

# Impacto de la utilización de Tecnologías Informáticas frente a la búsqueda de Eficiencia Energética en Organizaciones.

## Abstract

*Currently, energy consumption is gaining importance as a part of organizational management. Thanks to new Information Technologies (IT) applications is possible to offer new ways to manage the state of the energy efficiency levels, and due to its importance, this article analyses the impact of IT applications in organizations longing to improve its energy consumption levels.*

*Following the line of analysis and research, we will be presenting the development of a software tool that enables organizations to implement self-management in energy efficiency related topics, taking into account the requirements to implement and certify the ISO 50.001 specification for an Energy Management System (EMS), and showing progress in the development of IT applications, included as part of the research activities of the R&D project (approved by SCTyP of the UTN government board) named "Energetic survey instruments and needed algorithms for an organizational energy efficiency management software development".*

## 1. Introducción

El ámbito energético se enfrenta actualmente a tres grandes retos: la competitividad directamente relacionada con la disminución de la intensidad energética (desacoplamiento del aumento del consumo energético con el desarrollo económico), el cambio climático y la seguridad del suministro.

En cualquiera de las soluciones actuales para resolver estos desafíos se encuentra la optimización de la demanda, mediante la eficiencia y el ahorro energético, por ser la más inmediata y económica de aplicar y porque aporta reducciones de costes y ahorro de recursos a corto plazo. Además, la eficiencia energética es la principal opción para alcanzar el objetivo de emisiones de gases de efecto invernadero, pudiendo contribuir a su reducción hasta en un 43 % durante los próximos 20 años [1].

Por otro lado, la gestión de energía es un tema muy importante para el desarrollo estratégico de pequeñas, medianas y grandes empresas, teniendo en cuenta que un uso eficiente implica un ahorro de costos operativos y futuro sostenible. En la actualidad, una mala gestión puede acarrear dos grandes problemas desde una perspectiva industrial. En primer lugar, se frena el desarrollo industrial, provocando que el mismo no crezca

acorde a su capacidad, y en segundo, el uso ineficiente logra que las empresas paguen multas económicas, donde esto último puede evitarse mediante una correcta gestión energética. Respecto al punto de vista ambiental, toda actividad relacionada con la generación de energía eléctrica provoca un impacto [2, 3].

Desde hace muchos años se están buscando soluciones para que las organizaciones puedan mejorar su gestión de energía. Es aquí donde hacemos uso, entre otras cosas, de las Tecnologías Informáticas, ya que aportan un conjunto de herramientas tecnológicas, tanto software como hardware, necesarias para aumentar la eficiencia energética.

Con el desarrollo de las tecnologías ha sido posible la generación de electricidad por diversas vías como la transformación de la energía solar en eléctrica, la utilización de las fuentes hidráulicas, la generación eólica, la manipulación de la energía atómica, entre otros. El método tradicional implementado en casi todos los países del mundo se sustenta en las termoeléctricas, las cuales se nutren de combustibles fósiles no renovables. Ello origina grandes cantidades de gases de efecto invernadero y la generación de lluvia ácida a la atmósfera, junto a partículas volantes que pueden contener metales pesados altamente dañinos al medio ambiente.

Teniendo en cuenta el impacto económico y medio ambiental que representa la generación de energía eléctrica, es necesario crear políticas e implementar técnicas novedosas que garanticen el uso racional del recurso. Si bien los mecanismos de control de cada organización son autónomos, el factor humano representa hoy el centro de control para garantizar el cumplimiento de las políticas establecidas. Esto en muchas ocasiones introduce un alto grado de incertidumbre, poca objetividad e insuficiente información para tomar decisiones en tiempo real. Es por ello, que muchas organizaciones se abocan a explotar las potencialidades existentes de la presente era tecnológica, buscando sacar provecho de las mismas frente a la búsqueda por obtener un consumo eficiente de energía eléctrica [4].

A lo largo del presente artículo se demostrarán diferentes magnitudes de impacto que puede producir la incorporación de tecnologías informáticas en organizaciones, detallando diversas herramientas informáticas de administración de energía y cómo estas pueden representar una gran ayuda para gestionar un uso adecuado de energía. Se expondrá, como principal

aporte, el alcance y los avances de la herramienta software EnMa Tool (Energy Management) desarrollada en la Universidad Tecnológica Nacional, considerando como avance más significativo su desarrollo sobre tecnologías basadas en la nube. Se describirán las tecnologías utilizadas en esta nueva plataforma y la potencialidad de desarrollar bajo este paradigma, con el fin de destacar la potencialidad de la herramienta software que posee dentro del ámbito de eficiencia energética.

## 2. Impacto actual de las Tecnologías Informáticas en Organizaciones

Un elemento muy importante a tener en cuenta en las organizaciones lo representa la administración de energía en las computadoras y monitores.

La cantidad de energía eléctrica que consumen las computadoras y monitores depende de la potencia y la cantidad de horas que se utiliza. Una computadora promedio consume entre 120 y 300 Watts (W) por hora, dependiendo de sus características, fuente de poder y antigüedad del equipo. Por otro lado, las computadoras modernas optimizan sus recursos energéticos para consumir menos energía, pero aún así los monitores son uno de los elementos que más consumen energía en un sistema de cómputos.

Gracias a estudios realizados se conoce que aproximadamente el 30 % del consumo energético de los ordenadores se produce cuando estos se dejan encendidos sin estar usándose [5, 6]. Esto representa una deficiencia por mitigar en muchas organizaciones. En este marco, han surgido una gran cantidad de herramientas informáticas orientadas a solucionar estos inconvenientes.

### 2.1. Herramientas de Administración de Energía

Las herramientas de administración de energía permiten detectar si las computadoras y monitores están apagados cuando no se requieren o cuando estén en estado de inactividad, evaluar el consumo energético de ciertas aplicaciones activas, monitorear el estado de la infraestructura actual, entre otras cosas. A continuación se presentarán las siete herramientas de gestión y monitorización de consumo energético que han sido seleccionadas para su estudio:

- **Herramienta Granola:** Se trata de una aplicación multiplataforma que hace uso de una característica denominada Dynamic Voltage and Frequency Scaling (DVFS) e intenta adaptar el uso de la computadora a la demanda existente, logrando beneficios durante actividades pasivas como intensivas. Esta aplicación permite reducir el consumo de computadoras portátiles,

computadoras de escritorios y servidores, entre un 15 % y un 35 %.

Características Principales: Reduce el consumo de energía; no provoca pérdidas de rendimiento; no necesita hardware adicional; gratuito para uso personal [7].

- **Herramienta PowerTOP:** Esta herramienta es diseñada por la compañía Intel pero compatible con microprocesadores AMD, que permite estudiar y monitorizar el comportamiento del procesador para analizar los periodos de inactividad del procesador y las causas que provocan que se active. Muestra los servicios o parámetros de configuración del núcleo del sistema operativo (kernel) que causan los mayores consumos de energía.

Esta herramienta permite localizar aquellas aplicaciones que consumen más energía de la necesaria cuando no se está realizando alguna actividad, es decir, mientras están a la espera de alguna solicitud. Es capaz de informar lo que no funciona correctamente, y qué aplicaciones son las que ocasionan mayores problemas. Es una herramienta principalmente destinada al ahorro de energía y a la búsqueda de aquellas aplicaciones que hacen un uso indebido de la misma.

Características Principales: Provee de sugerencias al usuario para mejorar el uso de las funciones de ahorro de energía del hardware en uso para conseguir reducir el consumo de energía; verifica que el sistema hace uso de las características de ahorro de energía del hardware instalado; informa de aquellas aplicaciones que impiden el uso óptimo de las características de ahorro de energía del hardware que está instalado [8].

- **Herramienta Hping3:** Se trata de un cliente ligero que permite realizar conexiones tipo Ping. Ha sido desarrollada para ser utilizada en la terminal de Linux o en consola, aunque también existe para sistemas Windows y proporciona el envío de paquetes de tipo: Transmission Control Protocol (TCP), User Datagram Protocol (UDP) e Internet Control Message Protocol (ICMP). Esta herramienta permite analizar las respuestas obtenidas, puede ser incluida en cualquier sistema de paquetes para administradores de redes y cuenta con la licencia de funcionamiento General Public License (GNU GPL).

Características Principales: Permite realizar pruebas a un firewall, escaneos avanzados de puertos y pruebas de protocolos de red; toma las funcionalidades expresadas y almacena dicha información a partir de la cual se puede identificar la existencia de actividad o no en un sistema de cómputos [9].

- **Herramienta WhatsUp:** Es una herramienta de monitoreo de redes y aplicaciones, tanto para pequeñas y medianas empresas PyMEs como para grandes corporaciones. Proporciona información y comprensión sobre el rendimiento y la disponibilidad de la red. Contiene como función básica la identificación

automática de los dispositivos de la red, graficándolos a través de mapas. Tiene estaciones de trabajo muy funcionales, amigables y personalizables que permiten recolectar información a través del tiempo sobre el uso de los dispositivos como de las aplicaciones asociadas. Además de recolectar la información, la transforma en reportes que pueden ser transmitidos dentro de la organización, para facilitar así la toma de decisiones. Otra de las funcionalidades de la herramienta es que cuenta con un sistema de alarmas antes fallas en los dispositivos conectados a la red.

**Características Principales:** Descubre dispositivos y servicios de la red; ilustra gráficamente los dispositivos en mapas; monitorea dispositivos, interfaces, puertos, servicios, entre otros; alerta a los usuarios cuando los dispositivos fallan; recolecta información a través del tiempo y genera reportes; permite visualizar la red en cualquier momento y centralizar sitios remotos [10].

- **Herramienta Nagios:** Es un sistema de monitoreo open source, que se encarga de monitorear los host y servicios que se especifiquen y alertar cuando el comportamiento de la red no es el deseado. Nagios es un sistema de monitoreo de gran alcance que permite a las organizaciones identificar y resolver problemas de infraestructura antes de que afecten a los procesos críticos de negocio. El personal correspondiente de la organización debe configurar Nagios para monitorear los componentes de tecnología de información críticos de la infraestructura, incluyendo las medidas del sistema, protocolos de red, aplicaciones, servicios, servidores y la infraestructura de red.

A pesar de ser una gran herramienta de monitoreo de red requiere de una previa configuración. La misma puede ser realizada por el usuario o mediante la herramienta ScanToNag para la detección de los host y servicios. Nagios emplea una arquitectura de servidor/agente, donde los plugins se comunican con todos los servidores/servicios alejados que necesitan ser supervisados.

**Características Principales:** Proporciona una plataforma de Network Management System (NMS); controla e interroga elementos en intervalos regulares; se lo considera como un planificador que ejecuta scripts, analiza resultados y obtiene un estado sobre cada elemento referido [11].

- **Herramienta sistema T-arenal:** Es un sistema de cómputo distribuido, con el objetivo de unir en un solo conglomerado un junto de PC distribuidas en una Local Área Network (LAN); utiliza el tiempo ocioso de las computadoras disponibles que normalmente funcionan como estaciones de trabajo.

El sistema T-arenal consiste en una arquitectura de varios servidores, siguiendo la política de asignación de tarea, un servidor central, un servidor de peticiones y uno o más clientes.

**Características Principales:** Chequea y planifica la asignación de las diferentes tareas a los servidores de peticiones; utiliza uno o varios servidores de petición que solicita/atende y controla la ejecución de las tareas; tiene un subsistema cliente que realiza el procesamiento de una tarea y devuelve un resultado [12].

- **Herramienta Nmap:** Network Mapper (mapeador de redes) es una herramienta de exploración de redes y de sondeo de seguridad/puertos, open source y diseñada para explorar y realizar auditorías de seguridad en una red de computadoras.

Es uno de los escáneres de seguridad más famosos hasta la fecha. Existen versiones de Windows así como también basados en Unix, como son Linux y MacOS. Es utilizado por multitud de administradores para comprobar la seguridad de sus redes de computadoras.

Esta herramienta de software libre permite explorar, administrar y auditar la seguridad de redes de computadoras. Detecta PC encendidas (host online), puertos abiertos, servicios y aplicaciones corriendo en ellos, su sistema operativo, qué filtros (firewalls) corren en una red y de qué tipo son. Es excelente para hacer trabajos de auditoría de redes, ya que fue diseñado con el fin de llevar escaneos rápidos en una gran cantidad de redes, pero es igualmente usable en host individuales. Nmap puede dar información adicional sobre los objetivos, incluyendo el nombre que tiene en el Domain Name System (DNS) según la resolución inversa del Internet Protocol (IP), un listado de sistemas operativos posibles, los tipos de dispositivos y direcciones de Media Access Control (MAC).

Al ser una potente herramienta de seguridad, Nmap permite realizar diferentes tipos de escaneos para intentar minimizar la detección de estos barridos por parte del sistema escaneado. Permite realizar escaneos con ping (determinando qué máquinas están activas), muchas técnicas de escaneo de puertos, detección de versiones (determinando los protocolos de los servicios y las versiones de las aplicaciones que están escuchando en los puertos) e identificación mediante TCP/IP (identificando el sistema operativo de la máquina o el dispositivo). Nmap se puede usar en la mayoría de las plataformas UNIX y Windows, tanto en el modo consola como en el entorno gráfico de usuario.

**Características Principales:** Identifica computadoras en una red; identifica puertos abiertos en una computadora objetivo, determinando qué servicios está ejecutando la misma; determina qué sistema operativo y versión utiliza la computadora objetivo; obtiene algunas características del hardware de red de la máquina objeto de la prueba [13].

## 2.2. Resumen comparativo de las herramientas informáticas analizadas

Sobre el dominio de las principales herramientas existentes para determinar el consumo energético en los sistemas de cómputos y la utilización del tráfico de red para obtener el nivel de actividad, se puede determinar el comportamiento de las herramientas analizadas. En la Tabla 1, se puede observar las ventajas y desventajas de las mismas:

**Tabla 1. Ventajas y desventajas de herramientas informáticas**

Herramienta	Ventajas	Desventajas
Granola	<p>Disponible tanto para Windows como Linux.</p> <p>Muestra el total que se ha ahorrado en un promedio anual dado en kW.</p>	<p>Las PC tienen que tener soporte DVFS.</p> <p>No es código abierto.</p> <p>No permite regular otros componentes del hardware.</p>
PowerTOP	<p>Reducción de la energía utilizada.</p> <p>Bajo consumo de recursos de la aplicación.</p> <p>No es necesario el uso de hardware adicional.</p>	<p>No puede ser utilizado en más de una PC.</p>
Hping3	<p>Es muy rápido y no se necesitan privilegios de root.</p>	<p>Lectura de los resultados obtenidos engorrosa para su posterior interpretación.</p> <p>No permite almacenar la salida en formato txt o xml.</p>
WhatsUp	<p>Detecta problemas en la red y los notifica.</p> <p>Puede dar soporte a distintos tipos de dispositivos existentes.</p> <p>Fácil de usar.</p>	<p>Herramienta exclusiva para ambientes Windows.</p>

Nagios	<p>Código abierto, permite flexibilidad absoluta.</p> <p>Miles de plugins disponibles.</p> <p>Monitoriza los servidores y servicios que se especifican.</p> <p>Alerta cuando existen problemas.</p>	<p>Requiere configuración para la detección de los host y servicios.</p> <p>Emplea una arquitectura de servidor/agente.</p>
Sistema T-arenal	<p>Posee un servidor central.</p> <p>Aprovecha al máximo el tiempo ocioso de las PC.</p>	<p>Requiere la instalación previa de un agente cliente en la PC.</p> <p>Los usuarios de las PC clientes pueden deshabilitar el agente.</p> <p>Reconoce una PC como encendida después de haber cargado el sistema operativo.</p>
Nmap	<p>Es software libre, gratuito.</p> <p>Existe una versión para cada sistema operativo</p> <p>Posee interfaz gráfica para el usuario.</p>	<p>Utiliza el programa "ping" para realizar su escaneo y esto provoca mucho ruido en la red.</p>

## 3. EnMa Tool: una propuesta tecnológica de soporte a la certificación ISO 50.001

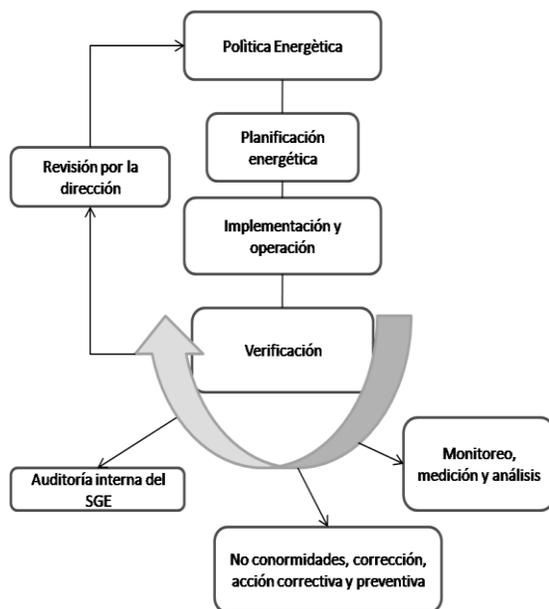
La Organización Internacional de Normalización (ISO), escribió en 2011, una norma para el gerenciamiento energético y la concientización del uso eficiente de la energía. Esta norma lleva el nombre de ISO 50001 Energy Management Systems y ha sido aceptada y aplicada en diversos sectores en varios países con buenos resultados. El objetivo general de esta normativa es brindarle a las organizaciones los procedimientos para que puedan obtener los sistemas y procesos adecuados para reducir el consumo energético así como para hacer un uso eficiente y mejorar el rendimiento de la energía utilizada.

Si bien la norma establece procedimientos sobre los tres niveles a nivel general de una organización (táctico,

operacional y estratégico), hace hincapié sobre el más alto, es decir sobre la alta gerencia o nivel estratégico. De alguna manera esto da lugar a comprender que buenas decisiones son claves para mejorar la eficiencia de los recursos, y para lograr buenas estrategias de alto nivel, la alta gerencia debe contar con información de calidad. Es en este punto que EnMa se hace relevante. La aplicación propuesta está diseñada para dar soporte a la normativa ISO 50001 en etapas concretas de los procesos que propone, de modo que su objetivo principal será brindar información relevante generada a partir de datos sobre el consumo energético de la organización. Esta información servirá como entrada para la toma de decisiones a nivel estratégico y operativo [14, 15].

### 3.1. Organización y forma de trabajo de la norma ISO 50001

La norma de sistemas de gestión de energía trabaja sobre un proceso PDCA (Plan, Do, Check, Act = planificar, hacer, verificar, actuar), a la vez que propone un ciclo de mejoramiento continuo en el cual se establece una realimentación constante en base a los datos relevados de la verificación (Figura 1)



**Figura 1. Modelo del sistema de gestión energético propuesto por la ISO 50001.**

Los pasos del proceso PDCA para el sistema de gestión energética de la ISO 50001 pueden describirse como sigue:

- **Planificar:** realizar la revisión y establecer la línea base de la energía, indicadores de rendimiento energético, objetivos, metas y planes de acción

necesarios para conseguir resultados de acuerdo con las oportunidades para mejorar la eficiencia energética y la política de energía de la organización.

- **Hacer:** poner en práctica los planes de acción de la gestión de la energía.

- **Verificar:** monitorear y medir los procesos y las características claves de sus operaciones que determinan el rendimiento de la energía con respecto a la política energética y los objetivos e informar los resultados.

- **Actuar:** tomar acciones para mejorar continuamente la eficiencia energética y el sistema de gestión energética.

## 4. EnMa Tool en el marco de los Sistemas de Gestión Energética.

La norma ISO 50001 no aplica sobre un tipo de energía específico. Esta propiedad la hace versátil y permite que sea aplicada sobre cualquier tipo de energía. Como se sugirió oportunamente, el aplicativo software propuesto en este trabajo, funcionará como apoyo a algunos procesos para la implementación de un sistema integral que cumpla con la norma. Igualmente, EnMa podría ser utilizado en una organización que no tenga planes de certificar o que no piense en llevar adelante un proceso de gestión según la norma, sin ningún problema y del mismo modo, poder hacer uso de la herramienta para tomar decisiones estratégicas sobre el uso de la energía.

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 datos, la herramienta proporcionará informes y reportes que asistirán al personal idóneo a tomar decisiones relevantes para la gestión energética

### 4.1. Desarrollo experimental

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

En lo que respecta al diseño de la herramienta, se optó por el enfoque de la Ingeniería de Software Basada en Modelos (ISBM) [16]. Este paradigma de diseño y desarrollo funciona de manera análoga a cualquier otro proyecto de ingeniería en otras disciplinas. Esto es: se comienza con la diagramación de un modelo que se nutre de los aspectos principales del dominio y nos abstrae de detalles irrelevantes en un principio, lo cual nos permite lograr un mejor entendimiento del problema. Luego, en base a los modelos, se procede mediante un proceso de

desarrollo determinado hasta lograr la aplicación. Para esto hacemos uso de distintas técnicas y procesos del campo de la Ingeniería de Software.

Para la implementación de la solución, se utilizó el patrón de diseño MVC (Modelo-Vista-Controlador), un estándar en lo que respecta a desarrollo web, con una gran comunidad de colaboración, ampliamente documentado y validado por su propio éxito en todo tipo de implementaciones [17].

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.



**Figura 2. Arquitectura Cloud Computing aplicada a EnMa Tool.**

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.

Por otro lado, para el desarrollo y la implementación de EnMa Tool se eligieron las siguientes Tecnologías:

- **Backend:** CakePHP v2.7 (framework basado en MVC), MySQL (motor de base de datos).
- **Frontend:** HTML5, CSS3 (estilos), JavaScript, JQuery, Bootstrap.

Como producto de una segunda iteración de este proyecto se consiguió una aplicación con funcionalidades acotadas al estudio de la eficiencia en Energía Eléctrica. Este primer prototipo cuenta con las funciones

principales más relevantes para una primera validación de la interfaz de usuario y manejo basado en la nube, como así también la salida y presentación de algunos reportes básicos.

En la Figura 3 se observa la pantalla principal de facturas cargadas que tendrá cada usuario:

ID	Numero	Fecha Lectura Anterior	Fecha Lectura Actual	Total Factura	Acciones
2041	0000010157	01-02-2015	01-01-2016	\$ 34795	[iconos]
2042	0000010805	01-01-2016	01-01-2016	\$ 32045	[iconos]
2043	0000011211	01-02-2016	01-03-2016	\$ 30142	[iconos]
2044	0000015552	01-03-2016	01-04-2016	\$ 25545	[iconos]
2045	0000020201	01-04-2016	01-05-2016	\$ 37884	[iconos]
2046	0000022559	01-05-2016	01-06-2016	\$ 36123	[iconos]
2047	0000034562	01-06-2016	01-07-2016	\$ 32525	[iconos]
2048	0000036318	01-07-2016	01-08-2016	\$ 23846	[iconos]

**Figura 3. Pantalla de facturas cargadas.**

El uso básico implica cargar los datos que identifican a la empresa u organización sobre la cual se va a trabajar (nombre, dirección, rubro, etc.). Esto se puede ver en la Figura 4, donde se podrá ver la vista de empresas cargadas en el sistema:

SELECCIONAR	NIR	Nombre	CUIT	Dirección	Provincia	Localidad	Pot. Pico	Pot. F. Pico	Acciones
[Seleccionar]	1-11111111-11	EMPRESA I	20-11111111-2	124 N° 111	Buenos Aires	LA PLATA	250	450	[iconos]
[Seleccionar]	2-22222222-22	EMPRESA II	20-22222222-3	124 N° 222	Buenos Aires	LA PLATA	100	123	[iconos]
[Seleccionar]	3-33333333-33	EMPRESA III	20-33333333-4	124 N° 333	Buenos Aires	LA PLATA	120	240	[iconos]
[Seleccionar]	1-11111111-01	EMPRESA IV	20-11111111-2	R4040540	Buenos Aires	LA PLATA	123	234	[iconos]

**Figura 4. Pantalla de empresas registradas.**

El sistema EnMa Tool incluye un módulo de gestión de cuadros tarifarios, en el cual se modelaron todos los datos y valores que influyen en los cálculos de la tarifa, que se realiza en base al cuadro tarifario vigente cargado. Cada organización puede de esta manera conocer los cálculos de su tarifa según el cuadro tarifario vigente que le corresponde, según la empresa proveedora que contrató. Esto permite además poder alertar al usuario en tiempo real, al momento de cargar una factura, si su consumo en el período superó la capacidad contratada y por ende tendrá una multa económica por un determinado período de tiempo, y hacer seguimiento de dicha multa.

En la carga de cada nueva factura, EnMa Tool recupera y pre carga el formulario con los datos de la factura del período anterior, a fines de facilitar la carga de datos, aliviando así al usuario en la tarea y reduciendo los tiempos de data entry.

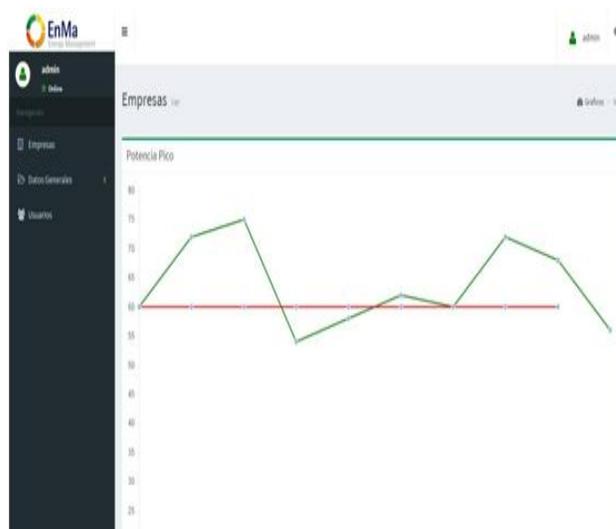
Las cuestiones impositivas se pueden manejar dinámicamente gracias al paradigma elegido para el desarrollo, y es modificable por el usuario, para dar soporte a la carga de datos impositivos correspondientes al usuario y su tipo de contratación de servicio (ver Figura 5). Además de los impuestos fijos (que pueden ser configurados a nivel global en la aplicación) también se permite la carga de otros de carácter temporal o específicos de la situación fiscal de la empresa.

Descripción	Porcentaje	Monto
<input type="checkbox"/> Fdo Prov Santa Cruz	6.0%	
<input type="checkbox"/> IVA	2%	
<input type="checkbox"/> Contrib. Municipal	0.50%	
<input type="checkbox"/> Contrib. Provincial	0.60%	
<input type="checkbox"/> Percep. IVA RG 2048/08	3%	
Subtotal c/ Impuestos		0.00

**Figura 5. Pantalla de detalle impositivo.**

Como ya se mencionó, la posibilidad de procesar la información de entrada para obtener reportes a medida es la función principal de EnMa. Estos reportes serán la entrada de otros procesos contemplados en la norma ISO 50.001 y servirán como información relevante para la toma de decisiones en aspectos de eficiencia energética.

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. En versiones posteriores se agregará la posibilidad de que el usuario pueda armar los reportes mediante la interacción con la interfaz web.



**Figura 6. Pantalla de reporte cuantitativo sobre el consumo.**

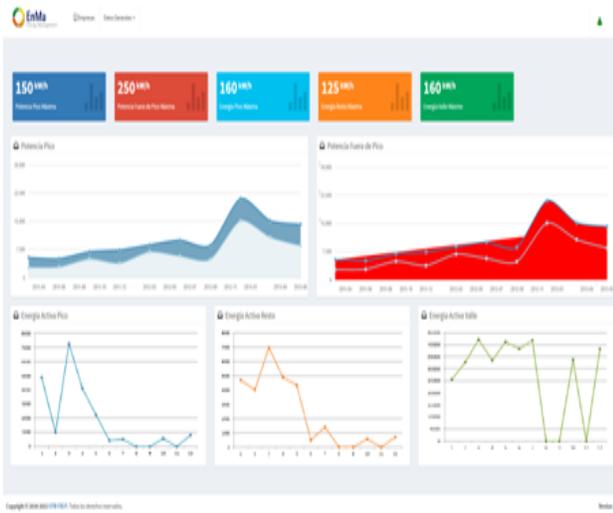
## 4.2. Tablero de Control

EnMa Tool posee la funcionalidad de poder establecer un tablero de control de las empresas, el cual permite visualizar la información correspondiente a los consumos de energía eléctrica.

Dependiendo de los diferentes cuadros tarifarios, los datos a mostrar en el tablero serán los siguientes:

- Potencia pico contratada a la fecha.
- Potencia fuera de pico.
- Potencia contratada.
- Máximo valor de potencia pico registrado.
- Máximo valor de potencia fuera de pico registrado.

A continuación, se muestra un boceto del tablero de control. Dependiendo del tipo de tarifa, se mostrarán unos conceptos u otros. En la siguiente imagen se observa el caso para una empresa que contrata T3.



**Figura 7. Tablero de control de EnMa Tool.**

## 5. Análisis de tecnologías informáticas

Para que aquellas empresas poseedoras de sistemas de cómputos logren cumplir con sus planes energéticos, se requiere de la implementación de mecanismos que permitan a sus principales directivos tomar decisiones sobre el comportamiento energético, apoyándose en herramientas informáticas que faciliten determinar el estado energético de su organización.

Las instituciones que poseen gran número de sistemas de cómputos, tienen como variante óptima a utilizar para el control sobre la gestión energética la utilización de herramientas para el monitoreo de red, las cuales no utilizarían clientes instalados para la monitorización.

Por otro lado, para aquellas empresas pequeñas o medianas (PyMEs) que deseen mejorar su gestión energética o bien certificar la norma ISO 50001, se considera como opción más factible la utilización de la herramienta EnMa Tool. Destacamos el potencial de dicha herramienta por estar orientada a la gestión y toma de decisiones, y por presentarse como una herramienta con un costo relativamente bajo de implementación pero con un impacto muy valioso para la mejora del desempeño energético en una organización.

En cuanto al aspecto de ahorro energético, se pudo comprobar que la registración y monitoreo mediante la herramienta EnMa permitió detectar las ineficiencias energéticas en las que las organizaciones incurrieran, sobre todo en lo referente a la contratación errónea y la falta de seguimiento de la duración de las multas aplicadas.

Respecto a los aspectos de eficiencia energética de la red y reducción de la contaminación, se observó que estas cuestiones repercuten directamente en la toma de decisiones al momento de elegir la contratación de

energía adecuada, evitando un desperdicio de energía no aprovechada, reduciendo los costos operativos y contribuyendo a la reducción de contaminación producida por la generación eléctrica, liberando infraestructura y potencia para el aprovechamiento de las mismas por otras organizaciones locales.

Por último, el uso de un paradigma basado en Cloud Computing permitió un mejor acceso y mayor adaptabilidad a nuevos requerimientos, permitiendo una mayor escalabilidad e independencia del dispositivo elegido para utilizar el servicio (sólo se necesita un navegador web actualizado). Estos cambios implican una enorme mejoría en comparación con el prototipo desarrollado inicialmente en la primera iteración de desarrollo de éste PID, basado en otras tecnologías.

## 6. Conclusión

Los resultados positivos del trabajo llevado a cabo hasta el momento, sumado a la rica experiencia de sumergirnos en contenidos específicos de otras disciplinas, nos permite demostrar de forma positiva lo dicho en el principio del trabajo. Es decir, el gran impacto favorable que tienen las Tecnologías Informáticas para generar soluciones frente a los problemas que tienen las organizaciones, debido a una ineficiente gestión de la energía.

La reducción del consumo de recursos energéticos puede cambiar el futuro del estado medioambiental actual, y esto se puede lograr rápidamente si cada organización analiza su propio desempeño energético, y redefine el uso de sus recursos. Así han surgido numerosas aplicaciones de tecnologías informáticas orientadas a medir y controlar el consumo de energía que las organizaciones hacen, facilitando la tarea de llevar adelante el gerenciamiento energético. Ante la incipiente necesidad de las organizaciones de reducir sus costos en materia energética, implementar un sistema basado en tecnologías de la información es una de las soluciones más factible y eficaz.

Desde lo desarrollado con recursos de la Universidad Tecnológica Nacional de Argentina, se destaca el valioso desafío en I&D y potencial de EnMa Tool para fortalecer la adopción del estándar ISO 50001 en PyMEs, la cual ha sido desarrollada buscando cubrir las funcionalidades básicas que atañen al gerenciamiento energético pero que a su vez son las más reveladoras del desempeño energético de una organización, permitiendo un apoyo a la toma de decisiones que ha demostrado ser clave para la optimización del consumo energético y para la reducción inmediata de los costos acarreados.

En esta primera etapa de desarrollo, EnMa provee funcionalidades limitadas a la gestión de energía eléctrica pero ha sido suficiente para verificar resultados y validar los métodos y el diseño empleado. 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.

[17] Jason E. Sweat - PHP Architect's Guide to PHP Design Patterns

## 7. Referencias

- [1] Carretero Peña, A., García Sánchez, J. M., "Gestión de la eficiencia energética: cálculo del consumo, indicadores y mejora", ISBN: 978-84-8143-752-2, España, 2012.
- [2] Informes estadísticos del sector energético 2011. Secretaría de Energía, Ministerio de Planificación Federal, Inversión Pública y Servicios  
<http://www.energia.gov.ar/contenidos/verpagina.php?idpagina=3728>.
- [3] Informe quinquenal 2006-2010. Secretaría de Energía, Ministerio de Planificación Federal, Inversión Pública y Servicios  
[http://www.energia.gov.ar/contenidos/archivos/Reorganizacion/informacion\\_del\\_mercado/publicaciones/mercado\\_electrico/informeselectrica/quinquenal2006\\_2010.pdf](http://www.energia.gov.ar/contenidos/archivos/Reorganizacion/informacion_del_mercado/publicaciones/mercado_electrico/informeselectrica/quinquenal2006_2010.pdf)
- [4] Duart, V., "Eficiencia y ahorro energético: contribución del sector de las tecnologías de la información". *Universia business review-actualidad económica*. 2007.. ISSN 1698-5117.
- [5] Pilar, M., "Por un mundo más sostenible". *Quadernsanimacio*. 2015. ISSN 1698-4404
- [6] Cárcel F, Grau C. "Supervisión energética para monitorización y control de consumo eléctrico. Un caso práctico". *Tecnología*. 2015. ISSN 2254-4143.
- [7] Granola: Herramienta para ahorrar energía  
<http://blog.desdelinux.net/granola-herramienta-para-ahorrar-energia/>
- [8] Mar, O., Cardentey, N., "Aplicación informática para el control energético de la tecnología utilizando herramienta de monitoreo de red Nmap" *Revista Cubana de Ciencias Informáticas*, 2012.
- [9] Hping Securiry Tool  
"http://www.hping.org/download.html"
- [10] WhatsUp: <http://www.whatsupgold.com/es/>.
- [11] Nagios: <http://www.nagios-cl.org/que-es-nagios>
- [12] T-arenal: [http://tomocomd.com/?page\\_id=1005](http://tomocomd.com/?page_id=1005)
- [13] Guía de referencia NMAP:  
<http://nmap.org/man/es/index.html>.
- [14] ISO - International Organization for Standardization:  
[www.iso.org](http://www.iso.org).
- [15] ISO 50001 Energy Management Systems:  
<http://www.iso.org/iso/home/standards/management-standards/iso50001.htm>
- [16] Pressman Roger S. "Ingeniería del Software, Un enfoque práctico". Séptima edición. McGraw-Hill. ISBN: 9786071503145