



Reduciendo la huella de carbono de las tecnologías de la información y la comunicación

Autor: Soledad Gómez González

Institución: Fundación Patrimonio Natural de Castilla y León

Otros autores: Jesús A. Díez Vázquez (Fundación Patrimonio Natural de Castilla y León); Cesar Romero Tierno (Grupo San Valero); Nieves Zubáñez (Fundación San Valero); Jesús Ruiz Tutor (Ayuntamiento de Logroño)

Resumen

El consumo de energía por el uso de las TIC (Tecnologías de la Información y de la Comunicación) está avanzando de forma exponencial a nivel mundial, sus emisiones de CO₂ se aproximan a las del sector de la aviación. Prácticas como olvidar los cargadores de batería enchufados a la red eléctrica, no cerrar las aplicaciones, mantener los salvapantallas activos o dejar activado permanentemente el Wi-Fi o el Bluetooth contribuyen a disminuir la vida útil de la batería de nuestros equipos y a consumir energía innecesariamente.

Las TIC, en el otro lado de la balanza, contribuyen a reducir la huella ecológica en muchos sectores de la actividad humana, como en el transporte, por ejemplo, a través de la gestión inteligente de las flotas de autobuses o del uso de los vehículos compartidos, o en los edificios a través de la domótica y la gestión inteligente de la energía, etc.

Las TIC también reducen la huella de carbono que genera nuestro sistema social o laboral porque permiten cambios en nuestras pautas de comportamiento y trabajo: el teletrabajo, las videoconferencias, el comercio electrónico, etc.

La basura tecnológica comienza a ser un grave problema. En la Unión Europea se dejan de utilizar al año más de 100 millones de teléfonos móviles; en nuestras casas se acumulan móviles y cargadores de batería que no se utilizan, pero se desconoce algo sorprendente: albergan materias primas valiosas como el oro, la plata o el cobre, y al mismo tiempo contienen sustancias altamente tóxicas (plomo, cadmio, compuestos bromados, etc.) que requieren normas para un reciclaje seguro.

El proyecto LIFE GREEN TIC tiene como objetivo principal demostrar y cuantificar el gran potencial de las TIC para reducir las emisiones de CO₂ a nivel mundial, tanto reduciendo su propia huella de carbono mediante un uso mejor y más inteligente, como por la contribución de estas tecnologías para conseguir mejores servicios medioambientales. Para ello se están desarrollando tres acciones piloto en los ámbitos administrativo, educativo y de gestión urbana para demostrar los efectos positivos de la virtualización, los campus virtuales y las smart cities.

En el marco del proyecto también se están definiendo criterios de compra verde para promover la adquisición de equipos y dispositivos más sostenibles, al mismo tiempo que se elaborará un código de buenas prácticas medioambientales para los usuarios de equipos informáticos y dispositivos móviles.

El proyecto pretende estimular a los usuarios de las TIC para adoptar comportamientos responsables de uso de estas tecnologías, de forma que se contribuya a reducir el consumo energético del uso de las mismas.

Finalmente, en el marco del proyecto se ha creado un Laboratorio de sostenibilidad #mihuellatic para promover la iniciativa de los ciudadanos y las pequeñas empresas para desarrollar ideas y soluciones TIC que contribuyan a fortalecer la gestión ambiental mediante el uso de datos abiertos, información ambiental y redes sociales.

Más información: www.lifegreentic.eu

Palabras clave: TIC; huella de carbono; smart cities; telecomunicaciones; virtualización; uso inteligente; producción limpia; compra responsable;

1. Introducción

La lucha contra el cambio climático es una de las prioridades ambientales de la Unión Europea (UE) y afecta a todos los ámbitos de la sociedad, tanto a las actividades directamente emisoras de gases de efecto invernadero como a las denominadas actividades difusas.

La UE se ha comprometido a través de su *Estrategia de crecimiento y empleo Europa 2020* a reducir sus emisiones de CO₂ para el año 2020, en un 20% con respecto a los niveles de 1990. Y recientemente (enero de 2014) ha propuesto en el marco de la política de energía y clima para el año 2030 mejorar su compromiso para alcanzar en 2020 una reducción del 30% y llegar al 40% para el año 2030.

Hasta ahora, las principales iniciativas de la UE en la lucha contra el cambio climático se han centrado en:

- La aprobación de un *Programa Europeo de Cambio Climático* (el primero aprobado en el año 2000 y el segundo en el año 2005).
- El lanzamiento de los marcos de la política energética y de clima 2020 y 2030.
- El desarrollo de un sistema europeo de comercio de emisiones de CO₂ que incluye los principales sectores de actividad industrial y producción de energía.
- La aprobación de una *Estrategia de Adaptación al cambio climático de la UE*.
- La aprobación de una Decisión sobre el reparto de esfuerzos de reducción de emisiones en los sectores difusos / sectores no cubiertos por el sistema de comercio de emisiones.
- Otros como el apoyo a las tecnologías bajas en carbono, la economía baja en carbono, el secuestro de carbono y los sumideros.

Una nueva línea de trabajo consiste en reforzar la integración de la variable climática en otras políticas comunitarias (transporte, agricultura, etc.), tanto desde la perspectiva de mitigación, como desde la perspectiva de adaptación. En este contexto, las Tecnologías de la Información y la Comunicación (TIC) son un sector al que cada vez se le está prestando mayor atención por el rápido crecimiento de su contribución al incremento del consumo de electricidad y a las emisiones de CO₂ en la Unión Europea y en todo el planeta.

Así, en el marco de las TIC hay que mencionar las acciones desarrolladas por la Comisión Europea, que son las emprendidas por el Instituto de Energía y Transporte (IET) del Centro Común de Investigación (JRC) que, desarrolla una línea de trabajo sobre eficiencia energética que presta una especial atención a dos áreas específicas relacionadas con las Tecnologías de la Información y la Comunicación: los códigos de conducta TIC y el programa Energy Star.

Los códigos de conducta son una iniciativa voluntaria que cuenta con la participación de agentes del sector TIC, que se inició en el año 2000 desarrollando estándares de buenas prácticas para el desarrollo de fuentes de alimentación externa de equipos electrónicos, servicios de televisión digital, equipos de banda ancha, Centros de Datos y sistemas de alimentación ininterrumpida (SAI). Buena parte del trabajo de estos grupos se ha orientado a reducir el consumo de los sistemas stand-by de numerosos equipos TIC.

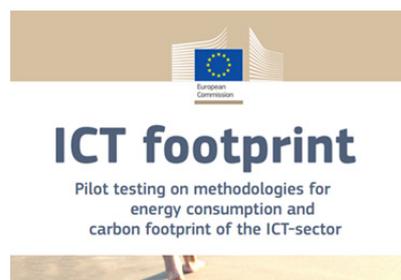
Por lo que se refiere al programa Energy Star, en el año 2000 se firmó un acuerdo entre el Gobierno de Estados Unidos y la Unión Europea para coordinar los programas de etiquetado de eficiencia energética para equipo de oficina (ordenadores, monitores, copiadoras, impresoras, escáneres y fax entre otros).

Posteriormente, en el año 2006 se firmó un nuevo acuerdo para establecer criterios de eficiencia energética de los equipos tanto en la fase de uso como en la fase de stand-by, con el compromiso de ir adaptándolos progresivamente a las mejoras tecnológicas y la evolución del mercado. Este compromiso se ha renovado y actualizado en 2013 con la firma de un nuevo acuerdo y la actualización progresiva de las especificaciones para los distintos grupos de productos.



Hoy, el programa Energy Star forma parte de la estrategia de la Unión Europea para luchar contra el cambio climático.

Así mismo, la Comisión Europea ha puesto en marcha la iniciativa ICT Footprint, trabajando con 27 compañías líderes mundiales y asociaciones del sector TIC, para medir la huella de carbono derivada de la producción, transporte y venta de los equipos y dispositivos, redes y servicios TIC.



2. Las emisiones de CO₂ del sector TIC

Se estima que el sector de las TIC es actualmente responsable de un consumo energético que representa el 10% del consumo total de electricidad en la Unión Europea y de un 4% de sus emisiones de CO₂ y que las mismas están en rápido y constante crecimiento, hasta ser casi equiparables a las emisiones de CO₂ del sector de la aviación europeo.

No en vano, según la aplicación de medición en línea Qmee, cada minuto se suben en el mundo a Youtube 72 horas de contenido de nuevos videos, se realizan en Google más de 2 millones de búsquedas, se envían 204 millones de correos electrónicos y entre las redes sociales destacar los 350 GB de información compartida en Facebook por minuto o los más de 278.000 tweets enviados. Todo ello supone un consumo de energía y su correspondiente tasa de emisiones.

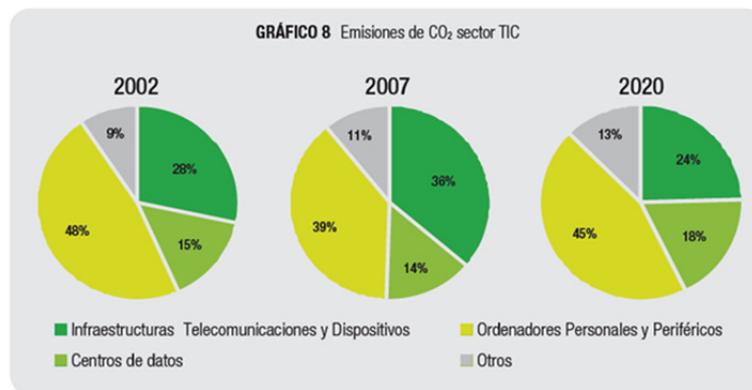
En el mismo sentido, el estudio “Smart 2020” elaborado en el año 2007 por The Climate Group, calculaba que la huella total de carbono del sector TIC incluyendo ordenadores personales, tabletas, periféricos, redes de telecomunicaciones, dispositivos y centros de datos suponía unas emisiones de 830 millones de toneladas de CO₂,



esperando que las mismas ascendiesen a un 6% del total de emisiones de CO₂ del planeta en el año 2020, incluso teniendo en cuenta las mejoras continuas en eficiencia energética de dichos equipos, dispositivos y redes, representado la fabricación de dichos equipos un 25% de dichas emisiones, mientras que el resto se debe a su uso.

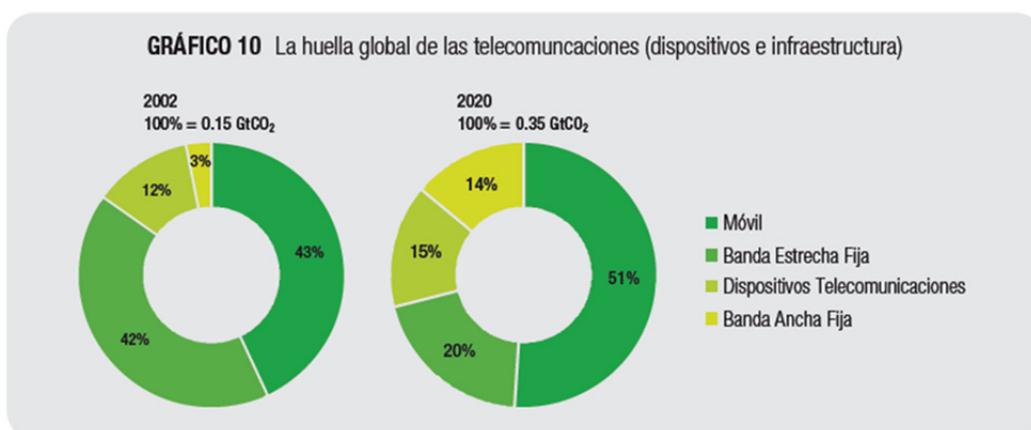
Las necesidades de almacenamiento de datos, su procesamiento y otros servicios tecnológicos, han llevado a un crecimiento exponencial de los consumos energéticos en los Centros de Datos, principalmente por las necesidades de climatización.

Por otro lado, los consumos energéticos de ordenadores personales, portátiles y monitores representaban en 2002 unos 200 millones de toneladas de CO₂, siendo el grupo de mayor consumo del sector TIC.



Gráficos procedentes del informe “Green TIC, eficiencia energética y sostenibilidad en el entorno empresarial”. Observatorio Regional de Sociedad de la Información (ORSI).

Finalmente, las infraestructuras y dispositivos de telecomunicaciones suponen otro sector en constante crecimiento tanto en ventas por número de unidades como por el crecimiento de los consumos energéticos de este subsector TIC, siendo los smartphones el principal consumidor de energía y el que está experimentando un mayor crecimiento de su demanda.



Sin embargo, debemos reconocer también que las TIC pueden contribuir considerablemente a paliar el cambio climático por ejemplo:

- Al sustituir movimientos físicos por movimientos de información para reducir los consumos de energía y de materiales.
- Al mejorar la utilización de la energía en la industria, en el transporte y en edificios e incrementar la eficiencia en la gestión y el control de la generación, transporte y distribución de la energía eléctrica.
- Impulsando las Smart Cities
- Mejorando la gestión ambiental

Se estima que el potencial de reducción de las emisiones de CO₂ en otros sectores gracias al uso de las TIC puede ser cinco veces superior a las emisiones del propio sector. Pero este potencial, que debe ser explorado y canalizado adecuadamente para conseguir objetivos ambientales, no debe ser un obstáculo para el desarrollo de políticas Green TIC, ya que se estima que las mismas pueden contribuir a reducir al menos un 50% la demanda energética del sector TIC. Sólo de esta manera se optimizará el uso de las tecnologías de la información y la comunicación consiguiendo el mejor balance de carbono posible.

Algunos ejemplos de lo anterior son:

- Redes de suministro eléctrico inteligente
 - Mejora en transmisión de la energía y su distribución,
 - Integración de la energía convencional con las energías renovables.
 - Reducción del consumo (información a usuarios)
 - Demanda cambiante en el lado del usuario (DSM, Demand Side Management)
- Transporte y logística
 - Optimización de la red logística
 - Optimización del plan de itinerario (recogida/entrega)
 - Eco-conducción (comercial)
 - Optimizaciones aéreas
 - Optimizaciones marítimas
- Edificios inteligentes
 - Mejora del diseño
 - BMS: Building Management Systems
 - Optimización Voltaje
 - Remodelación y ahorro de espacios
 - Automatización de ventilación e iluminación
 - Calefacción, ventilación y aire acondicionado (CVAA)

Además las TIC ofrecen grandes oportunidades de reducción de emisiones de CO₂ a través de la desmaterialización o soluciones de reducción de presencia.

Esto significa minimizar el número de objetos materiales que es necesario producir o la sustitución de los productos y actividades por sus equivalentes virtuales (cambios de pautas de comportamiento humano gracias a las TIC) como por ejemplo el teletrabajo, la e-administración, la facturación electrónica, las reuniones virtuales, el e-learning, los periódicos digitales, la compra on-line, etc.

A pesar de los avances experimentados en el sector privado, principalmente en las grandes compañías, aún estamos muy lejos del despliegue de estrategias y acciones Green TIC en la mayoría de las organizaciones y especialmente en los organismos públicos, con incipientes aplicaciones en lo que se refiere a criterios de compra pública verde o a la aplicación de buenas prácticas entre los empleados y los usuarios.

La reducción de la huella ecológica de las TIC debe abordarse con un enfoque global, en todo su ciclo de vida:

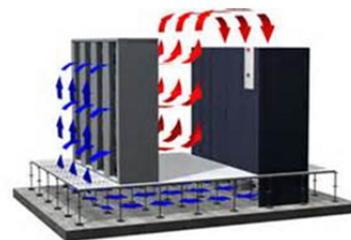
- Diseño y fabricación, sustituyendo o minimizando la presencia de materiales tóxicos.
- Distribución, aplicando métodos de logística optimizada y eficiente para el almacenamiento y distribución.
- Vida útil, mediante un uso responsable de estos productos en cualquiera de los sectores productivos en que se apliquen, tanto por los usuarios como por los gestores de las infraestructuras y servicios TIC.
- Fin de ciclo, garantizando el reciclado eficiente de los productos y servicios.

Los 3 ámbitos principales de actuación para reducir la huella ecológica de las TIC son:

- Infraestructuras telecomunicaciones y dispositivo
- Centros de Datos
- Ordenadores personales / periféricos

El potencial de ahorro de energía de los Centros de Datos (CPD) alcanza hasta el 50%, distribuido de la siguiente manera:

- Mejora de suministros de energía: 25%
- Procesadores más eficientes: 5-10%
- Ventiladores más eficientes: 10-15%
- Corriente continua (DC) a través de sistemas basados en Racks: 10-15%
- Sistemas de refrigeración optimizados: 5-10%



No obstante, existen ciertas barreras que es necesario eliminar para avanzar en los enfoques Green TIC:

- Algunas de estas soluciones, como la virtualización de centros de datos y escritorios se considera una aplicación tecnológica sólo propia de las grandes compañías multinacionales o empresas de alto contenido tecnológico.

- Las administraciones públicas, universidades y centros educativos son grandes consumidores TIC pero existen barreras y miedo tecnológico para desarrollar nuevas experiencias como la virtualización o la compra pública verde. La compra innovadora aún no está suficientemente desarrollado y raramente incorpora también criterios de compra verde.
- Algunas de estas soluciones “verdes” como la virtualización o la Nube (Cloud) suscitan temores en relación con la seguridad y confidencialidad de los datos públicos.
- Existen incertidumbres sobre las licencias necesarias para desarrollar determinado tipo de soluciones virtuales.
- Existen diferentes tipos de métodos de cálculo de las emisiones de CO₂ del sector TIC que es necesario contrastar, en la línea del proyecto ICT Footprint de la UE.
- El rápido avance y cambio de las soluciones TIC es una barrera a nuevas inversiones sustanciosas que puedan quedar rápidamente obsoletas y es necesario demostrar el ratio coste/beneficio en términos ambientales y económicos.
- La implantación de soluciones y equipos Green TIC no es suficiente si no va acompañada de buenas prácticas por parte de los empleados y los usuarios.

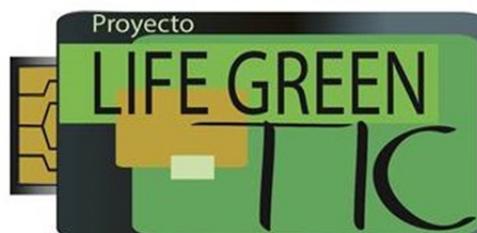
3. Promoviendo Soluciones: el proyecto LIFE GREEN TIC

El proyecto GREEN TIC, financiado por el instrumento financiero LIFE, de la Unión Europea, está coordinado por la Fundación Patrimonio Natural de Castilla y León y cuenta como socios con la Fundación San Valero (Aragón) y con el Ayuntamiento de Logroño (La Rioja).

Con tres años de duración, el proyecto tiene como objetivo principal demostrar y cuantificar el gran potencial de las Tecnologías de la Información y Comunicación para reducir las emisiones de CO₂ en el planeta, tanto reduciendo su propia huella de carbono promoviendo un mejor y más inteligente uso de las TIC, como por la contribución de estas tecnologías para conseguir mejores servicios medioambientales.



Con la contribución del instrumento financiero LIFE de la Unión Europea



LIFE12 ENV/ES/000222

Este proyecto LIFE se plantea para demostrar que es posible mejorar el impacto positivo para el medio ambiente de las TIC y reducir su huella ecológica a través de una adecuada planificación y selección de los equipos y servicios más adecuados, la aplicación de criterios de compra verde y la aplicación de buenas prácticas por los ciudadanos, teniendo los siguientes objetivos:

- Demostrar y cuantificar el gran potencial de reducción de emisiones de CO₂ de un mejor y más inteligente uso de las TIC, tanto reduciendo la huella de carbono del sector como promoviendo el uso de las TIC para conseguir mejores servicios medioambientales.
- Modelizar y promover buenas prácticas y criterios de compra verde en el sector de las TIC para alcanzar los objetivos del Libro Verde de la Comisión Europea “Eficiencia energética: hacer más con menos” a partir de acciones piloto en centros de educación y edificios y equipamientos públicos.
- Demostrar el valor añadido de los nuevos dispositivos, aplicaciones y procedimientos TIC disponibles en el mercado para alcanzar los objetivos de reducción de emisiones de CO₂ en el marco de la Estrategia 2020 y de una economía inteligente.
- Contrastar a través de tres acciones piloto demostrativas en los ámbitos administrativo, educativo y de gestión urbana la eficacia de nuevos procesos, dispositivos y aplicaciones TIC más sostenibles y eficientes en el consumo de energía, comparados con los sistemas convencionales.
- Definir y divulgar a escala nacional e internacional estándares de control y regulación de las TIC para asegurar la mayor eficiencia energética y las menores emisiones de CO₂ posibles.
- Estimular a los empleados públicos (funcionarios, profesores...) y en general a todos los usuarios de las TIC (estudiantes y población general) para adoptar comportamientos responsables de uso de estas tecnologías, de forma que se contribuya a reducir el consumo energético del uso de las mismas.
- Promover la iniciativa de los ciudadanos y las pequeñas empresas para desarrollar ideas y soluciones TIC que contribuyan a fortalecer la gestión ambiental mediante el uso de datos abiertos, información ambiental y redes sociales.

Para alcanzar estos objetivos se ha diseñado un conjunto de acciones que pretenden abordar con carácter global todos los puntos de vista de las políticas Green TIC y que se resumen a continuación:

- B1: Elaboración de Planes de Acción Green TIC para cada uno de los socios del proyecto.
- B2: Acción Piloto 1: virtualización en el edificio PRAE (Valladolid).
- B3: Acción Piloto 2: Campus virtual en la Universidad San Jorge y Centro de Formación San Valero (Zaragoza).
- B4: Acción Piloto 3: Gestión inteligente del medio ambiente urbano en la ciudad de Logroño.
- B5: Criterios de Compra Verde para equipos TIC.

- B6: Buenas Prácticas: uso inteligente de las TIC.
- B7: Laboratorio de Sostenibilidad: participación social en el diseño de soluciones TIC para sostenibilidad ambiental.

Y gracias a la implementación de estas acciones se espera conseguir los siguientes resultados:

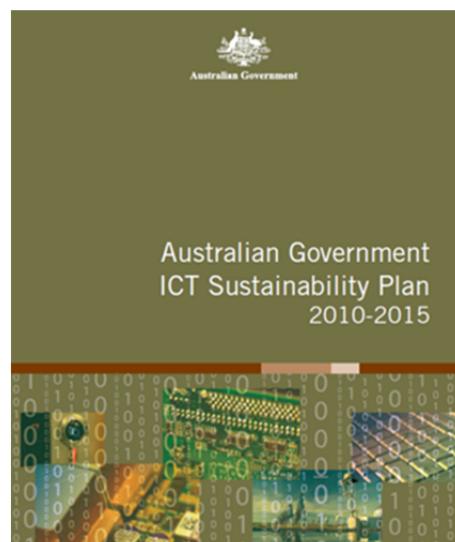
- Desarrollo de una metodología para la elaboración de Planes de Acción integrados para reducir la huella de carbono del uso de las TIC en las organizaciones.
- Reducción del 50 % del consumo energético asociado al uso de las TIC en las tres acciones piloto planteadas y una reducción de cien toneladas anuales de CO₂.
- Elaboración de una Guía de compra pública verde de equipos TIC. Red de entidades comprometidas con la implantación de estos criterios de compra.
- Elaboración de un manual de buenas prácticas para el uso inteligente y sostenible de las TIC. Red de entidades y personas comprometidas con la aplicación de buenas prácticas.
- Desarrollar al menos cincuenta ideas y soluciones TIC para la mejora de la gestión ambiental a través de proyectos colaborativos, redes sociales y soluciones ciudadanas.
- Conseguir que al menos cien entidades públicas y privadas se comprometan a implantar una política Green TIC.

4. Planes de Acción Green TIC

El establecimiento de una política Green TIC en cualquier organización tiene como requisito previo la realización de un profundo análisis de las infraestructuras, equipos y servicios existentes, en términos de racionalidad y eficiencia en su uso, así como de las alternativas existentes para la reducción de consumos energéticos, bien mediante la optimización de los mismos, bien mediante la implantación de otros nuevos más eficientes, bien mediante una combinación de ambos.

Existen ya experiencias de diversos gobiernos nacionales como el de Australia o el Reino Unido que han elaborado sus propios planes y estrategias Green TIC para los organismos públicos con un consolidado sistema de monitorización. También se han desarrollado experiencias de ciudades, como las agrupadas en el proyecto Green Digital Charter, financiado por el 7º Programa Marco de la UE, que han elaborado sus propios planes, en la línea de lo que pretende el proyecto. Desafortunadamente estos son todavía una excepción.

Este análisis debe tener como consecuencia la articulación de toda la información recogida en un Plan de Acción Green TIC, adaptado a las necesidades y



posibilidades financieras de la organización, teniendo en cuenta la relación coste-beneficio entre las inversiones a realizar y los ahorros energéticos, en recursos materiales y en tiempo de trabajo que el personal de la organización invierte en tareas de mantenimiento, reparación, programación y resolución de incidencias en general.

El Plan de Acción deberá contener, al menos, la siguiente información:

- Inventario y análisis de infraestructuras y equipos TIC
- Datos de consumos energéticos y emisiones de CO₂
- Análisis de política TIC de la organización
- Propuestas de política Green TIC para la organización
- Sistema de monitorización de consumos energéticos
- Indicadores de política Green TIC

Inventario y análisis de infraestructuras y equipos

Deberá realizarse un inventario detallado de los equipos TIC existentes en la organización incluyendo:

CPU (Unidad Central de Procesamiento)	SAI (sistema alimentación ininterrumpida)
Portátiles	Servidores
Tablets, Notebooks, iPads	Cabinas de Almacenamiento de Datos
Monitores	Teléfonos IP / Dispositivos móviles
Impresoras	Routers, Switches
Fax	Repetidores

Y con carácter especial, también los sensores y otros dispositivos para Smart cities, Smart metering, etc. que cada día cobran mayor presencia en edificios y ciudades.

Este inventario debería detallar para los equipos y dispositivos mencionados u otros que pudieran identificarse al menos la siguiente información:

- ✓ Número de equipos
- ✓ Antigüedad
- ✓ Horas de funcionamiento anual
- ✓ Consumo energético teórico anual (según especificaciones técnicas)
- ✓ Si disponen de sistema de apagado total o sólo de stand-by
- ✓ Si disponen de sistemas de ahorro y optimización de energía
- ✓ Si se apaga totalmente el quipo cuando no se usa o no
- ✓ Si disponen de etiquetado energético tipo Energy Star u otros
- ✓ Reciclabilidad / presencia de componentes peligrosos

Análisis y propuesta de políticas Green TIC

En este apartado, deberán analizarse las pautas de funcionamiento y uso de las infraestructuras, equipos y servicios TIC de la organización, incluyendo aquellas de relevancia para la implantación de una política Green TIC. Así mismo se analizarán las opciones y alternativas existentes mejor adaptadas a la organización para desarrollar una política Green TIC.

- Sistema de monitorización de consumos energéticos TIC y nivel de desglose de la información (CPD, escritorios, otros)
- Nivel de uso de las infraestructuras y equipos existentes sobre su capacidad potencial
- Política de uso y funcionamiento de impresoras
- Control de encendidos y apagados de CPU y monitores u otros (routers, etc.)
- Política de reuniones (videoconferencias y similares)
- Política de contratación, facturación y gestión documental
- Comunicaciones telefónicas incluyendo dispositivos móviles
- Política de final de ciclo de vida de los equipos TIC
- Régimen de trabajo de los servidores del CP
- Idoneidad y régimen de funcionamiento del sistema de refrigeración del CPD
- Idoneidad de equipos SAI y régimen de funcionamiento
- Política de almacenamiento y gestión de datos
- Política de compras TIC
- Política de personal y su implicación en la gestión TIC, incluyendo formación.
- Política de hosting

Establecimiento de objetivos y sistemas de monitorización de Políticas Green TIC

En función del análisis realizado en la fase de inventario, de las pautas de uso y funcionamiento existentes se establecerán los objetivos de la organización en cuanto a reducción de consumos energéticos y optimización de equipos y tiempo de trabajo de los recursos humanos, así como la eliminación segura de los equipos fuera de uso, al final de su vida útil.

Estos objetivos, junto a las disponibilidades financieras de la organización y un análisis coste-beneficio y de retorno de la inversión (ROI por sus siglas en inglés) determinarán la selección de alternativas que integrarán el *Plan de Acción Green TIC* de la organización.

Para el seguimiento del cumplimiento de objetivos debe establecerse un sistema de monitorización basado en el control de consumos energéticos y en un set de indicadores de seguimiento que permita evaluar permanentemente los logros alcanzados por la política Green TIC.

En la monitorización de consumos energéticos es fundamental poder discriminar los consumos atribuibles al CPD (incluyendo la refrigeración) del resto de consumos, ya que

la mayor parte de dichos consumos se generan en ese entorno. El CPD deberá contar también con medidores de temperatura y humedad.

En cuanto al resto de consumos, sería deseable al menos poder desglosar los consumos correspondientes a los dos bloques principales: escritorios (CPU y monitores) e impresoras.

Los indicadores básicos que se utilizarán para el seguimiento serán, entre otros:

- Consumo energético total de los equipos TIC (kWh/año)
- Emisiones de CO₂ totales de quipos TIC (t/año)
- Consumo energético del CPD (equipos) (kWh/año)
- Consumo energético del CPD (refrigeración) (kWh/año)
- Power Usage Effectiveness (PUE=consumo del CPD / consumo total equipos TIC)
- Nivel de utilización de servidores (% sobre capacidad potencial)
- Nivel de utilización del almacenamiento de datos (% sobre capacidad potencial)
- Eficiencia en el uso de equipos: consumo energético total de quipos TIC / consumo potencial según especificaciones técnicas
- DCiE (Data center infrastructure efficiency – Eficiencia del Centro de Datos)

5. Compra Verde de equipos y dispositivos TIC

La compra verde es un procedimiento voluntario por el que las entidades que lo aplican definen criterios de carácter medioambiental, incluyendo los aspectos relativos al ahorro y la eficiencia energética para las adquisiciones o contratación de bienes y servicios.

Es importante establecer unos criterios objetivos, actualizables y verificables que puedan ser aplicados por los órganos/departamentos de contratación para los diferentes bienes y servicios que se pretenda adquirir.

El proyecto LIFE Green TIC, quiere contribuir a definir y divulgar estos criterios para bienes y servicios relacionados con las Tecnologías de la Información y la Comunicación (TIC).

Para ello, un paso previo es la definición del ámbito de aplicación de estos criterios, es decir, la definición del grupo de productos sobre los que se aplicarán los mismos. Deben por tanto identificarse en primer lugar todos aquellos equipos TIC que puedan ser susceptibles de una política de compra verde y verificar si para ellos existen estándares reconocidos internacionalmente que permitan determinar las especificaciones técnicas que se van a solicitar en la contratación y objetivar los criterios de valoración.

Entre estos sistemas objetivos de verificación se incluyen:

- Estándares ITU
- Requerimientos Energy Star
- Etiquetados ecológicos (UE Ecolabel, Cisne Nórdico, Ángel Azul, etc.)
- EPEAT

- TCO Certified
- Declaraciones Voluntarias (ECMA)
- Otros sistemas como: The SNIA Emerald™ Power Efficiency o 80plus standard, Telecommunications Energy Efficiency Ratio (TEER), Energy Efficient Ethernet (EEE), o ASHRAE Thermal Guidelines measurement.



Algunas empresas fabricantes de equipos o proveedores de servicios TIC disponen también de sus propios sistemas de calificación verde (auto-declaraciones), cuyos estándares podrán ser utilizados como referencia de estudio aunque no deberían ser considerados como un elemento objetivo de verificación, ya que dependen de las metodologías propias de cada fabricante y no están verificados por terceros.

6. Buenas Prácticas: uso inteligente de las TIC

Como se ha comentado anteriormente, el despliegue de equipos más eficientes energéticamente o el diseño de la infraestructura TIC con criterios “Green” en una organización, o bien la compra con dichos criterios por un usuario individual, no es la única solución para reducir la huella de carbono TIC, sino que es necesario que los usuarios individuales y los gestores de servicios e infraestructuras TIC conozcan y apliquen buenas prácticas y realicen un uso inteligente de las mismas, ya que los resultados energéticos y ambientales, así como la duración de los equipos, fundamentalmente de la vida útil de las baterías, pueden ser muy diferentes.

En el marco del proyecto GREEN TIC, se ha elaborado un cuestionario de autoevaluación en dos niveles, para usuarios y para gestores, a fin de que reflexionen sean conscientes de las repercusiones ambientales de sus prácticas habituales y de las opciones existentes para mejorar sus pautas de uso.

Cuestionario para gestores TIC

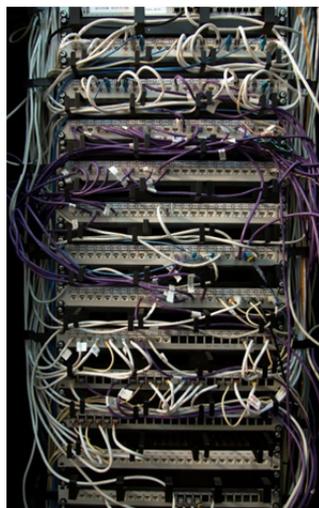
Los principales ámbitos de actuación de un gestor TIC son los equipos de los Centros de Datos, la gestión y el almacenamiento de la información, el funcionamiento de las redes y de los puestos de trabajo. Complementariamente y como soporte de ello, la climatización y seguridad de los CPD y los equipamientos complementarios de los puestos de trabajo, como son las impresoras. Por lo tanto, el gestor debería realizarse las siguientes preguntas:

En relación con el Hardware Centro de Datos (CPD):

- ¿Se ha dimensionado adecuadamente el número de servidores para optimizar su utilización?
- ¿Se ha planteado la virtualización de servidores?
- ¿Se ha realizado alguna consolidación de servidores, discos de almacenamiento y dispositivos de red infrautilizados?
- ¿Existen servidores, equipos de red y almacenamiento de datos que permanecen en estado latente o apartado durante gran periodo de tiempo que no pueden ser virtualizados o archivados? ¿Están configurados en modo bajo power sleep?
- ¿Existe algún sistema de control y monitorización de consumos energéticos del Centro de Datos?

En relación con la gestión y almacenamiento de datos:

- ¿Existe una política activa de gestión de datos que determine qué datos deben guardarse, cuánto tiempo y qué nivel de seguridad requieren?
- ¿Existen áreas de almacenamiento diferenciadas en función de los parámetros de una política activa de gestión de datos?
- ¿Se han puesto en marcha acciones dirigidas a reducir el volumen de datos almacenados?
- ¿Se han puesto en marcha acciones para reducir el número de copias de datos, tanto lógicas como físicas (espejos)?



En relación con el Sistema de Alimentación Ininterrumpida (SAI):

- ¿Dispone de un sistema modular de SAI?
- ¿Dispone el sistema SAI de modos de programación para ahorro energético? ¿Se encuentra programado y en uso?
- ¿Son las baterías del SAI eficientes?

- ¿Cuál es el tiempo de back-up programado para las baterías?

En relación con la climatización del CPD:

- ¿Está el cuarto de servidores bien protegido de la influencia meteorológica externa (no incidencia solar, de humedad, polvo, etc.)?
- ¿Se ha planteado la viabilidad de implantar acciones de free-cooling en el Centro de Datos?
- ¿Se han implantado medidas en cada rack para favorecer la óptima circulación del aire?
- ¿Se han implantado medidas en el suelo del rack para favorecer la óptima circulación del aire?
- ¿Se ha garantizado que los cables no obstaculicen la circulación del aire en los rack?
- Si el rack dispone de puertas, ¿existe suficiente espacio entre estas y los equipos para garantizar la circulación del aire?
- ¿Se dispone de equipos modulares de aire acondicionado que actúen a demanda?
- ¿Se realiza un mantenimiento y limpieza permanente de los equipos de aire acondicionado del centro de datos?
- ¿Es la ubicación de los equipos de aire acondicionado óptima en relación a la ubicación de los rack?
- ¿Cuál es la temperatura de consigna del equipo de aire acondicionado?

En relación con los puestos de trabajo (desktop):

- ¿Ha implantado alguna medida para reducir la energía reactiva que forma parte de la totalidad del consumo de energía TIC corrigiendo el factor de potencia/cos?
- ¿Disponen los equipos de sistema de apagado bookmark o marcador?
- ¿Se aplica alguna política para evitar el consumo del salvapantallas?
- ¿Se aplica alguna política sobre volumen de correos electrónicos?
- ¿Se aplican medidas de gestión de apagado de ordenadores?
- ¿Se aplican medidas de gestión de apagado de monitores y periféricos?
- ¿Se aplican medidas para eliminar consumos fantasma?

En relación con las impresoras:

- ¿Se dispone de un sistema centralizado de impresoras?
- ¿Cómo se conectan las impresoras a la red?
 - Mediante tarjetas de red
 - A través del puerto paralelo de los ordenadores
 - Otros sistemas

- ¿Qué porcentaje de trabajadores dispone de impresora individual por puesto de trabajo?
- ¿Disponen las impresoras de sistema de ahorro de energía?
- ¿Se ha programado el sistema de ahorro de energía y está en uso?
- ¿Ha tenido en cuenta la velocidad de impresión a la hora de programar el tiempo de inactividad necesario para el inicio del modo de bajo consumo?
- ¿Se desconectan las impresoras a alguna hora determinada? ¿Y los fines de semana?
- ¿Se aplican medidas para eliminar consumos fantasmas?
- ¿Están configuradas la impresión en blanco y negro y a doble cara como opciones predeterminadas?
- ¿Se ha instalado sistema de monitorización y reducción de consumo de papel papercut o similar?

En relación con la participación e información de los empleados:

- ¿Se ha realizado alguna acción de formación del personal del departamento de informática y comunicaciones de la organización sobre las Green TIC?
- ¿Se ha realizado alguna acción de información a los usuarios sobre políticas Green TIC?
- ¿Se realizan periódicamente auditorías sobre niveles de utilización de equipos?

Cuestionario para usuarios TIC

En relación con el uso de ordenadores e impresoras personales

- ¿El ordenador siempre está conectado?
- ¿Se apaga el ordenador siempre que no va a ser utilizado por más de una hora?
- ¿Se tienen instalados salvapantallas activos?
- ¿Se tienen instalados salvapantallas “black screen”?
- ¿Cuál es el tiempo programado para que entre en funcionamiento el salvapantallas?
- ¿Disponen las impresoras de sistema de ahorro de energía?
- ¿Se ha programado el sistema de ahorro de energía y está en uso?
- ¿Se desconecta la impresora siempre que no esté siendo utilizada?
- ¿Se encuentra el ordenador alejado de fuentes de calor y/o frío?
- ¿Se desconectan los dispositivos externos (tarjetas de memoria, memorias USB, discos duros externos, etc.) del ordenador después de su uso?
- ¿Se dejan los DVD introducidos en el lector aunque no se estén usando?
- ¿Se tienen muchos programas abiertos a la vez, en modo multitarea o se tienen abiertos sólo los que estén en uso inmediato?
- ¿Se utiliza frecuentemente la compresión de archivos?

- ¿Se optimizan o reducen los archivos pdf y fotografías?
- ¿Se evita enviar correos electrónicos pesados y se recurre al envío de enlaces web?
- ¿Se evita imprimir los correos?
- ¿Se evita imprimir grandes documentos?
- ¿Se evita imprimir en color? ¿Están configuradas la impresión en blanco y negro y a doble cara como opciones predeterminadas?



En relación con el uso de tabletas, teléfonos inteligentes (smarthphones) y similares:

- ¿El sistema operativo de los dispositivos está siempre actualizado?
- ¿La pantalla está configurada en brillo bajo o en brillo automático?
- ¿Se tienen instalados recursos y servicios sin usar?
- ¿El Wi-fi está permanentemente habilitado?
- ¿El Bluetooth está permanentemente habilitado?
- ¿El GPS está permanentemente habilitado?
- ¿La conexión 3G-4G está permanentemente habilitada? ¿Se utiliza como alternativa GPRS o Edge?
- ¿Se tiene permanentemente habilitada la actualización automática de e-mails y aplicaciones?
- ¿Se actualizan frecuentemente las aplicaciones?
- ¿Se tienen permanentemente habilitadas las notificaciones de las redes sociales?
- ¿Se habilita el modo vuelo en lugares con poca o nula cobertura? ¿Y en otras ocasiones?
- ¿Se tienen instaladas aplicaciones de gestión y ahorro de energía?
- ¿Se guarda su dispositivo alejado de fuentes de calor y/o frío?
- ¿Se carga su dispositivo alejado de fuentes de calor, evitando que esté cubierto por otros objetos?
- ¿Se abandona su dispositivo conectado al cargador durante más de una hora?

- ¿Se tiene alguna aplicación de aviso de carga al 100% del dispositivo?
- ¿Se tiene habilitado el modo hibernación? ¿Con qué frecuencia?
- ¿Se carga su dispositivo con cargador o por medio de un USB?
- ¿Se tienen sincronizadas las cuentas (Google, Facebook, etc.) y se reduce el número de conexiones necesarias?
- ¿Se tienen permanentemente habilitados los servicios de localización?
- ¿Se tiene conectado el modo vibrador?
- ¿Se tiene activado el flash de la cámara?
- ¿Se tiene instalada y en uso alguna aplicación específica para controlar el consumo energético del dispositivo y reducirlo?

7. Mi Huella TIC, el portal de las ideas GREEN TIC

Con el objeto de compartir y generar conocimiento, información, experiencias y buenas prácticas sobre las GREEN TIC se ha creado la red virtual “Mi Huella TIC”, utilizando como canales de comunicación un blog, una cuenta de Twitter y un perfil de Facebook.

MiHuellaTIC está abierto a que todos los miembros de la red puedan aportar “ideas” o “experiencias reales” que contribuyan a difundir las Green TIC desde un doble punto de vista: la reducción de su propia Huella de Carbono y la lucha contra el cambio climático en otros sectores.

Estas ideas pueden referirse a la utilización, diseño, fabricación y final de ciclo de vida de los equipos TIC. Pueden ser ideas originales o experiencias de uso, por ejemplo de app, o cualquier tipo de software o aplicaciones existentes que contribuyan a los objetivos Green TIC.

El Catálogo de Ideas y Buenas Prácticas irá incorporando al blog y a Facebook todas aquellas ideas o experiencias que propongan las personas que compartan las inquietudes de la comunidad Green TIC, que se agruparán en las siguientes categorías:

- a) Ideas o Buenas Prácticas para reducir la huella ecológica de las TIC (alargar la vida útil de los equipos TIC, de sus baterías, contribuir a la reutilización o reciclado de los equipos, reducir el consumo energético o de materias primas de los equipos, etc).
- b) Ideas o Buenas Prácticas de uso de las TIC para luchar contra el cambio climático (servicios, software o aplicaciones que contribuyan a reducir la huella ecológica en general y de carbono en particular, en sectores como la edificación, el transporte, la industria, la agricultura, la administración y los métodos de trabajo y consumo).
- c) Ideas o Buenas Prácticas de utilización de las TIC para facilitar el uso de la información ambiental por los ciudadanos y participación en la protección del medio ambiente (servicios, software o aplicaciones que contribuyan a facilitar la disponibilidad y uso de datos públicos sobre el medio ambiente y su uso para proveer de servicios ambientales a los ciudadanos y a facilitar su participación en la gestión y protección del medio ambiente).

<http://mihuellatic.lifegreentic.eu/>

[@LIFEGreenTIC](https://twitter.com/LIFEGreenTIC)

<https://www.facebook.com/MiHuellaTIC>



8. Glosario Green TIC

Para ayudar a entender lo que es la Huella de Carbono TIC y lo que son las Green TIC, el proyecto LIFE ha elaborado un glosario de los principales términos utilizados que se incluye a continuación:

- **TIC** - Tecnologías de la información y la comunicación.

En este concepto se incluyen todo tipo de equipos tales como ordenadores (de mesa y portátiles), servidores, monitores, impresoras, dispositivos de almacenamiento de datos, sistemas de comunicación, switches, router y equipo Wi-Fi, tabletas, dispositivos móviles, etc.

- **Green TIC**

También llamado Green computing, Green IT o TIC sostenibles, es el análisis y el desarrollo de sistemas y equipos de información y comunicación más respetuosos con el medio ambiente, durante todo su ciclo de vida, es decir, desde su fase de diseño y fabricación hasta el destino de los equipos al final de su vida útil, teniendo en cuenta también su uso y funcionamiento. Este concepto se aplica a ordenadores (de mesa y portátiles), servidores, monitores, impresoras, dispositivos de almacenamiento de datos, sistemas de comunicación, etc.

Entre los objetivos Green TIC se encuentra la reducción de las sustancias peligrosas utilizadas en los equipos TIC, la minimización del consumo energético durante el uso del producto así como promover la reciclabilidad o biodegradabilidad de los productos TIC y sus residuos.

Por extensión, la reducción del consumo energético de las Tecnologías de la Información y la Comunicación, lleva asociada una reducción de las emisiones de gases de efecto invernadero a la atmósfera.

- **Green Data Center** - Centro de Datos verde

Un Centro de Procesamiento de Datos (CPD) es el conjunto de recursos físico, lógicos, y humanos necesarios para la organización, realización y control de las actividades informáticas.

Un "Centro de Datos verde" es aquel lugar de almacenamiento, gestión y suministro de datos en el que los sistemas de computación, mecánicos, de iluminación, climatización y eléctricos se han diseñado para alcanzar la máxima eficiencia energética y el mínimo impacto ambiental.

- **Análisis de Ciclo de Vida**

El análisis de ciclo de vida (ACV, LCA en inglés) es una herramienta de diseño que determina y evalúa los impactos ambientales de un producto o servicio durante todas las etapas de su existencia (obtención de materias primas, producción, distribución, uso y residuo).

Se usa para evaluar el impacto potencial que sobre el medio ambiente tiene un producto, proceso o actividad a lo largo de todo su ciclo de vida. Esto se consigue mediante la cuantificación del uso de recursos ("entradas" como energía, materias primas, agua) y emisiones ambientales ("salidas" al aire, agua y suelo), todos ellos asociados con el sistema que se está evaluando.

- **Efecto Invernadero**

Efecto invernadero es el fenómeno por el cual determinados gases, que son componentes de la atmósfera terrestre, retienen parte de la energía que la superficie planetaria emite por haber sido calentada por la radiación solar.

El efecto invernadero se está viendo acentuado en la Tierra por la emisión en exceso de ciertos gases, como el dióxido de carbono (CO₂) y el metano (CH₄), debido a la actividad humana.

- **Gases de Efecto Invernadero**

Se denominan gases de efecto invernadero (GEI) a aquellos gases cuya presencia en la atmósfera contribuye al efecto invernadero. Los más importantes están presentes en la atmósfera de manera natural, aunque su concentración puede verse modificada por la actividad humana, pero también entran en este concepto algunos gases artificiales, producto de la industria. Esos gases contribuyen más o menos de forma neta al efecto invernadero por la estructura de sus moléculas y, de forma sustancial, por la cantidad de moléculas del gas presentes en la atmósfera.

- **Eficiencia energética**

La eficiencia energética o ahorro de energía han sido definidos por la Directiva 2006/32/CE como la relación entre la producción de un rendimiento, servicio, bien o energía, y el gasto de energía necesario para obtenerlo.

La “mejora de la eficiencia energética”, se define como el aumento de la eficiencia del uso final de la energía, como resultado de cambios tecnológicos, de comportamiento y/o económicos.

El “ahorro de energía”, se define como la cantidad de energía ahorrada, determinada mediante la medición y/o estimación del consumo antes y después de la aplicación de una o más medidas de mejora de la eficiencia energética, al tiempo que se tiene en cuenta la normalización de las condiciones externas que influyen en el consumo de energía.

- **Huella de Carbono**

La Huella de Carbono es “la totalidad de gases de efecto invernadero (GEI) emitidos por efecto directo o indirecto de un individuo, organización, evento o producto”, es decir, la medición del impacto ambiental sobre el cambio climático expresada, normalmente, en emisiones de CO₂.

- **Huella TIC**

La huella TIC normalmente hace referencia a la huella de carbono de las tecnologías de la información y la comunicación en todo su ciclo de vida, desde la fase de obtención de materias primas, pasando por la fabricación, el transporte y la venta de equipos, redes y servicios, su fase de uso y su reciclado o eliminación al final de su vida útil.

- **Green TIC Standards**

La estandarización es el proceso de definición e implementación de estándares técnicos en cualquier ámbito, para favorecer la compatibilidad, interoperabilidad, seguridad, repetitividad o calidad de los equipos y tecnologías.

En el ámbito de las TIC, los estándares Green son aquellos que contribuyen a reducir los impactos ambientales, los consumos energéticos, a alargar la vida útil, a aumentar la reciclabilidad, a evitar o reducir la presencia de sustancias peligrosas, etc.

- **Plan de Acción Green TIC**

El establecimiento de una política Green TIC en cualquier organización tiene como requisito previo la realización de un profundo análisis de las infraestructuras, equipos y servicios existentes, en términos de racionalidad y eficiencia en su uso, así como de las alternativas existentes para la reducción de consumos energéticos, bien mediante la optimización de los mismos, bien mediante la implantación de otros nuevos más eficientes, bien mediante una combinación de ambos.

Este análisis debe tener como consecuencia la articulación de toda la información recogida en un *Plan de Acción Green TIC*, adaptado a las necesidades y posibilidades financieras de la organización, teniendo en cuenta la relación coste-beneficio entre las inversiones a realizar y los ahorros energéticos, en recursos materiales y en tiempo de trabajo que el personal de la organización invierte en tareas de mantenimiento, reparación, programación y resolución de incidencias en general.

- **PUE – Power Usage Effectiveness**

Indicador utilizado para medir la eficiencia de los centros de datos.

Se calcula comparando el total de energía consumida por un centro de datos con la cantidad de energía que realmente llega al equipamiento TIC, lo que permite conocer la cantidad perdida en otros equipos, como los sistemas de refrigeración.

- **DCiE – Data Centre Infrastructure Efficiency**

Indicador que mide el consumo directo de los equipos TIC expresada como un porcentaje del consumo correspondiente al centro de Datos:

DCiE = Consumo eléctrico de TI / Potencia de entrada al CPD.

- **Virtualización**

La virtualización consiste en crear un recurso físico único para los servidores, el almacenamiento y las aplicaciones. La virtualización de servidores permite el funcionamiento de múltiples servidores en un único servidor físico.

La virtualización ayuda a reducir la huella de carbono del centro de datos al disminuir el número de servidores físicos y consolidar múltiples aplicaciones en un único servidor con lo cual se consume menos energía y se requiere menos climatización. Además se logra un mayor índice de utilización de recursos y ahorro de espacio.

- **Thin Client** – Cliente ligero

Un cliente ligero es un ordenador cliente o un software de cliente en una arquitectura de red cliente-servidor que depende primariamente del servidor central para las tareas de procesamiento, y se enfoca principalmente en transportar la entrada y la salida entre el usuario y el servidor remoto.

Un thin client se caracteriza ante todo por su simplicidad, con requisitos de hardware y software inferiores a los de cualquier otro equipo o sistema de uso común en un ordenador personal (PC).

9. Siglas y abreviaturas utilizadas en esta comunicación

ACV – Análisis de ciclo de vida

ASHRAE – Asociación estadounidense de ingenieros de calefacción, refrigeración y aire acondicionado en sus siglas en inglés.

CE – Comisión Europea

CH₄ - metano

CO₂ – dióxido de carbono

CPD – Centro de Procesamiento de Datos

CPU – Unidad Central de Procesamiento en sus siglas en inglés

CVAA – Calefacción, ventilación y aire acondicionado

DC – Direct current, corriente continua

DCiE - Data center infrastructure efficiency, eficiencia del Centro de Datos

DSM – Demand Side Management, Demanda cambiante del lado del usuario

ECMA – European Computer Manufacturers Association, Asociación de fabricantes europeos de equipos ofimáticos

EEE – Eficiencia energética Ethernet

EPEAT- Herramienta de Evaluación Ambiental de productos electrónicos en sus siglas en inglés

GEI – Gases de efecto invernadero

GPRS - General Packet Radio Service, servicio general de paquetes vía radio

ICT – TIC por sus siglas en inglés (Information and Communication Technologies)

IET – Instituto de Energía y Transporte

IT – Tecnologías de la información en sus siglas en inglés

ITU – Unión Internacional de Telecomunicaciones en sus siglas en inglés

JRC – Joint Research Centre – Centro Común de Investigación de la Comisión Europea

kWh – kilovatio hora (unidad de energía)

LCA – ACV en sus siglas en inglés (Life Cycle Assessment)

ORSI – Observatorio Regional de Sociedad de la Información (Castilla y León)

PC – Personal computer, ordenador personal

PRAE – Propuestas ambientales educativas – edificio sede de la Fundación Patrimonio Natural de Castilla y León

PUE – Power Usage Effectiveness

ROI – retorno de la inversión en sus siglas en inglés

SAI – Sistema de alimentación ininterrumpida

t – tonelada

TCO – Confederación Sueca de profesionales en sus siglas en sueco

TEER – Tasa de eficiencia energética de las telecomunicaciones en sus siglas en inglés

TIC – Tecnologías de la Información y la Comunicación

UE – Unión Europea

10. Bibliografía y referencias

- ORSI (2010) *GREENTIC – Eficiencia energética y sostenibilidad en el entorno empresarial*. Observatorio Regional de la Sociedad de la Información (Junta de Castilla y León) y Consejo Regional de Cámaras de Comercio e Industria de Castilla y León.
- UE (2010) *Europa 2020 - Estrategia de la Unión Europea para el crecimiento y el empleo*. http://ec.europa.eu/europe2020/index_es.htm
- CE (2013) *ICT Footprint. Pilot testing on methodologies for energy consumption and carbon footprint of the ICT-sector*. Ed. DG Communications Networks, Content & Technology – Comisión Europea.
- Proyecto LIFE GREEN TIC (2014). www.lifegreentec.eu
- CE (2014) UE Energy Star[®], Etiquetado de equipos ofimáticos con eficiencia energética. <http://www.eu-energystar.org/es/>
- Instituto de Energía y Transporte (IET) del Centro Común de Investigación (JRC) de la Comisión Europea. <http://iet.jrc.ec.europa.eu/>