

# Tecnologías de información que contribuyen con las prácticas de *Green IT*

Information technology contributing to *Green IT* practices

COLCIENCIAS TIPO 3. ARTÍCULO DE REVISIÓN

RECIBIDO: ENERO 5, 2014; ACEPTADO: MARZO 15, 2014

Edgar Valdés Castro, M.Sc  
[edgar.valdes00@usc.edu.co](mailto:edgar.valdes00@usc.edu.co)

Universidad Santiago de Cali, Colombia

## Resumen

Considerando la importancia que organizaciones consultoras y de investigación en Tecnologías de Información [TI] –como Gartner Inc., quien en 2010 posicionó las *Green IT* en el cuarto lugar del Top 10 de las estrategias tecnológicas para 2011–, es el momento para que las compañías y las áreas de TI den el salto a la utilización de estos nuevos conceptos, de tal manera que se apoyen en las buenas prácticas sobre su uso, con el propósito de mejorar la administración de sus recursos informáticos. En este documento se analizarán los diferentes recursos informáticos sobre los cuales las organizaciones deben dirigir proyectos que les permitan aprovechar los enfoques planteados por la disciplina de *Green IT*.

## Palabras Clave

Computación en la nube; virtualización; *Grid Computing*; computación verde.

## Abstract

Considering the importance of consulting and research in Information Technology organizations –such as Gartner Inc, as in 2010, who positioned itself to *Green IT* in fourth place in the Top 10 technology strategies for 2011–, it is time for companies and IT areas, making the leap to the use of these new concepts, so they rest on good practices on the use of these technologies in order to improve the management of their IT resources. In this paper the different computing resources on which organizations must manage projects that enable them to exploit the approaches raised by the discipline of *Green IT* are analyzed.

## Keywords

*Cloud Computing*; virtualization; *Grid Computing*; green computing.

## I. INTRODUCCIÓN

A partir de 1990, la crisis ecológica es una de las preocupaciones más constantes en las sociedades occidentales (García, 2011). No hay medio de comunicación que se precie de que no incorporar, en alguna de sus secciones habituales, una dedicada a la terna verde.

Las afirmaciones del economista Jeremy Rifkin (citado por Benjumea, 2010), sobre la revolución industrial basada en el petróleo, el automóvil y la producción centralizada de energía –la llamada *Economía Negra*–, colapsó a finales del siglo XX. Después, ha habido un intento de mantenerla a flote con burbujas como la financiera-inmobiliaria, que ha estallado ahora. Frente a eso, hace falta una tercera revolución industrial, la revolución verde.

La sostenibilidad emerge como termino y tema, y aparecen definiciones como la de Brundtland (1987, citado por Kozhikode, 2011), propuesta como: *el desarrollo que satisface las necesidades del mundo actual, sin comprometer la capacidad de las generaciones futuras para satisfacer sus propias necesidades*. El enfoque actual, dispuesto por muchas organizaciones de TI, es satisfacer la sostenibilidad, desde las perspectivas económica, social y ambiental, simultáneamente. La sostenibilidad ecológica se ve en la supervivencia a largo plazo del individuo y se merece una mayor prioridad que el desarrollo económico sostenible.

*Green IT* ha surgido como una nueva disciplina para hacer frente a la preocupación de la sostenibilidad cuando TI está involucrado. *Green IT* es sinónimo de tecnología de la información ambientalmente racional (Murugesan, 2008). Incluye múltiples aspectos como la sostenibilidad del medio ambiente, la economía de eficiencia energética, y el costo de eliminación del reciclaje, entre otros.

La época presenta asuntos tan graves como la escasez de agua y de energía, el calentamiento global y el efecto invernadero, que han hecho necesario que el cuidado del medio ambiente sea una prioridad, tanto para los gobiernos, como para las empresas y la sociedad en su conjunto.

Las Tecnologías de la Información (TI) (Landa, 2011) no pueden quedar ajenas a esta preocupación; por tanto, todos los agentes involucrados en su desarrollo, implantación o utilización, deben hacer todos los esfuerzos posibles para mitigar el impacto en el medio ambiente. La industria TI está respondiendo con responsabilidad; los conceptos de *eficiencia energética* y *free cooling* son de los más

repetidos durante los eventos más importantes de este sector.

Benjumea (2010) indica que los avances tecnológicos generan herramientas que sirven para mejorar el confort y la calidad de vida, pero que todos tienen un impacto en el medio ambiente. El New York Times publicó en su edición del 4 de febrero de 2012 las alarmantes cifras sobre los niveles de contaminación, los cuales triplican el mínimo nivel establecido por la Organización Mundial de la Salud OMS. En China, el país de mayor desarrollo tecnológico, algunos, como el multimillonario Chen Guangbiao, han empezado a hacer negocio con esta situación, vendiendo aire enlatado, algo que parecía imposible hace algunos años.

Las TIC son un pilar básico para el crecimiento sostenible de todos los sectores de la economía. Las TIC inteligentes (*smart*) son tecnologías más verdes, más sostenibles, que no sólo consumen menos energía, sino que ayudan a mejorar el rendimiento y el comportamiento medioambiental del conjunto de la sociedad. El desarrollo y la aplicación *inteligente* de las TIC, en pos de la sostenibilidad, constituye lo que se ha venido a denominar *Green TIC* o TIC verdes.

Un uso más racional de las TIC es esencial para la protección del medio ambiente y para afrontar los retos derivados del cambio climático, ya que estas tecnologías juegan un papel esencial en la mejora de la eficiencia energética, en la gestión de los recursos naturales y en la protección de la biodiversidad de forma directa o a través de su influencia en otros sectores de actividad.

El patrón de crecimiento económico actual, intensivo en el empleo de recursos energéticos, conlleva un irreversible daño medioambiental. Al mismo tiempo, la población y las economías de los países en desarrollo continúan creciendo, incrementando las tasas globales de producción y consumo. Estos retos hacen necesario el desarrollo de nuevos modelos de producción, de consumo y de vida, y en ellos, las TIC juegan un papel esencial.

En estos escenarios, Amentic Funcoas (2012) concluye que el sector de las TIC no es en absoluto ajeno a la creciente preocupación mundial por el desarrollo económico sostenible y, en particular, por el reto que para este objetivo supone el cambio climático por la emisión de gases de efecto invernadero, principalmente el CO<sub>2</sub>, que resulta del uso de combustibles fósiles.

*Green TIC* se ha convertido en un tema importante para

las organizaciones de todo el mundo, porque no sólo afecta a su entorno actual, sino también a sus márgenes de ganancia a través de un aumento en costos de energía. Las *Green TIC* permiten además desarrollar nuevas aplicaciones para sectores como los de la construcción, el transporte o la energía, aplicaciones que son más eficientes y facilitan la reducción de las emisiones de gases contaminantes. Además, constituyen un importante nicho de desarrollo económico y tecnológico, así como una oportunidad clave para que la industria del sector continúe impulsando el crecimiento, el empleo y la mejora de la calidad de vida.

El término *Green IT* se está convirtiendo en una parte del lenguaje diario de los *Chief Information Officer* [CIO] (Verdiem, 2009) y de los directores de TI de las corporaciones americanas.

Mientras las estrategias y las tácticas para reducir el impacto de las TI en el medio ambiente se están definiendo, es esencial que los involucrados en el proceso sean capaces de hablar directamente con los CIO sobre los temas relacionados con el análisis del impacto medioambiental de las TI en cada etapa del ciclo de vida del producto.

Respecto del costo de los departamentos de TI, Sarkar (2009) presenta los estimados para 2010 de Maleshefski (2007), manifestando que gastarían 70 centavos de cada dólar en alimentación y refrigeración de un nuevo servidor de datos. Además comenta que en 1996 los departamentos de TI gastaban 17 centavos / dólar, y en 2006, 48 centavos / dólar. Por esta razón, los CIO están buscando en el diseño de centros de datos crear un entorno de construcción que utilice menos energía. El número de equipos servidores en centros de datos se ha multiplicado por seis, llegando a treinta millones en la última década (Murugesan, 2008). Con un precio de la energía cada vez mayor en todo el mundo, el costo operacional de los centros de datos sigue aumentando de forma constante.

## II. APRECIACIONES SOBRE *GREEN IT* Y LA ECONOMÍA VERDE

El término *Economía Verde* (Benjumea, 2010), fue acuñado en medio de la actual crisis económica mundial, por el Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente [PNUMA], el 22 de octubre de 2008, dentro del llamado *Global Green Deal*, que define la interdependencia entre la actividad económica y los ecosistemas naturales, y el impacto adverso de ésta sobre el cambio climático y el

calentamiento global.

Veinte años después de la primera *Cumbre de la Tierra*, la ONU volvió a Río de Janeiro (Brasil) para una nueva conferencia bajo el signo de la *economía verde*. Bajo el título *El futuro que queremos* (ONU, 2012), el proyecto de resolución no levanta acta de ningún balance de las decisiones adoptadas en 1992 (Tanuro, 2012). En cuanto a las perspectivas, la propaganda oficial indica que combinan el respeto por las limitaciones ambientales y la justicia social. Los textos muestran un proyecto totalmente diferente: la ayuda masiva a las empresas para acaparar y saquear aún más sistemáticamente los recursos naturales, a expensas de la sociedad. Inspirado sobre todo por el Banco Mundial y la Agencia Internacional de la Energía, *El futuro que queremos* es un documento radicalmente ultra liberal.

Esta es la temática en la que se centra la corriente denominada *Green IT* (Careaga, 2010), identificada como una de las estrategias más importantes que se deberán implementar en la próxima década. El término *Green Computing* se acuñó posiblemente por primera vez tras el inicio del programa *Energy Star* que en 1992, promocionó el gobierno estadounidense, el cual tenía por objetivo etiquetar monitores y equipamiento electrónico caracterizado por su eficiencia energética. El término quedó registrado en 1992 en un grupo de noticias y posteriormente fue cambiado por *Green IT*.

El concepto de tecnología verde, según Syscom, puede ser definido como la investigación y el uso de TI de un modo energéticamente eficiente y respetuoso con el medio ambiente. Su definición se resume el estudio y la práctica de diseñar, fabricar, utilizar y disponer de ordenadores, servidores y componentes asociados, tales como monitores, impresoras, dispositivos de almacenamiento, redes y sistemas de comunicación de manera eficiente y eficaz con un mínimo o ningún impacto sobre el medio ambiente (Landa, 2011).

Según la International Data Corporation [IDC]:

- 2,9% de las emisiones de CO<sub>2</sub> mundial se deben a las TIC;
- 60% de los *Data Center* se están quedando sin energía, refrigeración y espacio, por lo que tendrán que expandirse;
- 70% de los residuos de plomo y mercurio en los basureros proviene de residuos electrónicos.

De estos datos se deduce que las TI no sólo son parte del problema, sino que cada año su contribución a las emisiones de CO<sub>2</sub> es mayor y seguirá aumentando.

Chakraborty (2009), define *Green Computing* como la práctica de utilizar los recursos informáticos de manera eficiente. Los sistemas modernos se basan en una mezcla complicada de personas, redes y hardware, por lo tanto, una iniciativa verde de computación debe ser de carácter sistémico y abordar cada vez más sofisticados problemas. *Green Computing* es la mayor exigencia de proteger el medio ambiente y ahorrar energía junto con los gastos operativos en el mundo cada vez más competitivo.

El concepto de tecnología verde (Landa, 2011) también se aplica a los recursos computacionales que contribuyen a la reducción en el consumo de energía o a la emisión de CO<sub>2</sub>.

El término *economía verde* fue usado también por el presidente Obama en su discurso ante el Congreso de los EE.UU., en febrero de 2009, para referirse a su ambicioso plan de reforma energética, cuya implementación se llevaría a cabo junto con un programa de *cap-and-trade*, que debería reducir las emisiones de gases de efecto invernadero en un 80% para 2050, y crear millones de nuevos empleos *verdes*.

Es plausible concluir este aparte con los aportes del reporte de Symantec (2009), el cual indica que: *Green IT* es ahora esencial; sus presupuestos están subiendo; hay disposición a pagar una prima por el equipo verde; *Green IT* es en el corazón de los esfuerzos ecológicos de la empresa; y las iniciativas de *Green IT* son más que una prioridad para los profesionales de TI hoy, quienes están descubriendo *un montón* de verde en su entorno de TI.

### III. PROPÓSITOS HACIA LAS PRÁCTICAS DE *GREEN IT*

Durante la primera década del siglo XXI se ha registrado un conjunto de esfuerzos de organizaciones de todos los continentes con el propósito de avanzar en la socialización de las prácticas de *Green IT*. La Unión Europea [UE] (Urueña, 2012), consciente de la situación y de la necesidad de abordar con urgencia este proceso de transformación económica y de lucha contra el cambio climático, se ha adelantado a la comunidad internacional, adquiriendo compromisos muy ambiciosos que le van a permitir posicionarse como líder mundial de sostenibilidad.

De entre todos los compromisos, es necesario destacar las metas establecidas para 2020, año en el que la UE se

propone emitir un 20% menos de CO<sub>2</sub> y consumir un 20% menos de energía, comparado con 1990, y generar el 20% de su energía primaria a partir de fuentes renovables.

La posición de las TIC es absolutamente estratégica ya que existe un consenso generalizado a nivel internacional, europeo y nacional, respecto de que se constituirán en uno de los mayores facilitadores para transformar el modelo productivo, superar la crisis económica y afrontar la lucha contra el cambio climático. Todo ello con garantías reales de sostenibilidad y permitiendo superar incluso, los objetivos establecidos por la UE para 2020.

Según la Fundación CTIC (2011), la incorporación de las TIC en las empresas tiene una doble repercusión: por una parte, aparecen nuevos residuos (i.e., tóner, componentes eléctricos, baterías, etc.), que es preciso gestionar, así como otro tipo de cuestiones que se debe tener en cuenta (e.g., consumo eléctrico, emisión de radiaciones, etc.); por otra, un uso respetuoso de las TIC contribuye a la conservación medioambiental, reduciendo el consumo de recursos naturales (e/g., papel, agua, combustibles, etc.) con tan sólo aplicar algunas sencillas recomendaciones.

Por tanto, la adopción de políticas de eficiencia energética y sostenibilidad se traduce en beneficios, tanto para el negocio, como para su entorno. Actos que son cada vez más habituales, como usar el teléfono móvil, enviar un correo electrónico o consultar la información a través del computador, evitan que se malgaste papel o se hagan desplazamientos innecesarios o se generen residuos que contaminen el entorno natural.

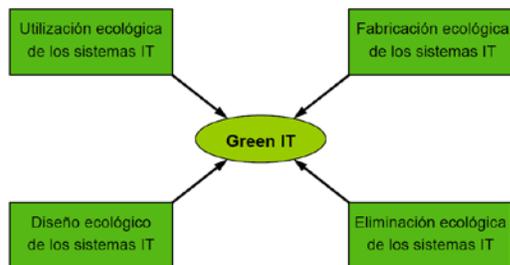
En San Salvador (Cyranek, 2010), se creó un grupo de trabajo y se está avanzando en el cumplimiento de la meta 82 del Compromiso de San Salvador (2008), que plantea la necesidad de promover el diseño de estrategias nacionales y la reglamentación sobre el manejo de los residuos tecnológicos para responder al impacto ambiental que causan y aprovechar su potencial en programas de reciclaje y reacondicionamiento (entre otros), así como crear un grupo de trabajo sobre este tema.

Amentic Funcoas (2012) considera esencial profundizar en el conocimiento actual de las *Green TIC*, de modo que se pueda generar una respuesta adecuada a las principales incógnitas y a los inhibidores que amenazan o dificultan el pleno aprovechamiento de las potencialidades de las TIC en la preservación del medio ambiente –en general– y en el campo de la eficiencia energética –en particular–.

Biasco (2002), en la Conferencia de Estocolmo planteó que deben promoverse y facilitarse a través de la cooperación regional e internacional la investigación científica, la innovación tecnológica y las nuevas tecnologías de la información y la comunicación, combinado con la idea de que es importante asegurar que la difusión del conocimiento científico, la promoción de la investigación y el desarrollo de tecnologías limpias estén al servicio de la comunidad internacional, sobre todo de los países en desarrollo, en lo que respecta a la adopción de decisiones y a la formulación de políticas relacionadas con el desarrollo sostenible, circunstancias que hacen pensar en el futuro inmediato de la humanidad y en lo que se puede hacer para contribuir a un desarrollo sostenible. Las TIC no son ajenas a esta situación y cada vez se busca encontrar un equilibrio entre el desarrollo tecnológico y el impacto ambiental, lo cual despertó, desde hace unos años, el interés por investigar el incremento en el consumo energético de las organizaciones debido al fuerte aumento de las infraestructuras TIC (Cabero & Llorente, 2005)

Garbajosa (2008) presentó una propuesta novedosa de solución al impacto ambiental de las TI, con un enfoque holístico, y la representó en un modelo que engloba las cuatro vías representadas en la Figura 1, las mismas que se explican a continuación.

**Figura 1. Solución al impacto ambiental (Grabajosa, 2008)**



- Utilización ecológica, principalmente a través de la reducción del consumo energético (la producción de energía eléctrica es la principal fuente de generación de gases de efecto invernadero).
- Diseño ecológico o eco-diseño, el cual incluye diseño de equipos, a la vez, más eficientes energéticamente y respetuosos con el medio ambiente.
- Fabricación ecológica, eliminando completamente o minimizando el impacto del proceso de

fabricación en el medio ambiente (i.e., emisiones, materiales de desecho, etc.).

- Eliminación ecológica, la cual implica que, una vez finaliza el período de utilización de un equipo, se debe poner en marcha la estrategia de las Tres R: Reutilización y Renovación de equipos y, si no son aprovechables, Reciclado.

La idea principal del enfoque holístico es que se cierre el ciclo de vida de los equipos TI, de forma que no se perjudique al medio ambiente, lo que permitiría conseguir una mejora sustancial en términos de desarrollo sostenible. Este enfoque global lo están empezando a aplicar las empresas multinacionales del sector. Un claro ejemplo es Intel, quien ha definido una estrategia agresiva orientada a la sostenibilidad con el medio ambiente, y ha creado el programa *Eco-smart Technology: delivering environmental innovation through sustainable practices* (Intel, s.f).

Hoy, el programa *Energy Star* es el motor de la eficiencia energética en los sistemas electrónicos (no sólo de procesamiento de la información, sino también del equipamiento electrónico doméstico). El uso oficial del término se produjo luego de que la Agencia de Protección Ambiental [EPA] de los Estados Unidos desarrollara un programa de energía 1992, diseñado para promover la eficiencia energética de diversas tecnologías como computadoras, monitores y aires acondicionados.

En Colombia también se han dado esfuerzos como el del Grupo de Investigación Tecnología y Desarrollo en Ingeniería [GITDYD], de la Universidad Francisco de Paula Santander, el cual trabaja con el objetivo de incorporar *Green IT* como elemento del marco conceptual de Gobernabilidad de TI (Rodríguez, 2012) y se desarrolla utilizando una metodología de tipo descriptiva evaluativa que buscara, previamente los elementos de *Green IT* que se incorporaran al marco conceptual de Gobernabilidad de TI, para luego validar el modelo propuesto. Con la integración de *Green IT* como elemento del marco conceptual de Gobernabilidad de TI, se espera reducir el uso de energía dentro de las organizaciones, de forma que disminuyan las emisiones de CO<sub>2</sub> y la cantidad de desechos tecnológicos producidos, contribuyendo así al cuidado ambiental del planeta.

Asimismo, el Observatorio de Sociedad, Gobierno y Tecnologías de Información de la Universidad Externado de Colombia, desarrolló la Guía de *Green IT*, con el fin de apoyar a entidades públicas y a empresas en la formulación

de planes que contribuyan a disminuir el impacto ambiental de las nuevas TIC utilizadas por estas organizaciones, en países en vías de desarrollo. La Guía de *Green IT* (Finquelievich, 2013) fue concebida como un manual de consulta para los servidores públicos y las personas involucradas en la formulación, el desarrollo y el seguimiento de planes de TIC en el ámbito empresarial, a nivel local o regional.

En Colombia ya existen compañías enfocadas en lo verde. Tal es el caso de Actitud Digital, quien con su herramienta Certiweb –software que permite desde un archivo en Excel exportado desde el sistema contable, preparar los certificados tributarios– logró disminuir el consumo de papel, disminuyendo así la tala de árboles.

Se puede entonces predecir que, para los gerentes de IT con una amplia visión, se abre una puerta grande en cuestión de mercados, más cuando las grandes potencias mundiales tienen un alto nivel de aceptación frente a todo lo que implique conservar el medio ambiente.

Estos son sólo algunos ejemplos de propósitos expresados en proyectos por instituciones y organizaciones del mundo para lograr una sociedad y una empresa más eficientes y sostenibles, comprometidas con el medio ambiente.

#### IV. PRACTICAS EN TECNOLOGÍAS DE INFORMACIÓN SOBRE *GREEN IT*

Muñoz (2010) ha compilado las nuevas tendencias planteadas sobre *Green IT*, las cuales desde la gestión en las organizaciones, pueden contribuir con la disminución del alto impacto medio ambiental que el desarrollo informático está ocasionando sobre el planeta.

Una de las principales preocupaciones es el alarmante aumento de los residuos de TI global –por el muy activo cambio de modelos en casi todos los dispositivos de TI–. Otra es el nivel operativo de TI, que debería ser el responsable de las prácticas adecuadas de *Green IT*.

La gran oportunidad para la industria de TI y la mayoría de las organizaciones de TI es la utilización de las TIC para reducir el impacto en el medio ambiente de la empresa, por su cadena de suministro, sus productos y sus servicios, en vez de centrarse simplemente en el cálculo de su Huella de Carbono. La estimación de Gartner IT en 2007 es que el total de emisiones de CO<sup>2</sup> es de aproximadamente 0,6 gigatoneladas (Gt), aunque estas cifras todavía son objeto de debate. Para limitar el impacto de los cambios climáticos –

la emisión de gases de efecto invernadero– se debe reducir entre 25 y 30 Gt de CO<sub>2</sub> equivalente para 2030. El aporte de las áreas de TIC será ayudar a las empresas a alcanzar esa medida, en lugar de simplemente hacer centros de datos más eficientes, aunque esto dependerá del tipo de industria (Mingay, 2007).

Con la aplicación de tecnologías como *Grid* y *Cloud Computing* (Sofi, 2012) no habrá requisitos de configuración de hardware definitivamente más bajos, en comparación con los que tienen los sistemas de información completos, tanto a nivel individual, como organizacional. Los dispositivos de almacenamiento necesarios serán menos. Naturalmente, cuando se reduce el hardware, tanto la basura electrónica, como los desechos electrónicos, en la red o en la nube, son menores. Para la movilidad de un lugar a otro lugar no es necesario llevar el sistema, por lo que la nube puede ayudar a trabajar de una manera inteligente y hacer el sistema más amigable. La voracidad de los nuevos dispositivos y el hardware también se minimizará en mayor medida si el *Grid* y el *Cloud* se toman como una alternativa.

Adicionalmente Krikos (2010) plantea que el proyecto de red eléctrica inteligente conectará la infraestructura de la red al Internet, lo que generará nuevas eficiencias y permitirá eludir los posibles cortes de energía. En segundo lugar, hay una tendencia fuerte en el mercado del *Go Green* (hacia lo verde, lo ecológico) en la computación en la nube. El Consumo de energía en la computación en la nube ha llamado la atención de los proveedores y de los gobiernos en todo el mundo. Las empresas de computación en la nube y los proveedores de centros de datos están liderando el movimiento ecológico para construir instalaciones más eficientes de bajo consumo. Los centros de datos consumen la mitad del uno por ciento del suministro de energía eléctrica en el mundo. Las tecnologías que aportan a las prácticas de *Green IT*, son: *Cloud Computing*, *Grid Computing*, virtualización, data-center optimization, gestión de alimentación de los PC, centralización de los sistemas de impresión, y teletrabajo o tele presencia.

##### A. *Cloud Computing* retos y oportunidades frente a *Green IT*

Torres (2011) define como una nube a un espacio lleno de partículas iguales –por tanto, homogéneo y desorganizado–. Una red es una estructura que llena y que organiza un espacio; está formada por partes diferentes, cada una con características y funciones diferentes. Si permutan su lugar dos moléculas de agua dentro de una

nube, ésta no cambia en nada. Si se cambian dos conexiones dentro de una red, la red a menudo cambia de propiedades. La nube es el ejemplo de la no-organización (en términos técnicos, de la entropía máxima) mientras que la red es el ejemplo de la organización (la mínima entropía). La nube se hace sola, la red se ha de construir.

Cierco (2011) define *Cloud Computing* como un modelo que permite el acceso bajo demanda y a través de la red a varios recursos, tales como: redes, servidores, capacidad de almacenamiento, aplicaciones y servicios. Estos recursos pueden ser asignados y liberados de forma rápida y con trámites sencillos, eliminando también los costos fijos y las grandes inversiones en TI.

Cierco (2011) menciona algunas de las ventajas del modelo: elimina barreras para la entrada de nuevos actores, dinamizando la economía; promueve la creación de nuevos modelos de negocio, facilitando así la creación de empresas y empleos.

El *National Institute of Standards and Technology* [NIST], relaciona cinco características esenciales del modelo *Cloud*:

- Autoservicio bajo demanda, que se refiere a la capacidad que tiene el usuario de acceder a los servicios de forma automática, sin la necesidad de interactuar de forma humana con el proveedor.
- Múltiples formas de acceder a la red, que implica que el usuario puede acceder a los servicios desde varios tipos de dispositivos (e.g., teléfonos móviles, computador personal, PDA).
- Recursos compartidos. Recursos como el almacenamiento, las máquinas virtuales y los aplicativos son compartidos por varios usuarios, a quienes se les van asignando capacidades, de forma dinámica, según sus necesidades.
- Elasticidad. El modelo permite liberar recursos de forma casi automática, lo que permite darle al usuario la sensación de que sus recursos son ilimitados.
- Servicio medido. El proveedor puede medir con eficacia el tiempo real de uso de los servicios, lo que permite que el pago esté de acuerdo con el tiempo usado.

Cierco (2011) presenta los tres modelos que ofrece la tecnología *Cloud Computing*:

- *Cloud Software as a Service*. Le permite al usuario correr las aplicaciones en infraestructura *Cloud*;

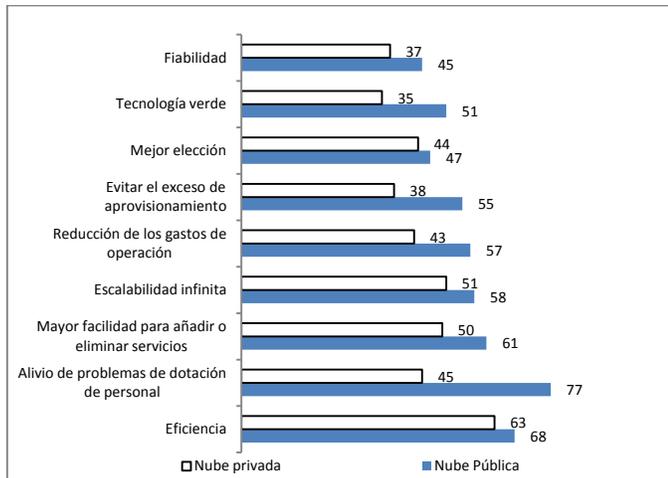
estas son accesibles a través de un navegador Web, por lo que el usuario carece de cualquier control sobre la infraestructura o las aplicaciones.

- *Cloud Platform as a service*. En este caso el usuario puede desplegar aplicaciones propias, adquiridas o desarrolladas, en la plataforma *Cloud*, quien le ofrece la plataforma de desarrollo y las herramientas de programación
- *Cloud Infrastructure As a service*. El proveedor ofrece capacidades de procesamiento, almacenamiento y comunicación, las cuales el usuario puede utilizar para ejecutar cualquier tipo de software, desde sistemas operativos, hasta aplicaciones.

En cuanto a los beneficios de la tecnología *Cloud Computing* frente a las prácticas de *Green IT*, cabe mencionar:

- Óptima inversión en infraestructura. Una infraestructura 100% *Cloud Computing* le permite al proveedor de contenidos o servicios en la nube prescindir de instalar cualquier tipo de hardware. Un gran beneficio es la simplicidad y el hecho de que requiere una inversión significativamente menor para empezar a trabajar.
- Actualizaciones automáticas. Usualmente, al actualizar a la última versión de las aplicaciones, el usuario se ve obligado a dedicar tiempo y recursos para volver a personalizar e integrar la aplicación, sin embargo, con el *Cloud Computing* no hay que decidir entre actualizar y conservar el trabajo, dado que esas personalizaciones e integraciones se conservan automáticamente durante la actualización.
- Uso eficiente de la energía. En los *Data Center* tradicionales, los servidores consumen mucha más energía de la requerida realmente. En cambio, en la nube, la energía consumida es sólo la necesaria, lo que reduce notablemente el desperdicio.

En un estudio sobre *Cloud Computing* en la industria financiera, Bruno (2013) encontró que esta tecnología, al ofrecer un sitio de infraestructura centralizada, aprovecha el concepto de economías de escala para reducir los costos de los elementos de hardware, software y su administración. La Figura 2 presenta, de acuerdo con Symantec (2009), las necesidades que hacen que los empresarios se interesen en el *Cloud Computing*. El gráfico presenta diferencias entre nubes privadas y públicas.

Figura 2. Por qué seleccionar *Cloud Computing* (Symantec, 2009)

### B. *Grid Computing* frente a las prácticas de *Green IT*

*Grid Computing* o computación en malla es la evolución de los sistemas distribuidos para ofrecer soluciones a los problemas de alto costo y escalabilidad, inherentes a la computación de alto desempeño (Muñoz, 2010). Su definición se puede dividir en varias áreas, según el objetivo que se persigue. En consecuencia, algunas definiciones hacen énfasis en: compartir recursos, aprovechar recursos ociosos, tener capacidad de cómputo bajo demanda, la virtualización de recursos o recursos adaptativos, y la computación orientada a servicios.

El concepto de virtualizar lo extiende más allá de las fronteras administrativas y geográficas, abarcando potencialmente tanto poder de cómputo/almacenamiento como se requiera.

Por su parte, la computación orientada a servicios ofrece servicios de valor agregado que garantizan que la generación de la confianza necesaria para poder asignar las tareas más críticas a ese sistema.

Las características principales que debe tener un sistema para ser considerado como una solución *Grid Computing* (Muñoz, 2010) –que son de gran relevancia frente a las prácticas de *Green IT*– se evidencian principalmente porque existe una coordinación de los recursos que no están sujetos a control centralizado y superan las fronteras organizacionales, además de que se usan protocolos e interfaces estándares, abiertos y de propósito general. El promover la definición y el uso de estándares permite coordinar recursos de todo tipo y bajo control de software muy diverso.

A nivel mundial se está colaborando para lograr una malla computacional equivalente a la de otros servicios públicos. Los tres grandes proyectos que se están desarrollando para constituir estas *Grids* son:

- *Tera Grid*. Aglutina la capacidad de grandes centros de cómputo norteamericanos, lo que permite que con pocos nodos se logre una capacidad coordinada de hasta 102 teraflops de poder de cómputo y 15 Petabytes (mil billones de bytes) de almacenamiento.
- EGEE [*Enabling Grid for E-sciencE*]. Une las distintas infraestructuras europeas; cuenta con más de 20.000 procesadores disponibles 24 horas al día para ejecutar aplicaciones del *Grid* con cerca de 5 Petabytes de almacenamiento.
- *Pragma*. Proyecto que promueve el uso de la computación en *Grid* para la realización de investigaciones científicas en los países de la cuenca del pacífico.

Como ventajas de este concepto se destacan:

- proporciona acceso transparente y capacidad de almacenamiento distribuida;
- proporciona un mecanismo de colaboración transparente entre grupos dispersos; y
- posibilita el funcionamiento de aplicaciones a gran escala.

En sus investigaciones sobre modelos *Grid*, Jens (2010) manifiesta que el conocimiento del impacto ambiental de la tecnología *Grid* nunca ha sido empíricamente analizado. Debido a esto, la variable dependiente del modelo de investigación incorpora el potencial sugerido de la tecnología *Grid* para reducir el consumo de energía relacionados con la TI, que puede ser interpretado como una estrategia de *Green IT*.

Los beneficios ambientales de la tecnología *Grid* son especialmente proporcionados por la aplicación de la tecnología de virtualización a la red y por la compra de recursos TI de los proveedores de recursos de red externo.

Como ya se ha señalado, la tecnología de virtualización de *Grid* es capaz de manejar automáticamente las cargas de trabajo fluctuantes y los picos de demanda mediante la adición de recursos a la infraestructura o quitándolos de la cuadrícula.

### C. Virtualización y sus aportes a las prácticas de *Green IT*

Empresas de todos los tamaños están buscando aliviar el aumento en las demandas de energía y sus costos, así como la libertad de las restricciones de tener un hardware inflexible e infrautilizado. Muchos recurren a la virtualización como una práctica fundamental del centro de datos verde (Vmware, 2011).

Arias (2009) define la virtualización como la creación – a través de software– de una versión virtual de algún recurso tecnológico, como puede ser una plataforma de hardware, un sistema operativo, un dispositivo de almacenamiento u otro recurso altamente relacionado con las tecnologías *Grid* y *Cloud*, ya explicadas. Se refiere a la integración uniforme de sistemas heterogéneos, geográficamente distribuidos. Es la solución que permite que los usuarios puedan hacer uso de los servicios del *Grid* de forma transparente, lo que se traduce en que el usuario no necesita estar enterado de dónde están localizados los recursos computacionales que lo van a satisfacer. Desde la perspectiva del usuario, hay solo un punto de entrada al sistema *Grid*. Virtualización es entonces, la tecnología mediante la cual múltiples recursos de hardware lógicos serán vistos como una única pieza.

Para Arias (2009) el concepto de virtualización nace con la idea de mejorar la utilización de recursos tecnológicos mediante una agrupación común de éstos y que se pueden llegar a compartir con cualquier persona en el mundo.

Estos recursos tecnológicos, según Arias (2009), podrían incluir los servidores, los servicios de almacenamiento y el trabajo en redes como la Internet. De esta forma, mediante la virtualización, los recursos pueden ser ubicados dinámicamente a través de las aplicaciones y los procesos de una organización, siendo así una técnica que es utilizada para ocultar las características físicas de los recursos de una computadora, con relación a la forma en que otros sistemas, aplicaciones o usuarios interactúan con los recursos.

Russo (2007) califica a la virtualización como la nueva era de almacenamiento. Para ella, el término virtualización puede aplicarse tanto a nivel del software como de los dispositivos de red. Sin embargo, es bajo el ambiente de los servidores de procesamiento y el almacenamiento de información, donde se logra canalizar en mayor proporción el beneficio de la reducción de los gastos de recursos tecnológicos que impactan positivamente las

prácticas de *Green IT*. Claudio Paniagua Maciá (2006), responsable de innovación en el área de virtualización para IBM España, Portugal, Grecia, Turquía e Israel, indica que las tecnologías de virtualización solucionan satisfactoriamente los dos problemas de base que motivaron la organización en relación con los sistemas de información: compartir recursos sin crear dependencias por ello, y poder definir políticas que establezcan cómo se reparte el recurso compartido. Esto permite flexibilizar y dinamizar el sistema de información y maximizar la utilización de sus recursos. En un sistema de información virtualizado existen unos componentes de software especiales, que se ubican entre las aplicaciones de negocio y los recursos físicos de la plataforma tecnológica (i.e., servidores, dispositivos de almacenamiento y redes), cuya función es construir réplicas funcionales de los recursos físicos, llamadas recursos virtuales. Así, las aplicaciones de negocio ya no interactúan directamente con los recursos físicos, sino que lo hacen siempre con los recursos virtuales, los cuales, a su vez, interactúan con los físicos.

Russo (2007) explica cómo crear una nueva plataforma informática formada por recursos virtuales que interfiere entre las aplicaciones de negocio y la plataforma informática física original: las aplicaciones de negocio ya no se ejecutan directamente sobre servidores físicos, sino que lo hacen sobre servidores virtuales (réplicas de ordenadores reales construidas por software); igualmente, las aplicaciones de negocio ya no interactúan directamente con los dispositivos de almacenamiento reales sino que lo hacen con discos virtuales, y los servidores virtuales y los discos virtuales se interconectan a través de redes virtuales y no directamente a través de la red física de comunicaciones establecida por la empresa. Analizándolo de esta manera, para las aplicaciones de negocios les es indiferente ejecutarse sobre una máquina virtual o sobre una real, acceder a una red virtual o a una real, o bien, utilizar un disco real a utilizar uno virtual. Por lo tanto, una estrategia de virtualización bien diseñada y administrada ayuda a controlar los costos y a mejorar la disponibilidad, e incrementa la agilidad, al evitar la complejidad que se da al tratar de tener que integrar sistemas diferentes. Al no tener que comprar y administrar un nuevo servidor por cada nueva aplicación de negocios que se quiera poner a funcionar, o no tener que implementar o ampliar la infraestructura física de red con la que se cuenta –sino implantar la utilización de la virtualización– se pasa a recibir una serie de ventajas, como la reducción de costos, la optimización del espacio físico, la reducción en el

consumo de energía y hardware y, algo muy importante, la mejora en el trabajo y la productividad del recurso humano de la empresa, al poder trabajar desde su casa o zona local, sin tener que desplazarse físicamente a su lugar de trabajo (Arias, 2009). En el caso de los tele trabajadores, permite montar una red privada virtual [VPN] y utilizar Internet como medio de comunicación para virtualizar el ambiente de la oficina, en cualquier lugar donde se tenga acceso a la red de redes.

Los estudios realizados mencionados por Blanco (2014), sobre la virtualización frente a *Green IT*, se han basado en el ahorro de energía que genera la empresa para sus clientes, y muestran que las soluciones de virtualización reducen los costos económicos y las emisiones de CO<sub>2</sub>. Esto se puede llevar a cabo fusionando varias máquinas en un solo servidor –con lo que disminuye el consumo energético y los costos, y ahorrar 7.000 kilovatios hora o cuatro toneladas de emisiones de CO<sub>2</sub> / año. Las PC virtualizadas pueden reducir el consumo de energía y los costos en un 35 por ciento. Otra medida es la desconexión de los servidores y desktops durante los períodos de inactividad –como las noches y fines de semana–, con lo que se puede ahorrar aproximadamente un 25 por ciento de su consumo energético. Las empresas hoy son las más interesadas en la virtualización, pues para ellas es muy importante reducir los costos y el consumo de energía, principalmente.

Arias (2009) plantea que el interés por esta tecnología se convierte en un punto fuerte dentro del futuro del ámbito tecnológico. Gran parte de las razones mencionadas para virtualizar, procede de la nueva tendencia de la tecnología verde *Green IT*, que tiene como objetivos primordiales: la armonía con la naturaleza, el ahorro de costos y la eficiencia energética, lo que confirma la preponderancia de esta tecnología como una buena práctica para la gestión de *Green IT*.

El otro tema alrededor de la virtualización que hoy se está impulsando es el de la reasignación de máquinas virtuales para reducir al mínimo el número de nodos físicos de carga de trabajo actual, mientras que los nodos de inactividad se apagan con el fin de disminuir la potencia y el consumo. Una gran cantidad de investigación se ha hecho en el poder de la gestión eficiente de los recursos en los centros de datos (Beloglazov, 2010).

El enfoque propuesto en los estudios mencionados por Beloglazov (2010), ejecutados por Kusic et al., y Jiang, et

al., en contraste con estudios anteriores, permite manejar con eficacia los requisitos de calidad de servicio estrictos y heterogéneos de infraestructura y máquinas virtuales heterogéneas. Los algoritmos se implementan como heurísticos rápidos, que no dependen de un tipo de carga de trabajo particular y no requieren de ningún conocimiento acerca de las aplicaciones que se ejecutan en máquinas virtuales.

#### D. *Data-Center optimización frente a las prácticas de Green IT*

Otra práctica de *Green IT* se cristaliza con la optimización de los centros de datos como una solución que permite hacer un uso responsable de los grandes centros de datos como *Cloud Computing* y *Grid Computing* (Muñoz, 2010; Aguilar, 2012).

Los Centros de Datos serán construidos con tecnologías verdes, lo que permitirá reducir el gasto energético en cantidades muy elevadas y, por otra parte, abaratará los servicios y las infraestructuras informáticas en porcentajes también muy elevados, facilitando nuevos horizontes a las organizaciones y a las empresas que pasarán, en gran medida, a un nuevo modelo de negocio, donde los servicios, los programas y las infraestructuras informáticas se convertirán en un servicio más, tal como ocurre con el gas, el agua, la electricidad o el teléfono, y que supondrán una reducción muy considerable de los costos para las organizaciones y las empresas y, en el caso de los usuarios finales, se podrán convertir, en un futuro no muy lejano, en un derecho universal *usar los programas más sociales de la vida diaria al igual que cualquier otro derecho universal como la luz, agua o teléfono*.

Una de las causas por la cual las prácticas de *Green IT* cobran importancia, lo constituye la demanda para almacenar más datos durante períodos más largos de tiempo, que está impulsando la necesidad de más capacidad de almacenamiento de datos, que a su vez impulsa el consumo de energía y las demandas de enfriamiento consiguientes.

Schulz (2009) analiza diversas tecnologías y técnicas que se utilizan para apoyar el crecimiento de datos en una solución económica de almacenamiento y respetuosa del medio ambiente. Estas tecnologías también ayudan a sostener el crecimiento del negocio, al tiempo que aprovechan los recursos de la infraestructura, las funciones de gestión –incluida la protección de datos, la continuidad del negocio y la recuperación de desastres (BC/DR)–, la

asignación de almacenamiento, el movimiento de datos y la migración, junto con el servidor, el almacenamiento y los temas de virtualización de redes.

El consumo de energía de los centros de datos tiene un enorme impacto en entornos de procesamiento de datos (Liu, 2009). Los investigadores están tratando de encontrar soluciones efectivas para que los centros de datos reduzcan el consumo de energía. La tecnología de máquina virtual [VM] se ha aplicado ampliamente en entornos de centros de datos, debido a sus características de fiabilidad, flexibilidad, y la facilidad de gestión.

Según Gartner (2007), los centros de datos del futuro tienen la ventaja de poder ser planificados para ser eficientes desde el principio. Los diseñadores pueden elegir una localización basándose en la seguridad, el costo y la fuente de la energía; pueden crear la localización, probablemente de forma modular, construyendo la estructura física, sus partes integrantes y accesorios, para ser energéticamente eficientes, y usar materiales y técnicas de construcción de relativamente bajo impacto. La racionalización de recursos se traduce en la optimización del uso de la energía, el uso de materiales menos contaminantes, la reducción sustancial del espacio físico, y la optimización en la gestión de las buenas prácticas y estrategias (Di Muccio, 2012)

Los servicios para mejorar los centros de datos, para alcanzar las metas de operaciones y negocios, los equipos de IT deben tener en cuenta tres puntos fundamentales:

- Diseño y despliegue. Simplificación de la configuración del centro de datos para reducir el diseño de espacio y los tiempos de implementación.
- Operaciones. Puesta en práctica de tecnologías y nuevas configuraciones económicas de energía, sin resignar disponibilidad (el objetivo es aumentar la productividad y optimizar los procesos).
- Gerencia y planeamiento. Instalación de soluciones que brinden respuestas más rápidas a las fallas, aumentando además el control y reduciendo los tiempos de mantenimiento.

Las prácticas para mejorar la infraestructura física de los *Data Center* incluyen los siguientes aspectos:

### **Maximizar la temperatura de retorno en los aires acondicionados de precisión**

A medida que las densidades de calor se incrementan,

debido a la masificación de los servidores y la virtualización, el manejo del flujo de aire resulta una importante preocupación. Para adaptarse a la alta densidad de servidores, el centro de datos debe tener la capacidad de enfriamiento adecuada, maximizando así la eficacia de los equipos y minimizando los errores.

Las soluciones de enfriamiento en fila son ideales para los *Data Centers* con densidades de alta temperatura y de alto crecimiento de infraestructuras de TI, ya que entregan el aire frío directamente a las cargas de calor específico. De esta manera, se maximiza la eficacia, asegurando el enfriamiento de los sectores que lo requieran. En un ambiente virtualizado, se asegura que el aire esté disponible cuando el servidor se encuentra a plena carga.

Por otro lado, las configuraciones de aislación de los pasillos pueden incrementar la circulación de aire, creando una partición entre el aire caliente y frío en el centro de datos, la que incrementa el retorno de aire al sistema de enfriamiento.

Al realizar esta implementación, se puede mejorar en un 30% la eficacia de enfriamiento del *Data Center*. Según un estudio reciente del *Data Center User's Group* [DCUG], más del 50 por ciento de los gerentes de tecnología ha adoptado –o está planeando adoptar– la contención de *cold aisle-hot aisle*, colocación de paneles ciegos y sellados del piso como estrategia de enfriamiento de su *Data Center*.

### **Capacidad de enfriamiento y circulación de aire a plena carga**

En un entorno virtualizado, las cargas de los servidores son dinámicas y tienen picos y valles de utilización. Para aumentar la capacidad de enfriamiento, se debe accionar la salida de los aires acondicionados de precisión para emparejar la variación de requisitos de las cargas.

Además, se deben configurar los sensores de temperatura y el compresor digital de frecuencia variable. Así, el enfriamiento empareja las cargas, evitando enfriar cuando la carga es mínima.

### **Utilizar diseños de enfriamiento que reducen consumo de energía**

Las unidades de aire acondicionado de precisión consumen un gran porcentaje de la cantidad de electricidad del *Data Center*. Para minimizarlo, las unidades deben estar diseñadas con componentes que queden *stand by*, incluyendo compresores digitales, ventiladores, etc. De esta forma, el ahorro de energía resulta muy significativo.

## Seleccionar un sistema eléctrico para optimizar las necesidades de eficiencia y disponibilidad

La integración de alta densidad, alta disponibilidad de UPS y redundancia incorporada de energía del centro de cómputo ayudan a los *IT Managers* a disminuir los puntos de falla. De este modo, se asegura que las fluctuaciones o interrupciones de energía no den lugar a tiempos muertos [*downtime fails*]. Las tecnologías de enfriamiento, como *Row*, ofrecen la capacidad de incrementar el rendimiento de las UPS, trabajando de acuerdo con la demanda, llegando a una eficiencia del 94%.

## Diseños flexibles, usando arquitecturas escalables que reducen los espacios

Los sistemas modulares pueden ayudar en el manejo de la infraestructura de aquellos *Data Center* que experimentan permanentes variaciones en la capacidad de espacio que necesitan.

De esta forma, virtualmente, cada componente de infraestructura está disponible en un diseño modular, que se puede aplicar en sistemas de UPS, los cuales pueden ser ampliados a través de la incorporación de unidades de *power core* o unidades de distribución de energía tipo *racks*.

La modularidad y la escalabilidad de los equipos no sólo mejoran la velocidad y la facilidad de los centros de datos, sino que también optimizan los costos de implementación de espacio utilizable.

## Management y monitoreo

Una buena capacidad de supervisión o monitoreo de la infraestructura del centro de datos es la clave para maximizar la eficacia y la disponibilidad. Sin embargo, la supervisión o el monitoreo no son suficientes para asegurar la disponibilidad de la infraestructura. También resulta necesario un *management* más integral, que abarque el monitoreo de los equipos de energía, de enfriamiento, de TI y de comunicaciones. De esta forma se logra optimizar la capacidad de planeamiento y la asignación de recursos.

## Servicios

La utilización de profesionales en los servicios de infraestructura resulta vital para incrementar la vida útil y el desempeño de los equipos, reducir los costos de operación, y maximizar la disponibilidad de espacios y la eficacia en los procesos.

Microsoft ofrece herramientas para la gestión de *Data Centers*. *System Center* es una solución de administración de

nube y centros de datos que proporciona un conjunto de herramientas comunes para administrar servicios y aplicaciones de nube. Además, *System Center* abarca modelos con experiencias de administración, comunes a lo largo de la informática en nube, física, virtual, pública y privada; proporciona administración *end-to-end* integral para la infraestructura y aplicaciones, incluyendo interoperabilidad para entornos heterogéneos; y ofertas atractivas de valor económico.

En Estados Unidos el consumo energético de los *Data Center* representaba para 2009 el 1.5% del consumo eléctrico del país –3% para 2012–, según un informe de la Agencia de Protección del Medio Ambiente [EPA] de los Estados Unidos (Careaga, 2010). Aproximadamente, entre 40 y 50 por ciento del consumo de energía de las empresas va a las TI, y el costo de la energía de los *Data Centers* se ha más que doblado en los últimos cinco años.

A nivel mundial, la inversión en servidores y la energía para operarlos seguirá creciendo, pero existe el potencial de reducir el total de las emisiones de carbono en un 9% para 2013 y 15% para 2020. Y si se desarrollan las diversas iniciativas de *Green IT*, la cantidad de energía que pueden ahorrar podría ser de cinco a diez veces mayor que la energía que consumen.

## E. Gestión de alimentación de los PC en las prácticas de Green IT

Vinculado a la gestión de las prácticas de *Green IT*, de acuerdo con lo propuesto por Muñoz (2010), se identifica la administración eficiente del consumo eléctrico de los equipos de TI. Muchas empresas ven en la gestión del consumo de alimentación de los dispositivos de usuario final una forma fácil y eficaz de reducir los costos de energía. Estas iniciativas de gestión de la alimentación incluyen:

- la utilización de un software que gestione de forma centralizada la configuración de energía de los PC y las pantallas;
- la obligación de disponer de una configuración de alimentación estandarizada en todos los PC antes de distribuirlos a los usuarios finales; y
- la provisión de equipos con eficacia energética, como los dispositivos certificados mediante *Energy Star*.

Bajo el principio de *cada kilovatio es importante*, las consideraciones actuales sobre la utilización de los equipos de cómputo para apoyar las prácticas de *Green IT*, deben

tener en cuenta que las series de sistemas más antiguos pueden utilizar hasta 300 vatios durante la carga máxima, pero menos de ocho vatios durante las modalidades en reposo. La maximización del número de PC y pantallas controlados para la hibernación, el reposo o el tiempo de inactividad puede permitir a las empresas reducir la cantidad de energía consumida durante los largos periodos de inactividad, especialmente por la noche. La provisión de dispositivos compatibles con *Energy Star* o de equipos con mayor eficacia energética puede reducir también el consumo de alimentación durante el uso del equipo. Esto incluye la sustitución de equipos viejos de escritorio por ordenadores portátiles, o la renovación de pantallas CRT por pantallas planas LCD. En conjunto, estas estrategias de gestión de la alimentación tienen como resultado unos ahorros significativos en energía y costos de mantenimiento. Las empresas que han implantado estas iniciativas han conseguido beneficios del 65%.

Cada PC en uso genera alrededor de una tonelada de dióxido de carbono cada año. Los componentes del equipo contienen materiales tóxicos (Murugesan, 2008). Cada vez más, los consumidores descartan un gran número de computadoras, monitores y otros equipos electrónicos, dos o tres años después su compra, y la mayor parte termina en los rellenos sanitarios, contaminando la tierra y el agua. El aumento del número de las computadoras utilizadas, junto con sus reemplazo frecuente, hacen que del impacto medioambiental de las TI un mayor preocupación. En consecuencia, cada vez hay más presión sobre esta industria, y sobre los individuos, para que sea el medio ambiente amable en todo su ciclo de vida.

#### F. Centralización de los sistemas de impresión como práctica de *Green IT*

Lo que ya es más común en muchos países, congruente con las prácticas de *Green IT*, son las manifestaciones positivas de los directores en cuanto a los ahorros económicos. Muñoz (2010) indica que la disminución de material como papel, tóner, tinta y energía, como resultado de un impulso hacia la reducción y la consolidación de impresoras, se ha materializado en más del 65% de las empresas.

La otra manifestación positiva a este respecto son las empresas que desean reducir los costos de gestión y mantenimiento asociados con el conjunto de impresoras dispersas de distintos tipos y modelos, y con distintos requisitos de hardware. La mayoría de las empresas están

satisfechas con el descenso de sus consumos de papel, tóner y tinta, Más de dos tercios declaran que los proyectos cumplen o superan sus objetivos de consumo de energía, lo que no resulta sorprendente, dado que las medianas empresas típicas tienen potencial para reducir su número de impresoras en dos tercios.

#### G. El teletrabajo o la tele presencia como práctica relacionada con *Green IT*

Directamente relacionadas con la gestión de las prácticas de *Green IT*, se ubican las posibilidades de ahorro relacionadas con la disminución de perjuicios sociales y económicos, por ahorro de combustible y por la disminución de la emisión de gases de efecto invernadero, como consecuencia de la reducción de viajes (Muñoz, 2010). Todo lo anterior posibilita la ejecución de una actividad que, bajo una relación de trabajo, se realiza fuera de los centros de trabajo, con apoyo de las nuevas tecnologías de información. Las actividades apoyadas en tecnologías que se ejecutan y que están facilitando estos beneficios son: colaboración y conferencias remotas; implementación de videoconferencias y teleconferencias entre las instalaciones o entre las oficinas y las ubicaciones de los clientes; y entorno de colaboración en línea.

Las conclusiones de Telework (2010) muestran la estrecha relación entre el medio ambiente y el uso de tecnologías, para el fomento del teletrabajo. En el impulso del teletrabajo, las instituciones, asociaciones y empresas que fomentan su desarrollo, deben mostrarlo como una oportunidad laboral más verde. El teletrabajo verde, puede ser un criterio diferenciador del trabajo tradicional.

Para Delgado (2011) es común encontrar, en la actualidad, asociaciones que promulgan el teletrabajo, portales de Internet que ofrecen trabajo *freelance* sin importar el lugar del mundo en que se encuentre; sin duda, es una herramienta que contribuye al desarrollo de la sociedad, debido a sus múltiples ventajas, entre ellas, estar contribuyendo con el medio ambiente gracias a que las personas no deben desplazarse constantemente en su ciudad, lo que reduce la emisión de CO<sub>2</sub>.

Organizaciones ambientales como *Greenpeace* (Realpe, 2011) muestran como la emisión de CO<sub>2</sub> de un vehículo tiene relación con el consumo de combustible: los motores de gasolina emiten 2,3 kg de CO<sub>2</sub>/litro de gasolina quemado, y los motores diesel 2,6 kg de CO<sub>2</sub> / litro de gasóleo. Un coche en marcha emitirá una cantidad de CO<sub>2</sub>

proporcional al número de kilómetros que recorra *quemando combustible*.

No desplazarse a un lugar de trabajo contribuye entonces a la reducción de las emisiones de CO<sub>2</sub>, por lo tanto, el teletrabajo debe recoger en su filosofía la parte

ambiental, para que así se venda como una opción verde. Por lo tanto, las iniciativas reales se encuentran al alcance de los responsables de TI para afrontar el reto del *Green IT* o de los responsables de la organización como es el caso del teletrabajo. Todo esto ayudará a disminuir la huella de carbono (Serrera, 2009).

**Tabla 1. Herramientas *Green IT***

Herramientas	Descripción	Beneficios	Conclusión
<i>Cloud Computing</i>	Es un modelo que permite el acceso bajo demanda y a través de la red a varios recursos de TI.	-Autoservicio bajo demanda -Múltiples formas de acceder a la red -Compartición de recursos -Elasticidad -Servicio medido	Herramienta que contribuye en alto porcentaje a <i>Green IT</i> , y su desarrollo es de los más notables.
<i>Grid Computing</i>	Computación en malla es la evolución de los sistemas distribuidos para ofrecer soluciones a los problemas de alto costo y escalabilidad inherentes a la computación de alto desempeño.	-Proporciona un mecanismo de colaboración transparente entre grupos dispersos -Posibilita el funcionamiento de aplicaciones a gran escala -Facilita el acceso a recursos distribuidos desde nuestros PC.	Presenta aún muchos obstáculos pero su desarrollo permitirá grandes aportes a la E-ciencia.
Virtualización	Es la creación -a través de software- de una versión virtual de algún recurso tecnológico, como puede ser una plataforma de hardware, un sistema operativo, un dispositivo de almacenamiento u otros recursos de red.	-Reutilización de hardware existente -Reducción de los costos -Contribución al medio ambiente - <i>Green IT</i> - por menor consumo de energía en servidores físicos.	Esta herramienta genera a la compañía grandes ahorros y contribuye altamente con <i>Green IT</i>
Data-Center optimization	Es una solución que permite hacer un uso responsable de los grandes centros de datos.	-Optimización del uso de la energía -Uso de materiales menos contaminantes -Reducción sustancial del espacio físico -Optimización en la gestión de los servicios	Gran herramienta que logra generar ahorros y mejoras en el rendimiento, también contribuye altamente a la visión <i>Green IT</i>
Gestión de la alimentación de los PC	Administración adecuada del consumo eléctrico de los equipos de TI	-Reducción en el consumo eléctrico de los equipos, reflejado en los costos de la compañía	Fundamental para <i>Green IT</i> y puede generar ahorros a corto plazo.
Centralización de los sistemas de impresión	Es la consolidación o convergencia de los centros de impresión	-Reducción de costos de gestión y mantenimiento asociados con el conjunto de impresoras dispersas de distintos tipos, modelos y con distintos requisitos de hardware. -Disminución de material como papel, tóner, tinta y energía	Propuesta que disminuye costos de funcionamiento y administración, aporta a <i>Green IT</i> considerablemente.
Teletrabajo / Tele-presencia	Es la ejecución de una actividad, que bajo una relación de trabajo, se realiza fuera de los centros de trabajo, con apoyo de las nuevas tecnologías de la información.	-Disminución costos por viajes -Reducción de tiempos -Eliminación de barreras	Elimina barreras y permite brindar asistencia en tiempos record.

La Tabla 2 muestra los beneficios obtenidos por cada iniciativa para las cuatro motivaciones de implementación principales: disminución del costo energético, disminución del uso de bienes de consumo, aumento de características y de funcionalidad, y disminución de otros gastos o inversiones futuras. La consolidación de servidores, por

ejemplo, tiene dos beneficios principales: la mejora de las características y la funcionalidad gracias al aumento consiguiente de la fiabilidad y la capacidad Informática, y la reducción de inversiones futuras necesarias en hardware de almacenamiento.

Tabla 2. Beneficios / iniciativa

		↓Energía	↓ Bienes consumo	↑ Características y funcionalidad	↓ Otros gastos
Virtualización y Consolidación	Consolidación de servidores				
	Virtualización y consolidación de servidores				
	Virtualización de escritorio y clientes ligeros				
Eficacia energética	Actualización salas servidores				
	Nuevas salas de servidores				
	Medición de energía de TI				
	Gestión de alimentación del PC				
	Reducción y consolidación de impresoras				
Reducción de viajes	Colaboración y conferencias remotas				
	Capacidades y estrategias de telecomunicaciones				
Activos	Reciclado de equipos de TI				

## V. CONCLUSIONES

Actualmente las empresas tienen más disposición para incluir en sus presupuestos, inversiones en las iniciativas *Green IT*, para conseguir una reducción de costos significativos, y rendimiento medioambiental óptimo.

En pro de reducir el impacto de las nuevas tecnologías en el medio ambiente, varias empresas han implementado algunas prácticas que están ayudando a mejorar la situación ambiental global, a incrementar la productividad, e incluso a ahorrar dinero, logrando una disminución en el consumo de recursos energéticos e insumos.

La adopción de iniciativas para *Green IT* cada vez es más notoria, logrando que sus centros de datos sean ecológicos y que tengan un efecto positivo en el entorno, incrementando la productividad, logrando una disminución en el consumo de recursos energéticos e insumos.

Las herramientas de TI actuales que contribuyen con *Green IT*, contrario a lo que se percibe, pueden contribuir con beneficios económicos y funcionales para las empresas; hace falta conocimiento sobre el tema y una participación más activa por parte de los proveedores de estos servicios.

La virtualización, el *Grid Computing* y la optimización de recursos de los *Data Center* son las tecnologías más fuertes en la era actual en relación con las prácticas de *Green IT*; las empresas que han implementado estas prácticas han logrado percibir una disminución en sus costos de operación. Aunque bien es cierto que el tema de seguridad es algo que aún genera temores en algunos sectores, para migrar sus plataformas hacia lo virtual.

## VI. REFERENCIAS

- Aguilar, L.J., & España, G. (2012). Computación en nube (*Cloud Computing*) y centros de datos. *Sociedad y Utopía*, 36, 111-128
- Amentic / Funcoas. (2012). Situación y retos de las green TIC en España y plataforma tecnológica Green TIC. Madrid, España: Autores
- Arboleda, M; Borrero J, (2013). Herramientas, tendencias y prácticas *GREEN IT* para las empresas el siglo XXI [tesis]. Universidad Santiago de Cali: Colombia
- Arias, M., (2009). Percepción general de la virtualización de los recursos informáticos. *Inter Sedes*. 9(17), 147-172
- Beloglazov, A. & Buyya, R. (2010). Energy Efficient Allocation of Virtual Machines in *Cloud Data Centers*. *Proceedings, 10th IEEE/ACM International Conference on Cluster, Cloud and Grid Computing*, (pp.577-578). Washington DC, IEEE Computer Society
- Benjumea, L. F., (2010). Caso de éxito en empresa: La innovación como modelo de negocio. En *Innovación y desarrollo económico*, (pp.183-200). Almería, España: Fundación Cajamar
- Biasco, E., (2002). *Ante el primer decenio de la conferencia de Rio de Janeiro sobre el medio ambiente y el desarrollo*. Preparación de la *Cumbre Mundial Sobre El Desarrollo Sostenible en Johannesburgo* [en línea]. Recuperado de <http://www.ccee.edu.uy/ensenian/catderpu/material/medioambiente.PDF>
- Blanco, V. (2014). *Virtualización* [en línea]. Recuperado de <http://www.slideshare.net/dante1665/virtualizacion-30480213>
- Bruno, G. (2013). *Cloud Computing* en la industria financiera. *Revista Ciencia y Tecnología*, 13(13), 69-82
- Cabero, J. & Llorente, M. (2005). Las TIC y la educación ambiental. *Revista Latinoamericana de Tecnología Educativa*, 4(2), 9-26
- Careaga, M. L. (2010). *Green IT: El color verde de la tecnología*. México, D.F, México: Instituto de Teléfonos de México
- Chakraborty, P., Bhattacharyya, D., Nargiza Z., & Bedajna. (2009). *Green Computing: Practice of efficient and eco-friendly computing resources*. *International Journal of Grid and Distributed Computing*, 2(3), 36-38
- D. Cierco [Coord.]. (2011). *Cloud Computing. Retos y oportunidades*. Madrid, España: Fundación Ideas. Disponible en [http://www.gutierrez-rubi.es/wp-content/uploads/2011/05/DT-Cloud\\_Computing-Ec.pdf](http://www.gutierrez-rubi.es/wp-content/uploads/2011/05/DT-Cloud_Computing-Ec.pdf)
- Compromiso de San Salvador (2008, febrero 8). II Conferencia Ministerial sobre la Sociedad de la Información en América Latina y el Caribe, San Salvador, El Salvador.
- G. Cyraneck & U. Silva [Eds.]. (2010). *Los residuos electrónicos: un desafío para la sociedad del conocimiento en América Latina y el Caribe*. Montevideo, Uruguay: Unesco
- X. Delgado et al. [Mods.]. (2011). *Evaluación y seguimiento del teletrabajo* [Panel, en Primera Jornada de TIC para el sector público. Recuperado de <http://cicap.ucr.ac.cr/web/wp-content/uploads/2013/11/Memoria-1era-jornada-de-TIC-para-el-Servicio-Publico-teletrabajo.pdf>
- Di Muccio, C. (2012, septiembre). Optimizando la capacidad, disponibilidad y

- eficiencia de la infraestructura de *Data Centers* [en línea]. Recuperado de <http://www.emb.cl/gerencia/articulo.mvc?xid=270>
- Energy Star (s.f). *History* [en línea]. Recuperado de <http://www.energystar.gov/about/history>
- Finquelievich, S. (2013). *Guía Green IT para entidades públicas y privadas*. Bogotá, Colombia: Universidad Externado de Colombia
- Fundación CTIC (2011). *Manual de aprovechamiento de las TIC para el desarrollo e innovación de la empresa*. Lugo, España: Diputación de Lugo. Disponible en <http://dominioficticio.h1174.dinaser.com/wp-content/uploads/2013/11/Manual-aprovechamiento-TIC-v3.pdf>
- Garbajosa, J., Huedo, E., & López, M. (2008). *Green IT: Tecnologías para la eficiencia energética en los sistemas TI*. Madrid, España: Universidad Politécnica de Madrid / INES / FEDER. Disponible en [Informe de vigilancia tecnológica, Iniciativa Española de Software y Servicios](http://www.informaciontecnologica.com/IniciativaEspañolaSoftwareServicios/).
- García H.L. (2011). Teoría del desarrollo sostenible y legislación ambiental colombiana. Una reflexión cultural. *Revista de Derecho*, 20, 198-215
- Gartner. (2007, abril 26). *Gartner Estimates ICT Industry Accounts for 2 Percent of Global CO2 Emissions* [boletín de prensa]. Recuperado de <http://www.gartner.com/newsroom/id/503867>
- Green New Deal (s.f). *Green Economy*. [en línea]. Recuperado de <http://greennewdeal.eu/green-economy.html>
- InfoTech Research. (2009). *Green IT: ¿Por qué las medianas empresas están invirtiendo ahora?* Recuperado de [http://www-05.ibm.com/es/id/resources/GREEN\\_IT.pdf](http://www-05.ibm.com/es/id/resources/GREEN_IT.pdf)
- Intel (s.f). *Intel channel eco-smart program* [en línea]. Recuperado de <http://www3.intel.com/cd/channel/reseller/asm-na/eng/403012.htm>
- Jens, V., (2010, enero 1). *Grid Technology as Green IT strategy? Empirical results from the financial services industry*. Recuperado de <http://aisel.aisnet.org/cgi/viewcontent.cgi?article=1040&context=ecis2010%20Frankfurt,%20Germany,%20jvykoulak@wiwi.uni-frankfurt.de%20Journal:%2018th%20European%20Conference%20on%20Information%20Systems%20Manuscript>.
- Kozhikode, K. (2011). Designing *Grid Computing* architecture: a case study of *Green Computing* implementation using SAS. *Proceedings SAS Open Forum 2011*, (paper 366). Recuperado de <http://support.sas.com/resources/papers/proceedings11/366-2011.pdf>
- Krikos, A. (2010). *Disruptive Technology Business Models in Cloud Computing*. Cambridge, MA: MIT
- Landa, L.K. (2011). *Computación Grid vertiente de la tecnología verde para el desarrollo sustentable* [monografía de grado]. Universidad Veracruzana, México. Disponible en <http://cdigital.uv.mx/bitstream/123456789/30312/1/Carina%20Landa.pdf>
- Liu, L., Wang, H., Liu, X., Jin, X., He, W., Wang, O., & Chen Y. (2009). *Green Cloud: A new architecture for green data*. En *ICAC-INDST '09 Proceedings of the 6th international conference industry session on Autonomic computing and communications industry session* (pp.29-38). New York, NY: ACM
- Maleshefski, T. (2007, octubre 12). *5 steps to Green IT* [en línea]. Recuperado de <http://www.eweek.com/c/a/IT-Infrastructure/5-Steps-to-Green-IT/>
- Mingay, S. (2007). *Green IT: The new industry shock wave*. Stamford, CT: Gartner
- Muñoz, J. & Rojas, Y. (2010). *Nuevas tendencias en tecnologías verdes: Green IT para la gestión en organizaciones Innovando en Gestión: las TIC elemento central para el relanzamiento* [en línea]. Recuperado de [http://www.tagingenieros.com/sites/default/files/Art%C3%ADculo%20Green%20IT\\_Javier\\_Mu%C3%B1oz\\_v1\\_2010.pdf](http://www.tagingenieros.com/sites/default/files/Art%C3%ADculo%20Green%20IT_Javier_Mu%C3%B1oz_v1_2010.pdf)
- Murugesan, S. (2008). *Harnessing Green IT: Principles and Practices Adopting a holistic approach to greening IT is our responsibility toward creating a more sustaining environment*. *IT Professional*, 10(1), 24-33
- Obama, B. (2009, febrero 24). Discurso del Presidente Barack Obama ante sesión conjunta del Congreso de los EE.UU. Recuperado de [http://spanish.chile.usembassy.gov/press-sp20092502\\_obama.html](http://spanish.chile.usembassy.gov/press-sp20092502_obama.html)
- Paniagua, C. (2006, Trimestre 4). La virtualización de los recursos tecnológicos, impulsor del cambio en la empresa. *Universia Business Review (trimestre 40)*, 92-103, Disponible en <http://ubr.universia.net/pdfs/ubr0042006092.pdf>
- Realpe, G. (2011). *El Teletrabajo verde una solución para que el Teletrabajo despegue en Colombia y Latinoamérica, uso racional de tecnologías* [en línea]. Recuperado de <http://www.twsolutions.com.pe/pdf/06.pdf>
- Resolución 66/288 (2012, septiembre 11). *El futuro que queremos*. New York, NY: ONU
- Rodríguez, M. & Velásquez, T. (2012). Incorporación de *GREEN IT* al marco conceptual de Gobernabilidad de TI. En *Memorias del primer congreso internacional y nacional en innovación en gestión, Universidad Francisco de Paula Santander, Ocaña Colombia* [en línea]. Recuperado de <http://congresoinnovacion.ufps.edu.co/memorias/PDF/12-MEMORIA.pdf>
- Russo, J. (2007). La nueva era del almacenamiento. *Inter Sedes*, 9, 147-172
- Sarkar, P. & Young, L. (2009). Managerial attitudes towards *Green IT*: an explorative study of policy drivers. En *PACIS 2009 Proceedings* [en línea]. Hyderabad, India: AISEL. Recuperado de <http://aisel.aisnet.org/cgi/viewcontent.cgi?article=1071&context=pacis2009>
- Schulz, G. (2009). *The green and virtual Data Center*. Boca Raton, FL: CRC
- Serrera, P. (2009). *Green IT. Dintel (noviembre)*, 58-60
- Sofi, S., Bashir, S., & Ashraf, I. (2012). *Cloud Computing and Grid Computing for the Smart and Green Information Systems*. ICCIT, 2012 (pp.439-444) [en línea]. Recuperado de <http://www.taibahu.edu.sa/iccit/allICCITpapers/pdf/p439-sofi.pdf>
- Symantec. (2009, mayo). *Green IT report regional data United States and Canada survey results*. Recuperado de [http://www.symantec.com/content/en/us/about/media/GreenIT09\\_Report.pdf](http://www.symantec.com/content/en/us/about/media/GreenIT09_Report.pdf)
- Tanuro, D. (2012). Entre el Capitalismo verde y el decrecimiento sostenible, *Viento Sur*, 124, 41-43.
- Tecnalia. (2012). *Green IT: estado del arte*. [en línea]. Recuperado de <http://www.tecnalia.com/images/stories/Noticias/GreenITs.pdf>
- Torres, J. (2011). *Empresas en la nube, ventajas y retos del Cloud Computing*. Barcelona, España: Libros de Cabecera
- Urueña, A. (2012). *Cloud Computing. Retos y oportunidades*. Madrid, España: ONSTI
- Verdiem. (2009). *IT unplugged: slash pc power use at the network level* [en línea]. Recuperado de <http://www.fm.arizona.edu/documents/Green/IT-Unplugged.pdf>
- VMware. (2011). *How VMware virtualization right-sizes IT Infrastructure to reduce power consumption*. [en línea]. Recuperado de [http://www.vmware.com/files/pdf/WhitePaper\\_ReducePowerConsumption.pdf](http://www.vmware.com/files/pdf/WhitePaper_ReducePowerConsumption.pdf)

## CURRÍCULO

*Edgar Valdés Castro*. Ingeniero Informático (Universidad Católica del Norte), Ingeniero Sanitario (Universidad del Valle), Especialista en Sistemas de Información (Eafit-Icesi), Máster en Administración de Empresas (Universidad del Valle), Máster en Sociedad de la Información y Conocimiento (Universidad Uberta de Catalunya). Es docente de la Universidad Santiago de Cali y director del Grupo de Investigación SIECO, Conferencista en Gobierno de TI y Auditoría Informática. Experto Técnico en TIC de Icontec. Evaluador en TIC de Colciencias y universidades en Colombia