\_strategies\\_in\\_industrial\\_sector](https://www.researchgate.net/publication/233927870_A_review_on_energy_saving_strategies_in_industrial_sector).

Ente Nacional Regulador de la Electricidad (2006), Resolución SE 1281/06 [En línea]. Disponible en :

<http://www.enre.gov.ar/web/web.nsf/EnergiaPlus?OpenPage>.

Ente Nacional Regulador de la Electricidad (2005), Programa De Uso Racional De La Energía Eléctrica [En línea]. Disponible en: <http://www.enre.gov.ar/web/web.nsf/PUREE-SaberMas?OpenFrameSet>.

Ministerio de Energía y Minería (2012), «Series Históricas de Energía Eléctrica» [En línea] Disponible en:

<http://www.energia.gob.ar/contenidos/verpagina.php?idpagina=3140>