



Fundación de la Energía de la Comunidad de Madrid

Energy Management Agency
Intelligent Energy Europe

www.fenercom.com



Madrid
Ahorra
con Energía



La Suma de Todos
CONSEJERÍA DE ECONOMÍA Y HACIENDA
Comunidad de Madrid
www.madrid.org

GUÍA SOBRE EL POTENCIAL DE LAS TECNOLOGÍAS DE INFORMACIÓN Y COMUNICACIÓN PARA EL AHORRO Y LA EFICIENCIA ENERGÉTICA

Guía sobre el potencial de las Tecnologías de Información y Comunicación para el ahorro y la eficiencia energética



GOBIERNO DE ESPAÑA
MINISTERIO DE INDUSTRIA, TURISMO Y COMERCIO

IDAE Instituto para la Diversificación y Ahorro de la Energía



Medida de la Estrategia de Ahorro y Eficiencia Energética para España (2004/2012) puesta en marcha por la Comunidad de Madrid, el Ministerio de Industria, Turismo y Comercio y el Instituto para la Diversificación y Ahorro de la Energía (IDAE).

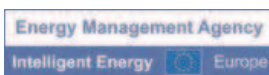


Guía sobre el potencial de las Tecnologías de Información y Comunicación para el ahorro y la eficiencia energética

Madrid, 2011



Fundación de la Energía de
la Comunidad de Madrid



www.fenercom.com



La Suma de Todos



CONSEJERÍA DE ECONOMÍA Y HACIENDA

Comunidad de Madrid

www.madrid.org

Edita: FUNDACIÓN DE LA ENERGÍA DE LA COMUNIDAD DE MADRID

Contenido: Esta guía ha sido realizada por GARRIGUES MEDIO AMBIENTE (Garrigues Medio Ambiente, Consultoría Técnica y de Gestión Integrada del Medio Ambiente S.L.P) por encargo de la Dirección General de Industria, Energía y Minas de la Comunidad de Madrid



Coordinación y revisión: Dirección General de Industria, Energía y Minas de la Comunidad de Madrid

Documento disponible en Internet:

<http://www.fenercom.com/pages/publicaciones/libros-y-guias-tecnicas.php>

Impreso en papel ecológico 100%

Depósito Legal: M. 4.612-2011

Impresión Gráfica: Gráficas Arias Montano, S. A.
28935 MÓSTOLES (Madrid)



Índice

| | | |
|----|---|----|
| 1. | PRESENTACIÓN | 5 |
| 2. | RESUMEN EJECUTIVO | 7 |
| 3. | INTRODUCCIÓN Y ANTECEDENTES | 11 |
| 4. | EL MARCO ACTUAL SOBRE LAS TIC | 15 |
| | 4.1 Clasificación y descripción de las TIC | 15 |
| | 4.2 Las TIC como parte de la solución al modelo energético | 16 |
| | 4.3 Ahorros energéticos logrados mediante la utilización de TIC | 19 |
| | 4.4 Oportunidades de negocio | 20 |
| 5. | ANÁLISIS DE OPORTUNIDADES DE AHORRO ENERGÉTICO MEDIANTE USO DE LAS TIC POR SECTORES | 23 |
| | 5.1 Edificación | 23 |
| | 5.2 Transporte | 34 |
| | 5.3 Industria y distribución de energía | 49 |
| | 5.4 Desmaterialización de actividades | 60 |
| 6. | GLOSARIO | 75 |
| 7. | BIBLIOGRAFÍA | 77 |

1

PRESENTACIÓN



El modelo de crecimiento de la economía europea ha estado directamente vinculado al consumo de energía. Hoy en día, somos conscientes de que este modelo no es sostenible y por ello es necesario mejorar la eficiencia energética para conducir a la recuperación de la economía y combatir el cambio climático.

Creemos firmemente que las Tecnologías de la Información y la Comunicación (TIC) pueden y deben desempeñar un papel clave como motor de la eficiencia energética en todos los ámbitos de la economía, promoviendo cambios en el comportamiento de los ciudadanos y empresarios, mejorando la eficiencia en el uso de los recursos naturales y, paralelamente, reduciendo la contaminación y los residuos.

Para abordar el reto de la eficiencia energética mediante las TIC, debemos disponer del modelo, las personas y el conocimiento para implementarlo. Además, las TIC no solo mejorarán la eficiencia energética y combatirán el cambio climático, sino que contribuirán a la modernización de la economía, haciéndola más productiva y creando nuevas oportunidades de negocio.

Por ello, la Dirección General de Industria, Energía y Minas de la Comunidad de Madrid ha elaborado esta guía dirigida a todos los agentes económicos y sociales, en la que se analizan las actuaciones a llevar a cabo por sectores, las tecnologías o acciones que las sustentan y las reducciones de consumo energético que conllevan.

D. Carlos López Jimeno

Director General de Industria, Energía y Minas
Consejería de Economía y Hacienda
Comunidad de Madrid



2 RESUMEN EJECUTIVO

Según la Agencia Internacional de la Energía, la eficiencia energética es la primera fuente de reducción de emisiones de gases de efecto invernadero a nivel mundial en el horizonte de 2030, seguida por las energías renovables, biocombustibles, energía nuclear, los cambios de combustibles y captura y secuestro de carbono.

Las Tecnologías de la Información y de la Comunicación (TIC) aplicadas a distintos sectores, constituyen una eficaz herramienta para el fomento de dicha eficiencia energética. Si bien las TIC son actualmente responsables del 2% de las emisiones globales, su aplicación podría implicar reducciones de emisiones globales de al menos un 15% para 2020, compensando con creces los efectos directos asociados a las mismas.

El papel que desempeñan las TIC en relación a la eficiencia energética se encuentra principalmente asociado a los sectores de la edificación, transporte, industria y distribución de energía. También favorecen el ahorro energético mediante la desmaterialización de bienes o servicios en varios de ellos. A continuación se señalan los aspectos esenciales en cada caso:

Edificación

- En el sector edificios, la implantación de determinadas TIC permite la consecución de ahorro energético en los sistemas de climatización e iluminación, tanto en edificios residenciales como comerciales. En este ámbito, las TIC permiten la monitorización de parámetros como la temperatura, humedad o luz en tiempo real mediante la instalación de sensores, así como la transmisión de los datos monitorizados. Así, el conocimiento de datos se tra-



Guía sobre el potencial de las TIC para el ahorro y la eficiencia energética

duce en el control de los equipos de climatización o iluminación y, a través de sistemas accionadores, en la optimización del funcionamiento de los mismos en función de la necesidad real del consumidor.

- Los sistemas de control de temperatura de calefacción y aire acondicionado en edificios residenciales pueden permitir lograr ahorros energéticos de entre el 10% y el 90%, dependiendo del punto de partida y la tecnología empleada. En relación a la iluminación, la aplicación de temporizadores de apagado, detectores de presencia y sensores de la luminosidad ambiente lograría reducir el consumo energético en edificios entre un 10% y un 60% por el aprovechamiento de la luz natural y la gestión del encendido y apagado de luces en función de las necesidades.

Transporte

- En relación al transporte, la aplicación de las TIC permite reducir la demanda, aumentar la eficiencia de consumo energético en los medios utilizados, o bien, elegir el medio más eficiente. Así, las tecnologías aplicadas para la incentivación de la reducción de velocidad de los vehículos y para la reducción de la duración del desplazamiento recorriendo rutas más cortas o evitando las horas de congestión del tráfico permiten importantes ahorros de consumo de combustible.
- Las TIC también desempeñan un papel clave en cuanto a la logística. A través de software para la mejora del diseño de las redes de transporte, la optimización de rutas y la reducción de inventarios de stock, se producen ahorros energéticos por la reducción de la energía necesaria por unidad transportada y almacenada.

Industria

- En el sector industrial, las TIC para la eficiencia energética se aplican principalmente en motores eléctricos, bombas y ventiladores. Así, la instalación de sistemas de control y programas de regulación automática de sistemas eléctricos permite una reducción de consumo energético del orden del 20%. Además, el empleo de variadores de velocidad y de sistemas de regulación automática, per-

mite adecuar el funcionamiento de dicho equipo a la demanda requerida en cada momento.

- Las TIC contribuyen a la eficiencia energética en redes de distribución de la energía mediante la integración de las acciones de los usuarios que se encuentran conectados a ellas. Las distintas tecnologías que se aplican en este ámbito están relacionadas con la telemedida y la telegestión del consumo y del suministro eléctrico. Así, la instalación de contadores inteligentes ofrece, tanto al consumidor como al proveedor, la lectura remota de la energía consumida o producida en tiempo real, permitiendo la mejor gestión de la misma. Asimismo, los sistemas de gestión de redes de suministro eléctrico permiten tener un mayor control del estado de las redes consiguiendo reducciones de las pérdidas de transmisión y distribución.

Desmaterialización

- De forma transversal, y con principal aplicación en el sector servicios y transporte, las TIC permiten desmaterializar una serie de productos y servicios que conllevan importantes consumos energéticos.
- Por una parte, esta desmaterialización se traduce en un ahorro energético por reducción del número de desplazamientos gracias a las videoconferencias, audioconferencias y teletrabajo. Se estima que la audioconferencia permite evitar entre el 2,5% y el 15% de los desplazamientos en Europa y el 30% de los desplazamientos en el mundo, mientras que el teletrabajo reduce del orden del 10% de los viajes diarios al trabajo, actuando también sobre el consumo energético de edificios cuando se asume que el teletrabajador pierde su espacio en la oficina. Asimismo, la desmaterialización de servicios comerciales, bancarios, administrativos y sucedáneos permite realizar gestiones electrónicamente y evitar así los correspondientes desplazamientos. Así, el comercio electrónico puede lograr reducciones del 40% del transporte privado no relacionado con el trabajo.
- Por otra parte, la desmaterialización de productos materiales mediante la digitalización permite disponer de la misma funcionalidad pero ahorrando consumos energéticos en el ciclo de vida de productos sustituidos. Como ejemplo, destaca la sustitución de medios impresos de comunicación por medios electrónicos.





3

INTRODUCCIÓN Y ANTECEDENTES

El Protocolo de Kioto, acuerdo negociado a través de la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático (CMNUCC), establece como objetivo para 2008-2012 reducir en un 5,4% las emisiones de carbono mundiales en relación con los niveles de 1990. El cumplimiento de los objetivos de Kioto supone una limitación para el Estado Español de no superar, durante el periodo 2008-2012, el 15% de las emisiones de 1990. Debido al crecimiento de la economía española, desde 1990 se han superado las previsiones y se ha experimentado un crecimiento de las emisiones que alcanzaba el +33,4%¹ en 2009, sin incluir sumideros. Por otra parte, en 2007, la Unión Europea (UE) anunció su objetivo de reducir las emisiones un 20% en comparación con los niveles de 1990 antes de 2020, objetivo que podría aumentar hasta el 30% si existiera un acuerdo internacional para después de 2012.

Los nuevos modelos de crecimiento económico, así como la nueva política de innovación y de mejora de la eficiencia energética y los nuevos compromisos de reducción de emisiones, otorgan gran protagonismo al esfuerzo innovador de los países tanto a nivel mundial, como europeo y nacional. Así, los países han diseñado nuevas estrategias y nuevos planes y programas, fijando nuevos objetivos respecto a la emisión de gases de efecto invernadero a la eficiencia energética y al uso de energías renovables.

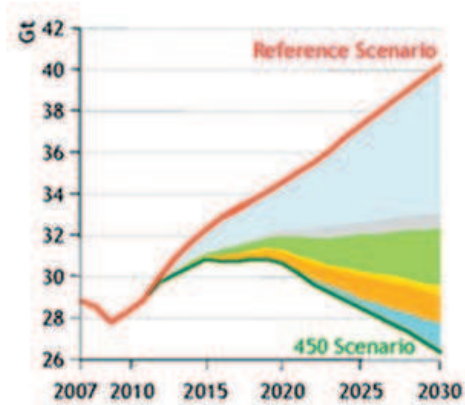
La Agencia Internacional de la Energía ha publicado dos posibles escenarios de emisiones de CO₂ a 2030: un escenario de referencia (en rojo) y un escenario deseable (en verde) en el que se priorizaría la eficiencia energética y empleo de fuentes de energía renovables sobre el uso de combustibles fósiles. En la figura adjunta se observa que la

1 «Evolución de las Emisiones de Gases de Efecto Invernadero en España (1990-2009)», CC.OO. Disponible en: <http://www.ccoo.es/comunes/temp/recursos/1/427109.pdf>



Guía sobre el potencial de las TIC para el ahorro y la eficiencia energética

mejora de la eficiencia energética en el uso final de la energía permitiría alcanzar una reducción de emisiones de más de 5.000 Mt CO₂ en 20 años. Esto demuestra la importancia de la eficiencia energética a nivel mundial como principal fuente de reducción de emisiones, existiendo todavía una gran diferencia con el potencial reductor de otras fuentes.



| | REDUCCIÓN (Mt CO ₂) | | INVERSIÓN (\$2008 miles de millones) | |
|---------------------------------------|------------------------------------|--------------|---|--------------|
| | 2020 | 2030 | 2010-2020 | 2021-2030 |
| Eficiencia | 2.517 | 7.880 | 1.999 | 5.586 |
| Consumo | 2.284 | 7.145 | 1.933 | 5.551 |
| Generación | 233 | 735 | 66 | 35 |
| Renovables | 680 | 2.741 | 527 | 2.260 |
| Biocombustibles | 57 | 429 | 27 | 378 |
| Nuclear | 493 | 1.380 | 125 | 491 |
| Captura y secuestro de carbono | 102 | 1.410 | 56 | 646 |

Figura 1. Posible reducción de emisiones de CO₂ entre 2020 y 2030 con respecto a un escenario de referencia. Fuente: OECD/IEA 2009.

Los factores determinantes para el éxito de la aplicación de este tipo de medidas de eficiencia energética son la rapidez de aplicación de las mismas y de obtención de resultados, así como la eficacia y el bajo coste económico que conllevan.

Las TIC desempeñan un importante papel en aspectos como la mejora de la competitividad de una economía de cara a la globalización, el desarrollo científico y tecnológico en diversas áreas como la medicina o la física, y la modernización de distintos sectores como el educativo, seguridad, transporte y energético, así como distintos retos



sociales como la mejora de la calidad de vida de las personas. Sin embargo, también constituyen una base trascendental para la mejora de la eficiencia energética.

Las TIC entran en la categoría de innovación para la reducción de la demanda energética global mediante la optimización del uso de la energía. La aplicación de estas tecnologías puede definirse como el empleo de equipos de telecomunicaciones, electrónicos y software para la conversión, almacenamiento, tratamiento y transmisión de información digital.

Estudios muestran que el consumo eléctrico relacionado con las TIC ascendió a 214,5 TWh en 2005, responsabilizándose del 1,9% de las emisiones totales europeas² en ese año y pudiendo alcanzar entre el 7,4 y el 10,5% del consumo eléctrico europeo total previsto en 2020. Sin embargo, la aplicación de las TIC permitiría alcanzar una reducción del consumo eléctrico mucho mayor al gasto producido por la aplicación de las mismas. El consumo de las TIC se vería, por lo tanto, compensado con creces por las reducciones paralelas asociadas a su aplicación.

Con el objeto de ofrecer una idea sobre la contribución de las TIC para mejorar la eficiencia energética en distintos sectores de la economía, esta Guía se desarrolla en dos grandes bloques en los que: 1) se analiza el marco actual del sector de las TIC y 2) se estudian las oportunidades de mejora de la eficiencia energética de la aplicación de las mismas en los sectores con mayor potencial (edificios, transporte, industria, energía y otras actividades).

2 En esta Guía, las emisiones o el consumo europeo se refieren a la Europa de los 25, excepto en los casos en los que se especifique lo contrario.



4 EL MARCO ACTUAL SOBRE LAS TIC

4.1. Clasificación y descripción de las TIC

Existen distintas clasificaciones oficiales de las distintas TIC que merece la pena revisar para el conocimiento del sector. La clasificación «*International Standard Industrial Classification*» (ISIC) aporta una base estandarizada para la clasificación de las TIC, según la siguiente numeración:

Tabla 1. Clasificación ISIC del sector de las TIC. Fuente: ISIC.

| ISIC | ALCANCE DEL PRODUCTO Y DE LA INDUSTRIA DE LAS CLASES DE TIC |
|------|--|
| 3000 | Oficina, contabilidad y material de cálculo |
| 3130 | Aislamiento en cableado |
| 3210 | Válvulas y tubos electrónicos y otros componentes electrónicos |
| 3220 | Transmisores de televisión y radio y aparatos para línea de teléfono y telégrafo |
| 3230 | Receptores de televisión y radio, aparatos de grabación o reproducción de sonido o vídeo, y bienes asociados |
| 3312 | Instrumentos y aplicaciones para medir, comprobar, controlar, navegar y otros fines, excepto equipos de proceso industrial |
| 3313 | Equipos de control de proceso industrial |
| 5150 | Venta mayorista de maquinaria, equipos y suministros |
| 6420 | Telecomunicaciones |
| 7123 | Alquiler de maquinaria y equipamiento de oficinas (incluyendo ordenadores) |
| 72 | Informática y actividades relacionadas |

Por otro lado, la «*European Information Technology Observation*» (EITO) estructura las TIC de una forma más orientada al negocio, aportando la siguiente clasificación en sus análisis:



Tabla 2. Clasificación EITO del sector de las TIC. Fuente: EITO.

| | |
|---|--|
| <ul style="list-style-type: none"> • Equipos informáticos • Equipos de comunicación de uso final • Aparatos telefónicos y otras terminales • Aparatos de teléfonos móviles • Equipos de oficina • Equipos de comunicación de datos y redes • PBX y sistemas clave • Conmutación de paquetes y enrutamiento de equipos | <ul style="list-style-type: none"> • Transmisión y conmutación • Infraestructura de teléfono móvil • Otros equipos de comunicación de datos y redes • Productos de software • Servicios de TI • Servicios de transporte • Servicios fijos de telefonía de voz • Servicios fijos de datos • Servicios de telefonía móvil |
|---|--|

Sin embargo, para obtener mayor simplicidad, las TIC pueden clasificarse en:

- **Tecnologías:** pueden ser tecnologías de la información (tratamiento, almacenamiento, entrada y salida de datos, como hardware, componentes electrónicos o microsistemas) o de comunicación (redes tecnológicas y de transmisión).
- **Equipos:** se utiliza el concepto equipo para designar aparatos utilizados por el consumidor (denominados en inglés «*end-user-devices*»), como ordenadores, módems, teléfonos, televisiones, etc., o infraestructuras, como servidores, bases de datos, antenas, etc.
- **Servicios:** los servicios son el nivel final de las TIC, referidos al uso o aplicación de ordenadores o redes como base de la desmaterialización. En esta categoría pueden encontrarse servicios basados en el ordenador (tratamiento de datos, etc.), basados en las telecomunicaciones (teletrabajo, teleconferencias, telecompras, etc.), basados en Internet (*e-business*, *e-commerce*, *e-government*, *e-learning*, etc.) o basados en el GPS (sistemas de navegación, sistemas de seguridad, sistemas de control de tráfico, etc.).

4.2. Las TIC como parte de la solución al modelo energético

Debido a la gran importancia que da la Comisión Europea al desarrollo y empleo de las TIC, este sector ha entrado a formar parte del modelo



energético europeo. En este sentido, la Comisión Europea junto con el Parlamento, el Consejo y el Comité Económico y Social³, sugiere el desarrollo de una estrategia basada en la evolución de Europa hacia el liderazgo en el sector de las TIC, a través del fomento de la investigación e innovación en este campo, maximizando su impacto en la economía actual.

El empleo estandarizado de las TIC supondría un importante ahorro energético en diversos sectores como el de edificios y transporte, por ser los que más consumo energético conllevan. Según el documento SMART 2020⁴, si bien el sector TIC representará aproximadamente el 2,8% de las emisiones globales en 2020, este sector permitirá a otros sectores alcanzar reducciones muy significativas. En concreto, se estima que las TIC puedan suponer la reducción de aproximadamente 7,8 Gt CO₂ en 2020, lo que representaría el 15% de las emisiones previstas para ese año, en base a la proyección del escenario actual a futuro (escenario BAU, *Business-as-usual*).

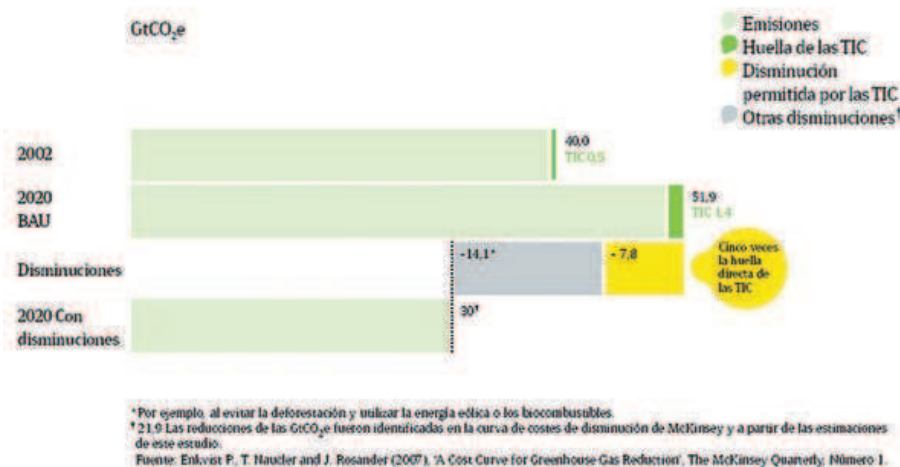


Figura 2. Huella global y potencial de reducción de emisiones de las TIC (Gt CO₂). Fuente: SMART 2020.

En concreto, las TIC son un factor clave en la reducción de las emisiones procedentes de los grandes focos de emisión de gases de efecto invernadero: edificios, transporte, energía e industria. Siendo las emisiones previstas para el 2020 según SMART 2020, de 51,9 Gt CO₂, las TIC aplicadas a estos sectores supondrían una reducción de:

3 «A Strategy for ICT R&D and Innovation in Europe: Raising the Game» (Brussels, 13.3.2009.) Disponible en: <http://eur-lex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=COM:2009:0116:FIN:EN:PDF>

4 SMART 2020: Enabling the low carbon economy in the information age. GeSI, 2008. Disponible en: http://www.smart2020.org/_assets/files/02_Smart2020Report.pdf



Guía sobre el potencial de las TIC para el ahorro y la eficiencia energética

Tabla 3. Capacidad de reducción de emisiones de las TIC respecto a las emisiones totales previstas para el 2020.

| SECTOR | CAPACIDAD DE REDUCCIÓN DE EMISIONES DE LAS TIC RESPECTO A LAS EMISIONES TOTALES PREVISTAS PARA EL 2020 |
|--------------|--|
| Edificios | 4,62% |
| Transporte | 4,24% |
| Energía | 4,05% |
| Industria | 2,12% |
| TOTAL | 15,03% |

A continuación se muestra de forma desglosada por acciones la reducción de emisiones alcanzada por la aplicación de las distintas TIC en los sectores de estudio:

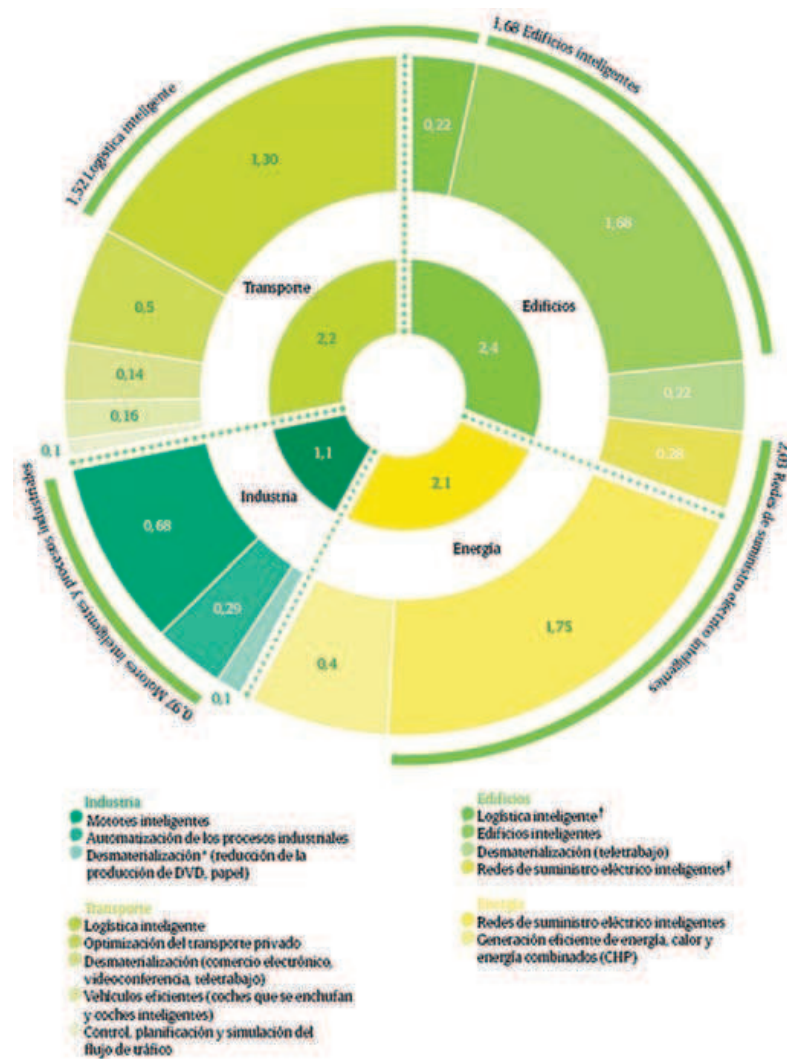


Figura 3. Reducción de emisiones por TIC y por sector en 2020 (Gt CO₂). Fuente SMART 2020.



Además, el uso de las TIC presenta otras grandes ventajas en importantes aspectos del cambio climático, como temas de adaptación, como la vigilancia ambiental (incendios) o la prevención de catástrofes naturales. En este sentido, el sector de las telecomunicaciones desarrolla un papel importante en la adaptación al cambio climático de los países en la medida que ofrece un soporte técnico para la recopilación de datos, lo que permite la monitorización continua de los parámetros de la tierra y permite procesarlos de cara a su análisis y posterior interpretación. Asimismo, permite crear alianzas multisectoriales para la coordinación de la implementación de soluciones globales.

4.3. Ahorros energéticos logrados mediante la utilización de TIC

Tal y como venimos explicando y como demuestran todos los estudios realizados, las TIC integradas en el modelo energético de las economías actuales suponen un importante ahorro en el consumo energético y una importante reducción de las emisiones.

Según el documento *«Impacts of Information and Communication Technologies on Energy Efficiency»* (2008) y, a modo de ejemplo, en un escenario eficiente en el que se hubiera fomentado el uso de las TIC dentro del modelo energético, se podrían alcanzar las siguientes reducciones de consumo: 35% en edificios residenciales, 17% en edificios del sector servicios y 10% en el sector industrial. Este mismo documento afirma que la aplicación de las TIC supondría en el 2020 a nivel europeo (UE-27) un ahorro energético de entre el 1,7% (escenario BAU, en el que se asume una continuidad de la situación actual) y el 32,5% (escenario sostenible o eco-escenario).

En particular, el empleo estandarizado de las TIC supondría un importante ahorro energético en diversos sectores como el de la climatización (calefacción, ventilación y aire acondicionado) y la iluminación, los motores eficientes o las infraestructuras energéticas. La siguiente figura muestra el poder reductor de las TIC en cuestión de consumo energético tanto en un escenario BAU como en un escenario eficiente.



Uso de electricidad y potencial de ahorro de energía en el sector de las TIC

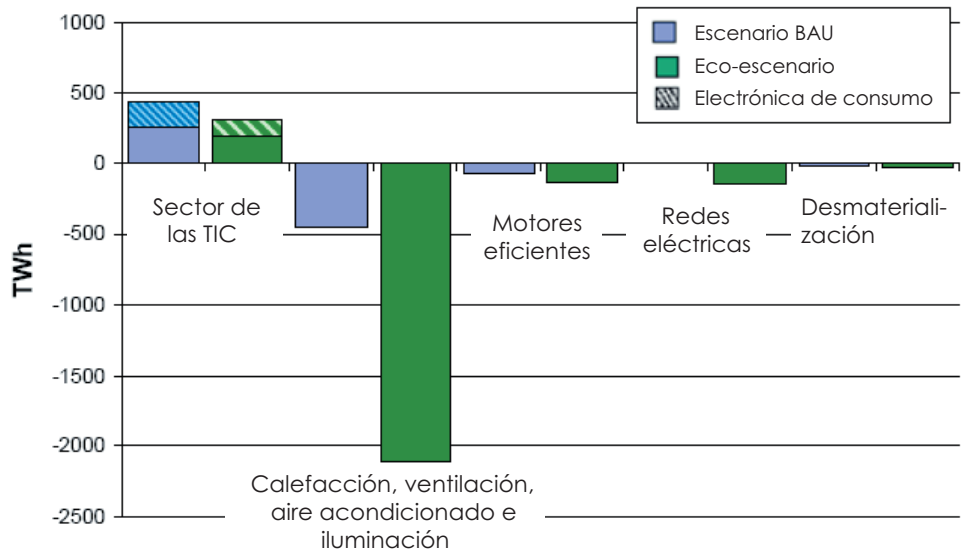
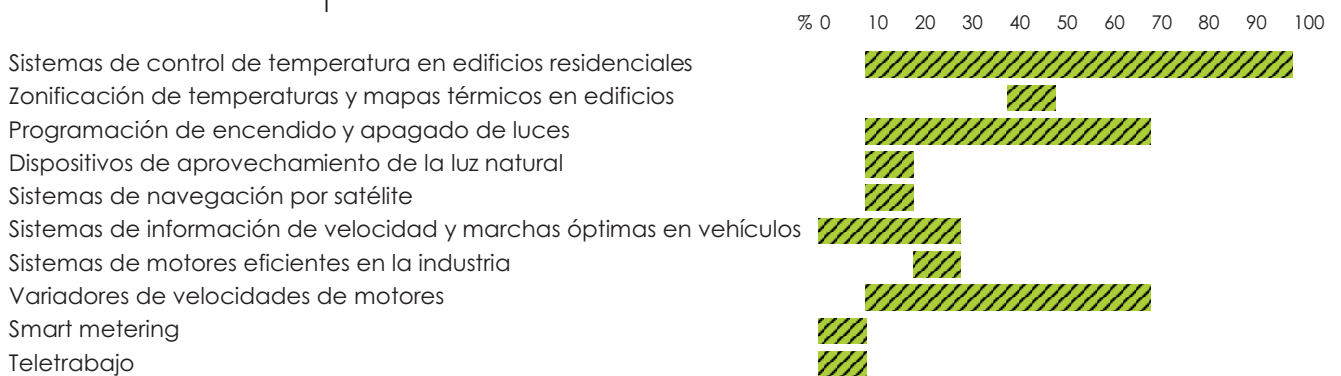


Figura 4. Energía consumida en el sector de las TIC y ahorros energéticos derivados de su empleo en otros sectores, en Europa (UE-27) en 2005. Fuente: *Impacts of ICT on Energy Efficiency*, Comisión Europea 2008.

A continuación se muestra el orden de magnitud del ahorro logrado con la aplicación de algunas TIC en base a otros estudios y referencias analizadas en el presente informe.

Tabla 4. Magnitud del ahorro energético de algunas TIC. Fuente: elaboración propia.



4.4. Oportunidades de negocio

A nivel mundial, el mercado de TIC se encuentra en un crecimiento del 4% anual. Según el informe SMART 2020, el sector de las TIC contribuyó en un 16% del crecimiento del PIB desde 2002 hasta 2007 y el



propio sector aumentó su cuota en el PIB mundial desde un 5,8% hasta 7,3%, durante ese mismo periodo. Se estima que la cuota del sector de las TIC alcance el 8,7% del crecimiento del PIB mundial entre los años 2007 y 2020. Estos datos avalan que el sector de las TIC desempeña un papel fundamental en el crecimiento de la economía mundial y en el desarrollo internacional.

Según la Comunicación de la Comisión Europea «*A Strategy for ICT R&D and Innovation in Europe: Raising the Game*» mencionada anteriormente, las TIC aportan las infraestructuras y herramientas esenciales para la creación, intercambio y difusión del conocimiento. La capacidad de innovación de cada sector se vería así estimulada, pudiendo este desarrollo contribuir al 40% del aumento de la productividad. La Comisión insiste en la oportunidad para Europa de progresar mediante la aplicación de TIC basadas en las herramientas de control y monitorización, que ayuden a optimizar la eficiencia energética, la seguridad en edificios y el transporte.

Actualmente, el sector TIC representa el 4,5% del PIB europeo. El desarrollo económico previsible en las sociedades Europeas y, en concreto, en la española, hace suponer que se seguirá produciendo un aumento de la demanda energética y que para poder dar cumplimiento a los nuevos objetivos de reducción de emisiones, dicha demanda deberá cubrirse de forma sostenible. Así, las plataformas tecnológicas de investigación y desarrollo que existen a nivel europeo (e.g. NEM, eMobility, NESSI, ARTEMIS y ENIAC) y cuyos ingresos proceden de fuentes regionales, nacionales o bien de la Comisión Europea, son una ilustración de la oportunidad de negocio que las TIC representan, puesto que la inversión realizada en dichas plataformas representa un empujón hacia el crecimiento económico y del empleo.

En el campo del MDL⁵, son todavía muy escasos los proyectos registrados por Naciones Unidas que estén enfocados a la reducción de emisiones gracias a la aplicación de TIC, existiendo un gran margen de desarrollo. A modo de ejemplo podemos citar el proyecto «PFC

5 El Mecanismo de Desarrollo Limpio (MDL) es un acuerdo suscrito en el Protocolo de Kioto, que permite a los gobiernos de los países desarrollados (o países Anexo1) y a las empresas, suscribir acuerdos para cumplir con metas de reducción de GEI en el primer periodo de compromiso comprendido entre los años 2008-2012, invirtiendo en proyectos de reducción de emisiones en países en vías de desarrollo (países no Anexo 1) como una alternativa para adquirir Reducciones Certificadas de Emisiones (RCE) a menores costos que en sus mercados.



Guía sobre el potencial de las TIC para el ahorro y la eficiencia energética

emission reductions at ALUAR Aluminio Argentino»⁶ registrado en el 2007 para la instalación de un nuevo algoritmo en el sistema de control automático (*Automatic Control System, ACS*) de una planta de producción de aluminio. Se espera que este proceso reduzca 412.730 toneladas de CO₂ en 10 años.

Observando la oportunidad de negocio desde otra perspectiva, las TIC permiten reducir los costes asociados a los consumos energéticos. Según el informe SMART 2020, la eficiencia energética proporcionada por las TIC se traduciría, a nivel mundial, en un ahorro de costes de aproximadamente 600.000 millones de euros en 2020. En este ahorro, participarían principalmente actuaciones como las que se presentan a continuación, y que se describen más adelante:

Tabla 5. Ahorros económicos y en emisiones derivados de la aplicación de algunas TIC a nivel global en el 2020.

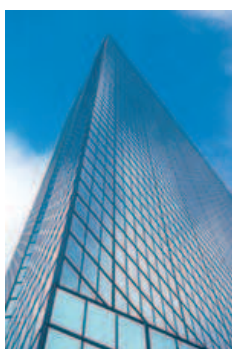
| TIC APLICADAS A NIVEL GLOBAL | VALOR ECONÓMICO DEL AHORRO ENERGÉTICO (MILLONES €) | REDUCCIÓN DE EMISIONES (Gt CO ₂ e) |
|---|--|---|
| Motores inteligentes | 68.000 | 0,97 |
| Sistemas de logística inteligente | 280.000 | 1,52 |
| Edificios inteligentes | 216.000 | 1,68 |
| Redes de suministro eléctrico inteligente | 79.000 | 2,03 |

⁶ <http://cdm.unfccc.int/UserManagement/FileStorage/4GHXAIIIF4OBQNT6MSU0AK7V3XCUO98>



5 ANÁLISIS DE OPORTUNIDADES DE AHORRO ENERGÉTICO MEDIANTE USO DE LAS TIC POR SECTORES

5.1. Edificación



El concepto de edificio inteligente podría definirse como aquel que combina innovaciones tecnológicas y no tecnológicas, con administración de los recursos del mismo, para maximizar la funcionalidad y el retorno de inversión. En general, un edificio inteligente sería aquél cuya gestión y control del conjunto de las instalaciones eléctrica, de climatización, de seguridad, informática y transporte, entre otras, se realizaran de forma integrada y

automatizada, con la finalidad de lograr una mayor eficacia operativa y, al mismo tiempo, un mayor confort y seguridad para el usuario.

Los objetivos más generales que se pretenden alcanzar con la construcción de edificios eficientes energéticamente son los siguientes:

Tabla 6. Objetivos esperados de los edificios eficientes energéticamente.

| | |
|---|---|
| <p>Objetivos generales</p> <ul style="list-style-type: none"> • Funcionalidad del edificio gracias a un adecuado diseño arquitectónico • Modularidad de la estructura e instalaciones del edificio • Mayor confort para el usuario • Incremento de la seguridad • Incremento de la estimulación en el trabajo | <p>Objetivos tecnológicos</p> <ul style="list-style-type: none"> • Disponibilidad de medios técnicos avanzados de telecomunicaciones • Automatización de las instalaciones • Integración de servicios |
| <p>Objetivos económicos</p> <ul style="list-style-type: none"> • Reducción de los altos costes de operación y mantenimiento • Incremento de la vida útil del edificio • Posibilidad de cobrar precios más altos por la renta o venta de espacio • Incremento del prestigio de la compañía | <p>Objetivos ambientales</p> <ul style="list-style-type: none"> • Creación de un edificio sostenible • Ahorro energético y reducción de emisiones de CO₂ |



Guía sobre el potencial de las TIC para el ahorro y la eficiencia energética

Para estos edificios se establecen tres grados de automatización catalogados desde el punto de vista tecnológico:

- **Grado 1.** Automatización mínima o básica. Existe una automatización de la actividad y los servicios de telecomunicaciones, aunque no están integrados.
- **Grado 2.** Automatización media. Sistemas de automatización de la actividad, sin una completa integración de las telecomunicaciones.
- **Grado 3.** Automatización máxima o total. Los sistemas de automatización del edificio, la actividad y las telecomunicaciones, se encuentran totalmente integrados.

Podría estimarse que las definiciones de edificio eficiente energéticamente que hemos visto están mayormente orientadas a edificios del sector servicios viéndose claramente perseguida la finalidad de un edificio de oficinas. Se distingue así del edificio eficiente, la vivienda eficiente, también denominada vivienda domótica.

Se entiende por domótica el conjunto de sistemas capaces de automatizar una vivienda, aportando servicios de gestión energética, seguridad, bienestar y comunicación, y que pueden estar integrados por medio de redes interiores y exteriores de comunicación, cableadas o inalámbricas, y cuyo control puede realizarse desde dentro y fuera del hogar. Así, el concepto de vivienda eficiente energéticamente puede definirse como una vivienda en la que se integra la tecnología en el diseño inteligente de un espacio.

A lo largo de este capítulo se analizará la situación actual en cuanto a consumo energético de los edificios y se analizarán las TIC a aplicar en los ámbitos de mayor peso, en relación al consumo energético, como la climatización, la iluminación y otros equipos eléctricos y electrónicos.

5.1.1 Consumo energético en edificios

Según la Directiva 2010/31/UE, de 19 mayo, del Parlamento Europeo y del Consejo de la Unión Europea, sobre la eficiencia energética de edificios, aproximadamente el 40% del consumo total de energía en



la Unión corresponde a este tipo de instalaciones, siendo estos la mayor fuente de emisiones de CO₂ en la Europa de los 15⁷.

Según un informe publicado en 2007 por la WBCSD «*Report on Energy Efficiency in Buildings*», el consumo energético en edificios a nivel mundial alcanzará un aumento del 45% en 2025 con respecto al 2002. Este informe estima que los edificios son responsables del 40% de la demanda energética actual, obteniendo 33% del aporte energético los edificios comerciales y el 67% los edificios residenciales.

En general, tanto en edificios residenciales como comerciales, el consumo energético se encuentra principalmente ligado a la calefacción, ventilación y aire acondicionado (*Heating, Ventilation and Air Conditioning, HVAC*), a la iluminación, la seguridad, al empleo de equipos eléctricos y electrónicos, así como al suministro eléctrico individual.

A continuación se presentan los consumos energéticos en edificios residenciales y comerciales y en oficinas en Europa en 2005 y las previsiones de consumo en 2020:

Tabla 7. Consumos energéticos de edificios en Europa (UE-27) en 2005 y previsiones para el 2020 por áreas. Fuente: *European Energy and Transport trends to 2030*, Comisión Europea 2008.

| CONSUMO ENERGÉTICO EN EDIFICIOS DEL SECTOR RESIDENCIAL | 2005 | | 2020 | |
|--|-------|-------------------|-------|--------------|
| | % | Mtep ⁸ | % | Mtep |
| HVCA | 66 | 202,6 | 64,0 | 215,0 |
| Agua caliente / Cocina | 22 | 67,5 | 21,0 | 72,0 |
| Iluminación | 4,5 | 13,8 | 4,5 | 15,0 |
| Equipos eléctricos y electrónicos / TIC | 7,5 | 23,0 | 10,1 | 34,0 |
| Total | 100,0 | 307,0 | 100,0 | 336,0 |
| CONSUMO ENERGÉTICO EN EDIFICIOS DEL SECTOR SERVICIOS (COMERCIAL/ OFICINAS) | 2005 | | 2020 | |
| | % | Mtep ⁸ | % | Mtep |
| HVCA | 56,6 | 82,0 | 53,0 | 92,5 |
| Agua caliente / Cocina | 22,4 | 32,5 | 19,5 | 34,0 |
| Iluminación | 3,8 | 5,5 | 3,4 | 6,0 |
| Equipos eléctricos y electrónicos / TIC | 17,2 | 25,0 | 24,1 | 42,0 |
| Total | 100,0 | 145,0 | 100,0 | 174,5 |

7 ICT for a Low Carbon Economy. Smart Buildings. European Commission, July 2009.

8 Tep: tonelada equivalente de petróleo. Su valor equivale a la energía que hay en una tonelada de petróleo y, como puede variar según la composición de éste, se ha tomado un valor convencional de: 1 tep = 41.868.000.000 julios = 11.630 kWh.



Guía sobre el potencial de las TIC para el ahorro y la eficiencia energética

Tal y como puede observarse en la tabla anterior, la mayor parte de la energía consumida en el 2005 en los edificios fue directamente causada por la climatización, representando esta acción el 66% en el sector residencial y el 56,6% en el sector servicios. En cuanto a las previsiones para el año 2020, se observa que el porcentaje por área de uso de la energía es similar al obtenido en el 2005, si bien se espera un aumento del consumo energético global del 9,4% en edificios residenciales y del 20% en el sector servicios. La tabla muestra asimismo una previsión de aumento del consumo energético por utilización de equipos eléctricos y electrónicos y TIC en edificios, siendo el incremento previsto del 2,6% en sector residencial y del 6,9% en el sector servicios.

A continuación se describen con más detalle las anteriores áreas de consumo y las TIC asociadas a las mismas:

5.1.2. Climatización (calefacción, ventilación y aire acondicionado)

La climatización de los edificios es la actividad que mayor cantidad de energía consume. El consumo energético ligado a la climatización de edificios viene de la utilización de todo tipo de combustibles fósiles (sólidos, líquidos, gaseosos e incluso procedentes de fuentes renovables), siendo la proporción de consumo eléctrico del 23% en edificios residenciales y del 42% en el sector servicios, en 2005, y esperándose un ligero aumento en esta proporción para el 2020.

Sistemas pasivos y activos

En el ámbito de la climatización, puede realizarse una diferenciación técnica entre los sistemas pasivos y activos. Los sistemas pasivos de climatización incluyen el diseño y la construcción del edificio con la intención de minimizar las pérdidas térmicas a través de muros o ventanas. En estos casos, la antigüedad de los edificios será un factor negativo, de forma que, cuanto más antiguo sea el edificio, dispondrá, en la mayoría de los casos, de un sistema de aislamiento menos eficiente que los edificios de nueva construcción. Esto es debido a la propia evolución de la tecnología de los materiales, de las técnicas constructivas y del conocimiento.

Los sistemas activos de climatización incluyen la instalación de equipos eficientes de climatización combinados con eficaces sistemas de



control. Los sistemas activos emplean sensores de temperatura tanto interior como exterior, humedad, luz o de corrientes de aire para la monitorización de dichos parámetros y distintos algoritmos para el control de los mismos, asegurando así el funcionamiento optimizado de los equipos en función de la demanda y de la necesidad. La transmisión de información entre los sensores y los equipos de control puede ser tanto alámbrica como inalámbrica.

En los sistemas activos, las TIC realizan las siguientes funciones:

- Monitorización de parámetros (sensores)
- Transmisión de los datos monitorizados (red de transmisión)
- Tratamiento, almacenamiento y visualización de los datos (sistema de control/ ordenador)
- Control de los equipos del edificio (accionador).

Aplicación de TIC para el ahorro energético en climatización de edificios

La aplicación de TIC en este ámbito permite llevar un control en tiempo real de los parámetros ligados a la temperatura en el interior y exterior de un edificio, y regular los equipos de calefacción, ventilación y aire acondicionado, optimizando su funcionamiento en función de la necesidad que se verá modificada según las condiciones climáticas externas (según la época del año, la hora del día o región geográfica en la que se ubique), el número de personas que se encuentren en el interior del edificio, etc.

En edificios residenciales las TIC aplicadas a la programación de equipos permiten la programación y zonificación de los radiadores y aparatos de aire acondicionado de forma que sólo se enciendan los que se encuentren en las habitaciones ocupadas de una casa y se apaguen por las noches. En edificios comerciales, la tecnología *Dynamic Smart Cooling* (DSC), basada en la medición de la temperatura en tiempo real en distintos lugares mediante una red de sensores térmicos, y el *Thermal Zone Mapping* (TZM), que ofrece un modelo en 3 dimensiones del funcionamiento de cada salida de aire acondicionado denominado mapa de zonas térmicas, permiten ajustar con-



Guía sobre el potencial de las TIC para el ahorro y la eficiencia energética

tinuamente la temperatura de salida del aire de cara a optimizar la energía empleada.

A pesar de la dificultad de estimar el ahorro energético producido por la aplicación de las TIC en el ámbito de la climatización en los edificios debido a los numerosos factores que influyen en dicho cálculo (estado de conservación de los edificios, incentivos financieros existentes para la aplicación de nuevos equipos y tecnologías, condiciones climáticas de las distintas regiones, etc.), se establecen, a continuación, unos datos aproximativos de ahorros energéticos para el 2020.

Tabla 8. Ahorro energético de las TIC aplicadas en el ámbito de la climatización en edificios en 2020. Fuente: *Impacts of ICT on Energy Efficiency*, Comisión Europea 2008.

| | % DE AHORRO ENERGÉTICO ESPERADO PARA EL 2020 | REDUCCIÓN EQUIVALENTE DE EMISIONES DE CO ₂ |
|--------------------------------|--|---|
| Edificios residenciales | 15% | 67,8 Mt CO ₂ ⁹ |
| Edificios comerciales | 20% | 23,7 Mt CO ₂ ¹⁰ |

La previsión de un porcentaje mayor de reducción del consumo energético en edificios comerciales que en edificios residenciales se debe a que se asume un mayor poder económico por parte de los propietarios de edificios comerciales, etc., que derivarán en mayores posibilidades de modernización de los equipos existentes y de instalación de sistemas de control y monitorización de datos.

Según el informe SMART 2020 la automatización de la climatización supondría una reducción del 13% del consumo energético en calefacción, ventilación y aire acondicionado, así como la ventilación bajo demanda reduciría el 4% de las emisiones por calefacción/refrigeración en edificios comerciales (excepto almacenes). A continuación se presentan las principales TIC aplicadas a este sector y sus potenciales de reducción de consumo energético:

9 Empleando el factor de emisión para el sector residencial en 2020 de 1,44 t CO₂/tep, publicado en el informe «*European Energy and Transport- Trends to 2030*» de la Comisión Europea (2008).

10 Empleando el factor de emisión para el sector servicios en 2020 de 1,28 t CO₂/tep, publicado en el informe «*European Energy and Transport-Trends to 2030*» de la Comisión Europea (2008).

| ACTUACIÓN | DESCRIPCIÓN CONCEPTUAL DEL AHORRO ENERGÉTICO | TIPO DE ACTUACIÓN | REDUCCIÓN DE CONSUMO ENERGÉTICO | FUENTE |
|--|---|---|---------------------------------|------------------------|
| Sistema de control de temperatura de calefacción y aire acondicionado en edificios residenciales | Medición continua de la temperatura del aire permite ajustar más eficientemente la temperatura de salida del fluido de la caldera | Sensores de temperatura, humedad, luz o corrientes de aire, red de transmisión, ordenador, accionador, etc. | 10 - 89% | Comisión Europea, 2008 |
| Zonificación de temperatura y creación de mapas térmicos en edificios comerciales | Estas tecnologías permiten ajustar continuamente la temperatura de salida del aire de cara a optimizar la energía empleada | Red de sensores térmicos, ordenadores, programas Thermal Zone Mapping (TZM) y Dynamic Smart Cooling (DSC) | 45% | Comisión Europea, 2008 |

5.1.3. Iluminación

La iluminación es otra importante fuente de consumo eléctrico en edificios tanto residenciales como comerciales y de oficinas y representa alrededor del 5% del consumo energético en las instalaciones.

En el ámbito de la iluminación se prevén los siguientes datos de consumo:

Tabla 9. Consumo energético en edificios en el ámbito de la iluminación.
Fuente: *Impacts of ICT on Energy Efficiency*, Comisión Europea 2008.

| CONSUMO ENERGÉTICO EN EDIFICIOS EN EL ÁMBITO DE LA ILUMINACIÓN | 2005 | 2020 |
|--|----------|-----------|
| Sector residencial | 160 TWh | 174.5 TWh |
| Sector servicios | 64,0 TWh | 69,8 TWh |

Aplicación de TIC para el ahorro energético en iluminación de edificios

La reducción del consumo energético en el ámbito de la iluminación sigue habitualmente dos enfoques: la sustitución de puntos de luz por nuevos puntos más eficientes y la mejora del sistema de control de la iluminación, en el que intervienen directamente las TIC.



Guía sobre el potencial de las TIC para el ahorro y la eficiencia energética

Tanto en el interior como en el exterior de un edificio residencial, comercial o de oficinas, las luces deben poder encenderse, apagarse y regularse en función de las necesidades. De esa forma, se optimizaría el consumo de luz y, por consiguiente, se reduciría el consumo eléctrico y las emisiones de CO₂ a la atmósfera. Esto se consigue mediante la instalación de sistemas de control que regulen la operación de los distintos puntos de luz en respuesta a una señal externa, como puede ser el contacto manual sobre un interruptor, la ocupación del edificio, un temporizador, el nivel de luz que entra desde el exterior, etc. Las TIC aplicables en sistemas de control de la iluminación son:

- *Temporizadores*: basado en la instalación de un interruptor horario que encienda y apague las luces de forma automática dentro de un horario predeterminado. Los temporizadores son mecanismos eléctricos cuya misión es desconectar las luces al cabo de un tiempo de permanecer encendidas. Funciona por medio de la yuxtaposición de dos circuitos eléctricos. También incluye unos pulsadores montados en paralelo que cierran el circuito de iluminación. (Ahorro energético aproximado del 10%).



- *Detectores de presencia para un control de la ocupación*: basado en el encendido de luces cuando alguna persona se encuentre en la zona a iluminar y apagado de las mismas cuando la persona se haya marchado mediante la instalación de detectores de movimiento de tecnología de detección infrarroja o ultrasónica. Deberá valorarse antes de su instalación la utilidad de este equipo en un espacio concreto. (Ahorro energético aproximado de entre el 20 y el 60%).



- *Sensores de luminosidad ambiente para el aprovechamiento de la luz diurna*: basado en la instalación de fotocélulas que reciben la luz natural procedente del exterior del edificio y envían una señal al centro de control, para adaptar automáticamente la iluminación artificial a los cambios del entorno, de forma tal que en días soleados el consumo sea el mínimo. (Ahorro energético aproximado del 10%).





El sector TIC interviene también en las etapas posteriores de transmisión de datos obtenidos por los sensores hasta un panel de control, software de tratamiento de los datos recogidos, etc. Todo ello forma parte de un sistema de control del alumbrado que proporciona una iluminación de calidad sólo cuando es necesario y durante el tiempo preciso, y permite obtener sustanciales mejoras en la eficiencia energética de la iluminación de un edificio.

Tal y como muestra la tabla, la aplicación de un sistema de iluminación eficiente permite generar importantes ahorros en el consumo y en el coste económico. A modo de ejemplo, el consumo energético en oficinas puede verse reducido en un 30 a 50% con la instalación de un sistema de control de la iluminación adecuado, recuperando así la inversión en 2 a 3 años¹¹.

Según el informe SMART 2020 la automatización de la iluminación supondría una reducción del 16% del consumo energético en iluminación. A continuación se presentan las principales TIC aplicadas a este sector y sus potenciales de reducción de consumo energético:

| ACTUACIÓN | DESCRIPCIÓN CONCEPTUAL DEL AHORRO ENERGÉTICO | TIPO DE ACTUACIÓN | REDUCCIÓN DE CONSUMO ENERGÉTICO | FUENTE |
|---|--|---|---------------------------------|--|
| Programación temporal de encendido y apagado de luces | Permiten apagar las luces según un horario establecido para evitar que estén encendidas más tiempo del necesario | Temporizadores de apagado | 10% | Agencia Valenciana de la Energía |
| Programación temporal de encendido y apagado según el uso | Permiten el encendido de luces únicamente cuando alguna persona se encuentre en la zona a iluminar y el apagado de las mismas cuando ésta se haya marchado | Detectores de presencia | 20-60% | Comunidad de Madrid |
| | | | 35-45% | <i>The Green Light Program.</i> Comisión Europea |
| Aprovechamiento de la luz natural | Se trata de aprovechar al máximo la luz natural para encender la luz artificial únicamente cuando la luz natural no sea lo suficientemente intensa | Sensores de la luminosidad ambiente existente | 10% | Agencia Valenciana de la Energía |

11 *Impacts of ICT on Energy Efficiency. European Commission (2008)*
ftp://ftp.cordis.europa.eu/pub/ftp7/ict/docs/sustainable-growth/ict4ee-final-report_en.pdf



5.1.4. Otros equipos eléctricos y electrónicos

Esta categoría de equipos eléctricos y electrónicos incluye los siguientes dispositivos: sistemas de control instalados en ascensores y escaleras mecánicas, equipos de seguridad (alarmas de incendios, detectores de presencia, cámaras de seguridad, control de acceso), y equipos electrodomésticos como neveras, congeladores, lavadoras, etc. Estos dispositivos se emplean principalmente en el sector residencial y su consumo eléctrico en el año 2005 en Europa fue de 799,2 TWh, siendo los equipos eléctricos y electrónicos responsables del 44,7%.

A continuación se analizan los tres grupos de equipos eléctricos y electrónicos identificados:

a) Sistemas de control instalados en ascensores y escaleras mecánicas

Los ascensores consumen entre el 3 y el 5% de la energía en edificios modernos. Las TIC encuentran su aplicación principalmente en el mantenimiento y las medidas de seguridad en caso de avería. Existen programas que monitorizan el funcionamiento diario de los ascensores de forma que detecten un comportamiento anómalo con la mayor rapidez, llegando incluso a actuar antes de la avería del sistema.

La aplicación de TIC en escaleras mecánicas permite instalar detectores de presencia para la puesta en marcha automática de la escalera y para la parada de la misma cuando no haya nadie. También permite variar la velocidad de movimiento en función de la cantidad de personas que transporte.

b) Sistemas de seguridad

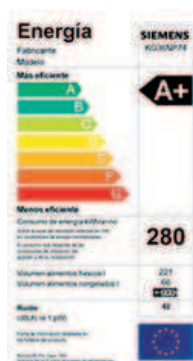
Los sistemas de seguridad contribuyen en un muy pequeño porcentaje al consumo energético de edificios. Los sistemas de seguridad se componen de detectores y alarmas de incendio, cámaras de vigilancia, puertas y ventanas automáticas, timbre y telefonillo. Los sistemas de seguridad están habitualmente integrados en la infraestructura de los edificios y forman parte de la domótica en edificios residenciales.



La aplicación de las TIC en este ámbito está relacionada con la instalación de sensores y sistemas de monitorización y control. El avance de las tecnologías permite el empleo de equipos más pequeños y eficientes.

c) Electrodomésticos

La aplicación de las TIC en el ámbito de los electrodomésticos se basa en transformadores de energía, sistemas de control, interruptores, temporizadores, etc., que la mayoría de los equipos actualmente en venta llevan ya integrados debido a los requisitos cada vez más exigentes en eficiencia energética, como los derivados de la Directiva EuP. De cara al futuro, las TIC en electrodomésticos evolucionarán hacia la integración de dichos equipos en las tareas domésticas.



5.1.5. Conclusiones

Las TIC contribuyen al ahorro y eficiencia energética en edificios mediante:

- 1) la *conexión* de todos los elementos individuales de la infraestructura y del sistema eléctrico y electrónico del edificio para un mayor control y aprovechamiento de la energía,
- 2) la *flexibilidad* que permite modular y regular los consumos en función de las necesidades,
- 3) el *aporte de información* mediante la monitorización de los parámetros, que dota al administrador de una información principal para la regulación y optimización del consumo.



Guía sobre el potencial de las TIC para el ahorro y la eficiencia energética

A nivel global, la tecnología de los edificios eficientes energéticamente podría reducir potencialmente las emisiones en 1,68 Gt CO₂e, equivalente a un ahorro de 187.000 millones de euros gracias al ahorro energético¹².

Actualmente existen distintas barreras para la transformación del sector edificios en un sector eficiente energéticamente como son la falta de incentivos para una inversión en la tecnología de edificios eficientes energéticamente, la lentitud del sector de la construcción a la hora de adoptar nuevas tecnologías (típicamente, un ciclo de 20 a 25 años para las unidades residenciales y de 15 años para los edificios comerciales), la falta de técnicos preparados para manipular los complejos sistemas de gestión de edificios, el diseño y la construcción únicos para cada edificio, dificultan la aplicación de los estándares comunes para la eficiencia y las operaciones, entre otras, que deberán ir superándose poco a poco para alcanzar la mayor eficiencia energética en el sector.

5.2. Transporte



El transporte de personas y mercancías es uno de los principales sectores de la economía, fundamental para la competitividad económica y uno de los principales ejes de actuación de la política económica común europea.

En la actualidad, el transporte representa el 10% del PIB de la Unión Europea y emplea a más de 10 millones de personas, por otra parte, es el principal consumidor de energía primaria con un consumo del 31% del total y uno de los principales responsables de las emisiones de GEI con una tasa del 24% de las emisiones globales. Además, el coste asociado por la congestión, problemas de medio ambiente, accidentes, ruidos y otros suponen un 1% del PIB europeo.

El sector del transporte se encuentra en un permanente conflicto, entre una sociedad que cada vez demanda más capacidad de movilidad e intercambio de mercancías, pero que sufre consecuentemente los impactos asociados de congestión de redes y deterioro del medio ambiente.



Hasta hace poco, las políticas de transporte comunitarias, se basaban en la realización de importantes inversiones para aumentar las infraestructuras asociadas. En la última década y a partir del Libro blanco de la política europea de transporte, se proponen otro tipo de soluciones a partir de las nuevas tecnologías para hacer un sistema de transporte sostenible. Siguiendo esta nueva política europea de transporte, se están desarrollando nuevas herramientas tecnológicas que den solución a los problemas del aumento de los intercambios comerciales, la ineficiencia energética de los medios de transporte o los complicados sistemas logísticos, teniendo en cuenta que el aumento de las infraestructuras no es ilimitado.

Tradicionalmente se ha considerado que la aplicación de las TIC tiene tres efectos positivos para resolver los problemas del transporte: 1) aplicaciones que permiten reducir la demanda de transporte, 2) las que permiten aumentar la eficiencia de consumo energético en los medios de transporte y 3) las que permiten elegir el medio más eficiente de transporte.

De esta forma, a continuación analizaremos con más detalle el sector transporte y su evolución en los últimos años, y estudiaremos la posibilidad de aplicación de las TIC para el ahorro energético en relación a los sistemas inteligentes de transporte y la logística inteligente. Si bien las TIC también contribuyen a la mejora de la eficiencia energética en el transporte de personas por la reducción de la necesidad de desplazamientos, este ámbito de aplicación se analizará en el apartado 5.4 de desmaterialización de actividades.

5.2.1. Consumo energético en el sector transporte

El sector transporte es un gran y creciente consumidor de combustible y, por lo tanto, emisor de GEI, responsable del 24% de las emisiones globales. A continuación se muestra el consumo energético del sector transporte en Europa en relación con otros sectores:



Tabla 10. Consumo energético por sectores en Europa (EU-27) en 2005 y previsiones para 2020. Fuente: *European Energy and Transport trends to 2030*, Comisión Europea 2008.

| CONSUMO ENERGÍA EU | 2005 | 2005 | 2020 | 2020 |
|---------------------------------|-------------|--------------|-------------|--------------|
| Demanda final por sector | % | Mtep | % | Mtep |
| Industria | 27,8 | 324,5 | 27,3 | 367,7 |
| Residencial | 26,3 | 307,0 | 24,9 | 336,0 |
| Servicios/Agricultura | 14,9 | 173,7 | 15,2 | 205,5 |
| Transporte | 31,0 | 361,7 | 32,5 | 438,6 |
| Total | 100,0 | 1.166,9 | 100,0 | 1.347,8 |

En 1990, el transporte consumía el 39,5% de la energía primaria total en España y en 2004 el 40,7%¹³. En 2004 el consumo final energético del sector transporte fue de 38.378 Mtep. Además de ser el sector económico con mayor consumo final energético, el transporte es el sector con mayor consumo de derivados del petróleo (55,2% en 2004). En términos absolutos, las emisiones de GEI procedentes del transporte crecieron en el periodo 1990-2004 un 66%. A un ritmo de crecimiento anual de 3,7%, las emisiones podrían llegar a doblarse en poco más de 20 años. El crecimiento de estas emisiones es debido fundamentalmente al transporte de viajeros por carretera en vehículos privados y al transporte de mercancías por carretera. Sólo el transporte por carretera es responsable del 84% del total de las emisiones del sector.

La utilización del transporte privado de viajeros y la consiguiente elección modal, vienen determinados por la renta anual por habitante así como por el precio de los combustibles y el coste de los automóviles. Del mismo modo, en el transporte de mercancías la elección modal viene influida por el tipo de mercancía transportada, los costes asociados y la naturaleza de la red de transporte. En los países industrializados y desarrollados, el transporte de productos intermedios y finales es cada vez más importante, utilizándose en su mayoría camiones. En 2005 el transporte por carretera representó el 90% de los viajeros-km y el 85% de las toneladas-km transportados, dejando muy atrás al avión, al ferrocarril y al transporte por tubería.

El mencionado crecimiento importante de emisiones de GEI del sector del transporte no se explica sólo por el crecimiento demográfico, ni siquiera por el crecimiento económico, que tienen ratios



de crecimiento menores. Eso indica que los procesos productivos en general tienen un consumo creciente de transporte, contrariamente a los objetivos comunitarios de generar crecimiento económico con menores aumentos de los flujos de transporte de viajeros y mercancías.

5.2.2. Sistemas de Transporte Inteligentes

Sólo hace falta imaginar un futuro en el que los coches puedan prevenir y evitar los accidentes, seleccionar la ruta más rápida, aplicar la información sobre el tráfico en la decisión de la ruta a tomar, identificar el aparcamiento más cercano y minimizar sus emisiones de carbono, para hacerse una idea del potencial de desarrollo que tienen las TIC en este sector. En concreto la tecnología empleada en este caso es denominada Sistemas de Transporte Inteligentes (*Intelligent Transport Systems, ITS*).

Los Sistemas de Transporte Inteligentes pueden definirse como sistemas que emplean una combinación de ordenadores, tecnologías de comunicación, de posicionamiento y de automatización para convertir la información disponible en seguridad, gestión y eficiencia energética. El ITS incorpora cuatro componentes principales, tal y como se muestra en la siguiente figura:

- *Vehículos*, que podrán ser localizados, identificados y controlados mediante el ITS.
- *Usuarios*, que emplearán el ITS para la navegación y la obtención de información sobre el viaje y capacidades de su vehículo.
- *Infraestructura*, sobre la que el ITS puede aportar monitorización, detección, control, gestión y funciones de administración.
- *Redes de comunicación*, permitirán la comunicación inalámbrica en los vehículos y los usuarios.

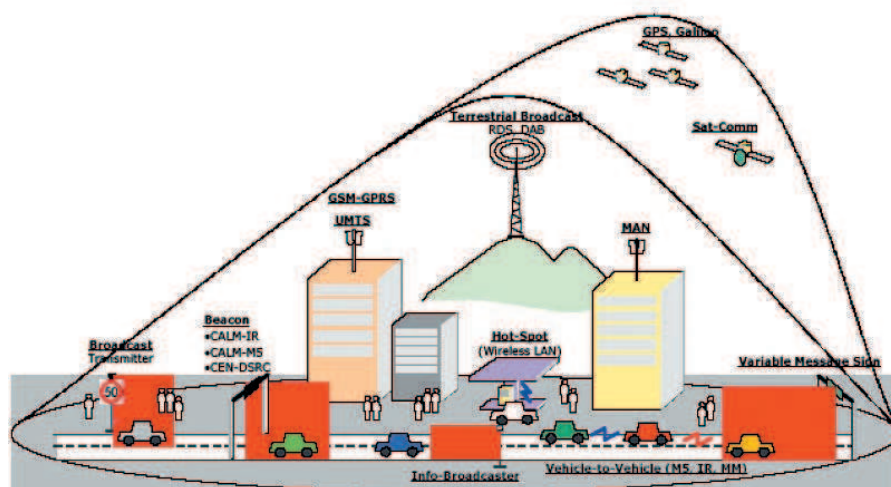


Figura 5. Componentes principales del Sistema Inteligente de Transporte.
Fuente: *The CALM Forum/ISO TC 204, reprinted in ITU-R Land Mobile Handbook, Vol 4: Intelligent Transport Systems, 2006*¹⁴.

Aplicación de TIC para el ahorro energético en Sistemas de Transporte Inteligentes

La aplicación de las TIC en este ámbito, y el mayor reto de cara al futuro, está principalmente relacionada con la seguridad. No obstante, existen numerosas y variadas aplicaciones en otros ámbitos: control automático de accesos y peaje, sistemas de gestión de mercancías, transporte público, información del tráfico y del viajero, sistemas de control del tráfico, gestión de aparcamientos, base de datos geográfica, bases de datos de tráfico, identificación automática de vehículos y equipos, y recuperación de vehículos robados, entre muchos otros.



En este apartado nos detendremos únicamente en las TIC que, integradas en los Sistemas de Transporte Inteligentes, permitan un uso más eficiente del combustible.

a) *TIC que fomentan la reducción del consumo energético directa o indirectamente:*

- *Sensores de medición de velocidad.* La existencia de este tipo de dispositivos en las carreteras obliga a los conductores a reducir la velocidad de su trayecto permitiendo forzar menos el vehículo y consumir menos combustible. Actualmente se están implantando



con mayor frecuencia dentro de las ciudades las cámaras de detección de la velocidad media. Instalando una cámara a la entrada de una calle y otra a la salida, estos dispositivos calculan la velocidad media de circulación en dicho tramo.



- *Sistemas de limitación de la velocidad del vehículo (Intelligent Speed Adaptation, ISA).* La instalación de estos dispositivos permite obtener una señal de aviso o la regulación automática, dependiendo del sistema instalado de la velocidad máxima de un vehículo en función del límite de velocidad permitido en el tipo de vía en la que se encuentre. Se estiman importantes ahorros de combustible¹⁵.
- *Sistemas de Navegación por satélite.* El estadounidense *Global Positioning System (GPS)* y el ruso *Global Orbiting Navigation Satellite System (GLONASS)* son los dos sistemas de navegación por satélite actualmente operativos. Los dos sistemas utilizan las señales recibidas por satélite para proporcionar información de posicionamiento

15 Speed Limit Adherence and its Effect on Road Safety and Climate Change – Carsten et al, University of Leeds, (October 2008) <http://www.lowcvp.org.uk/assets/presentations/Oliver%20Carsten%20-%20Institute%20of%20Transport%20Studies%20Leeds%20Univ.pdf>



Guía sobre el potencial de las TIC para el ahorro y la eficiencia energética

con el apoyo de una cartografía adecuada para trazar las rutas. Estos dispositivos facilitan la selección de la ruta más adecuada, reducen la posibilidad de pérdidas y el uso eficiente del combustible. Un estudio llevado a cabo en Dusseldorf y Munich, demostró que los conductores que hacían uso de sistemas de navegación obtenían un 12% de eficiencia en el consumo de combustible, medido por litros de combustible cada 100 km, viéndose el consumo de combustible reducido de 8,3 a 7,3 l/ 100 km¹⁶.

- *Servicios web de información del estado actual de las carreteras y previsiones para que el usuario pueda evitar las horas punta de tráfico cuando tenga que desplazarse y así optimizar el uso del vehículo durante su trayecto evitando la congestión de las carreteras.* El Grupo de Infraestructuras de DRIVE en el informe de febrero de 1992 calculó que una modesta disminución del 10% en la congestión de las carreteras supondría un ahorro de unos 10.000 millones de euros anuales.
- *Información satélite «Google Map» y Google maps «street view», permiten al igual que el GPS visualizar el camino antes de recorrerlo de forma que no se realice un consumo mayor del necesario por tomar un camino más largo o por perderse.*
- *Sistemas de información sobre la velocidad o las marchas óptimas para el tipo de vía sobre el que se esté circulando.* Mediante este sistema, la marcha empleada será siempre la más adecuada a la velocidad, permitiendo la eficiencia energética del vehículo y el ahorro en el consumo de combustible al no forzar el motor. Se estima que el empleo de estos dispositivos podría ahorrar entre un 5% y un 25% del consumo de combustible, dependiendo de los hábitos del conductor¹⁷.
- *Sistemas de comunicación entre vehículos o desde un vehículo a la vía o infraestructura.* Estos sistemas se basan en los protocolos de



16 Nota de prensa de Navteq del 22 de abril de 2009. Disponible en: <http://www.navteq.com/webapps/NewsUserServlet?action=NewsDetail&newsId=723&lang=en&englishonly=false>

17 Smarter Moves: http://www.sd-commission.org.uk/publications/downloads/SDC_Smarter_Moves_w.pdf



comunicaciones para aplicaciones de tráfico basados en WAVE (*Wireless Access for the Vehicular Environment*). Se trata de protocolos de intercambio de datos entre vehículos moviéndose a alta velocidad o entre vehículos y los equipos de la vía. Sirven para poder recibir información del estado de la vía o de otros vehículos y automáticamente se activan los diferentes sistemas instalados en el vehículo como los sistemas de ayuda a la frenada, el sistema de control de estabilidad o los limpiaparabrisas, etc. Al mismo tiempo, la información recogida por nuestro vehículo podrá avisar a otros que circulen en las proximidades. Los ahorros energéticos se producen por optimización en la conducción.

b) TIC que pueden influir en la selección modal de transporte más eficientes:

- *Sistemas de adaptación del tráfico (Adaptive Traffic Management)*, que permiten modificar automáticamente las señales de tráfico y semáforos para dar prioridad al transporte público o actuar para descongestionar el tráfico en alguna zona. El ahorro se produce por la elección del medio más eficiente.
- *Información a tiempo real sobre horarios de autobuses en las paradas*. Permite estimar el horario de llegada del siguiente autobús y supone una valiosa información para el usuario que puede conocer el tiempo de espera ayudando a elegir este tipo de transporte en lugar de otros menos eficientes. Los ahorros se derivan por la elección del medio más eficiente.
- *Prestación de servicios de Internet y wi-fi y cobertura de móvil en metros, trenes y autobuses*. Fomenta el interés de los pasajeros por utilizar estos medios de transporte ya que pueden aprovechar el tiempo de viaje. Ahorros derivados por la elección del transporte más eficiente.
- *Internet para la compra y reserva de billetes*. Dota de una gran flexibilidad y facilidad a la hora de reservar o comprar billetes de autobús, tren y de avión, evitando desplazamientos innecesarios a aeropuertos y estaciones, ayudando a elegir el medio de transporte más eficiente.

A continuación se presentan las principales TIC aplicadas a este sector y sus potenciales de reducción de consumo energético:

| ACTUACIÓN | DESCRIPCIÓN CONCEPTUAL DEL AHORRO ENERGÉTICO | TIPO DE ACTUACIÓN | REDUCCIÓN DE CONSUMO ENERGÉTICO | FUENTE |
|--|---|---|---|---|
| Detección de la velocidad | La reducción de la velocidad es una práctica de conducción eficiente puesto que reduce el consumo de combustible del vehículo | Sensores de medición de velocidad | A modo orientativo, la reducción de la velocidad de un automóvil de 150 a 120 km/h permite disminuir el consumo de combustible hasta un 40% | Comisariado Europeo del Automóvil (CEA) |
| Sistemas de limitación de la velocidad del vehículo | La reducción de la velocidad es una práctica de conducción eficiente puesto que reduce el consumo de combustible del vehículo | Tecnología ISA (<i>Intelligent Speed Adaptation</i>) | Ahorro estimado de 6.460*10 ⁶ litros de fuel entre 2010 y 2070 | Carsten et al, University of Leeds, 2008 |
| Sistemas de Navegación por satélite | Ahorro energético por la reducción de tiempo de transporte | Tecnología GPS | 12% | Navteq, 2009 |
| Servicios web de información del estado actual y previsiones de las carreteras | Ahorro de energía por reducción de la congestión en las carreteras | Tecnología GPS | No disponible | |
| Información satélite «Google Map» y Google maps «street view» | Ahorro de energía derivado de la optimización de la ruta, tiempo y distancia recorrida | Tecnología GPS | No disponible | |
| Sistemas de información sobre la velocidad o la marcha óptimas para el tipo de vía sobre el que se esté circulando | Ahorro de energía derivado de la optimización de la conducción. Práctica de una conducción eficiente | Indicador de velocidad, Indicador de cambio de marcha | 5 - 25% del consumo de combustible | Smarter Moves. Sustainable Development Commission, 2010 |
| Sistemas de comunicación entre V/V o I/V | Ahorro de energía derivado de la optimización de la conducción | WAVE (<i>Wireless Access for the Vehicular Environment</i>) | No disponible | |
| Sistemas de adaptación del tráfico | Ahorro de energía proporcionado por la elección del sistema de transporte más eficiente | — | No disponible | |

| ACTUACIÓN | DESCRIPCIÓN CONCEPTUAL DEL AHORRO ENERGÉTICO | TIPO DE ACTUACIÓN | REDUCCIÓN DE CONSUMO ENERGÉTICO | FUENTE |
|--|---|---|---------------------------------|--------|
| Información a tiempo real sobre horarios de autobuses en las paradas | Ahorro de energía proporcionado por la elección del sistema de transporte más eficiente | Tecnología ATM | No disponible | |
| Prestación de servicios de Internet y Wi-fi y cobertura de móvil | Ahorro de energía proporcionado por la elección del sistema de transporte más eficiente | Internet, teléfono móvil, red de telecomunicaciones | No disponible | |
| Internet para la compra y reserva de billetes | Ahorro de energía proporcionado por la elección del sistema de transporte más eficiente | Internet | No disponible | |

5.2.3. El transporte dentro de la logística inteligente y la gestión de flotas



Como resultado de la globalización y del crecimiento económico global, el transporte global de mercancías está creciendo rápidamente. La logística de esta vasta operación que incluye envasado, transporte, almacenamiento, compra del consumidor y residuos, es todavía ineficiente desde el punto de vista energético puesto que actualmente se dan situaciones de vehículos

vacíos en sus viajes de regreso, entre otras. Así, dado que el coste del combustible y las tasas aumentan progresivamente, la necesidad de realizar operaciones logísticas más eficientes es una preocupación creciente.

Se trata de un mercado en rápida expansión en el que se prevé que las actividades logísticas crezcan un 23% entre 2002 y 2020, representando un 18% de las emisiones de GEI europeas en 2020. Estas emisiones han ido creciendo y probablemente continuarán haciéndolo a largo plazo puesto que el aumento del consumo, indicado por un crecimiento del 2% en PIB real de Europa según la OCDE entre 2000 y 2005, ha aumentado el transporte de mercancías y el comercio fronterizo. Además, la fabricación se produce cada vez más a menudo



Guía sobre el potencial de las TIC para el ahorro y la eficiencia energética

lejos del punto de venta y los productos contienen partes fabricadas en múltiples lugares, lo que también ha contribuido al aumento de emisiones por el transporte.

Todo esto puede llegar a mejorarse gracias al concepto de logística inteligente. La logística inteligente comprende una gama de herramientas de software y hardware que controlan, optimizan y dirigen las operaciones, que ayudan a reducir la necesidad de almacenamiento para inventario, consumo de combustible, kilómetros recorridos y frecuencia de viajes con los vehículos vacíos o parcialmente cargados mediante la adecuada gestión de flotas.

Siendo la mayoría de las emisiones logísticas procedentes del transporte y del almacenamiento, la optimización de la logística utilizando TIC produciría una reducción del 16% y del 27%¹⁸, en las emisiones de respectivos ámbitos en 2020. Las aplicaciones gestionadas por TIC para la logística conseguirían, en el 2020, una reducción en las emisiones globales de 1,52 Gt CO₂e.

Aplicación de TIC para el ahorro energético en las operaciones logísticas

Las TIC pueden mejorar la eficiencia de las operaciones logísticas de varias formas. Éstas, incluyen software para mejorar el diseño de las redes de transporte, permitir el funcionamiento de redes de distribución centralizadas y la puesta en funcionamiento de sistemas de control que puedan facilitar servicios flexibles de entrega a domicilio. Los medios concretos incluyen el cambio intermodal o el cambio hacia los tipos de transporte más eficientes, la optimización de rutas y la reducción del inventario.

Dentro de la cadena de valor de los procesos logísticos, las TIC permiten obtener ahorros energéticos en todos los pasos, desde el transporte y la recepción del pedido, hasta la ubicación, almacenaje, transporte y entrega del material. Estos ahorros se producen, tanto por el menor volumen de energía necesaria por unidad transportada, como por la menor distancia recorrida y como por la reducción del volumen de mercancías transportadas.



La tecnologías aplicadas en la actualidad son las siguientes:

- *Software de Reconocimiento Óptico de Caracteres (ROC) o Optical Character Recognition (OCR)*. Este software es capaz de construir un texto a partir de una imagen, una vez reconocido el texto se procede a almacenarlo en las diferentes aplicaciones con lo que se ahorra la introducción de datos manuales en los diferentes sistemas y los consiguientes errores. Los ahorros obtenidos con este tipo de aplicaciones se derivan de la rapidez en el procesamiento de los productos, ahorrando en tiempo de permanencia en los almacenes, en espacio, y en movimiento de producto dentro de los almacenes. Asimismo evita la fotocopia de documentos y facilita su procesado electrónico.
- *Sistemas de selección por luz o por voz (Pick to Light, Put to Light y Pick to Voice)*. Estos sistemas guían visualmente o auditivamente al operario hacia las ubicaciones exactas del almacén donde recoger los artículos del pedido, ayudando a los almacenistas a encontrar rápidamente la ubicación de los diferentes productos dentro del almacén, realizando además las labores de conexión con el resto de sistemas de control de stock y proceso de pedidos, con lo que se consigue una enorme rapidez en los movimientos de productos dentro del espacio de almacenaje y una reducción de los desplazamientos de vehículos de carga dentro del almacén.
- *Sistemas de planificación de rutas*. Los sistemas de planificación de rutas se encargan de planificar automáticamente todos los procesos de reparto de pedidos a los clientes finales, localizando en las bases de datos los detalles de los clientes a los que hay que servir en un día determinado, asignando cada pedido entre los repartidores, ayudando a la carga eficiente del vehículo y calculando las rutas más eficientes. Los ahorros energéticos se producen por la reducción de las distancias y el tiempo dedicado en cada servicio, aumentando la eficacia de cada medio de transporte necesario y reduciendo el tiempo de carga y descarga.
- *Sistemas de gestión de flotas (SGF)*. Estas soluciones combinan sistemas de comunicaciones móviles como GSM, GPRS, etc. con sistemas de localización como GPS, Cell Id, etc. y permiten que desde cualquier punto se controle y gestione la flota de transporte de la empresa, con el consiguiente ahorro en todos los costes de trans-



Guía sobre el potencial de las TIC para el ahorro y la eficiencia energética

porte, eficiencia en vehículos, optimización de tiempos, rutas y de tareas dentro de la ruta, reducción de visitas fallidas y viajes muertos etc.

- *Planificación de Recursos Empresariales (Enterprise Resource Planing, ERP)*. Es un conjunto integrado de software y hardware que permite planificar y controlar los recursos necesarios para recoger preparar y enviar los pedidos de clientes. Se basan en el concepto del «dato único», es decir la información sólo se debe introducir en los sistemas una sola vez, estando disponible para el resto de la organización a partir de ese momento. Estos sistemas cumplen una gama muy amplia de funciones como Recursos Humanos, *Supply Chain Management*, Gestión de almacenes, etc. El ERP aporta una mejora generalizada de la eficiencia energética mediante la optimización del consumo energético a través de la reducción de inventarios, de labores de movimiento de mercancías, etc.
- *Sistemas de Gestión de Almacenes (SGA) o Warehouse Management System (WMS)*. Este conjunto de sistemas gestiona la ubicación, los procesos administrativos y el movimiento de productos dentro del almacén. Entre sus funcionalidades se encuentran, la entrada de la mercancía, los procesos documentales, etiquetado, «*parking list*», almacenaje y salida del almacén. Por una parte ahorra por la optimización del espacio dedicado a almacén con una adecuada gestión del mismo y por otra parte reduce el número de mercancías necesarias y los movimientos de los productos dentro del mismo.

A continuación se presentan las principales TIC aplicadas a este sector y sus potenciales de reducción de consumo energético:

| ACTUACIÓN | DESCRIPCIÓN CONCEPTUAL DEL AHORRO ENERGÉTICO | TIPO DE ACTUACIÓN | REDUCCIÓN DE CONSUMO ENERGÉTICO | FUENTE |
|---|--|--|--|------------|
| Optimización de la red logística | Permite reducir los desplazamientos de mercancías, la cantidad de mercancía necesaria, el tiempo de organización, el espacio de almacén y el correspondiente consumo energético de luz, etc. | Planificación de Recursos Empresariales (ERP), Sistemas de Gestión de Almacenes (SGA), Sistemas de Intercambio Electrónico de datos (EDI), Software de Reconocimiento Óptico de Caracteres (ROC), Sistemas Guiado Automático de Vehículos (GAV), Sistemas de selección por luz o por voz, etc. | Reducción del 14% del transporte por carretera y del 1% de otros modos de transporte | SMART 2020 |
| Reducción del inventario | Permite reducir los desplazamientos de mercancías, el tiempo de organización, el espacio de almacén y el correspondiente consumo energético de luz, etc. | Planificación de Recursos Empresariales (ERP), Software de Reconocimiento Óptico de Caracteres (ROC), etc. | Reducción de un 24% de los niveles de inventario y del espacio de almacenamiento y consumo energético correspondientes | SMART 2020 |
| Optimización del plan de itinerario de camiones | La reducción de las distancias y el tiempo dedicado a cada servicio aumentan la eficiencia energética de los vehículos | Sistemas de planificación de rutas, Sistemas de gestión de flotas (SGF), etc. | Reducción del 14% del transporte por carretera | SMART 2020 |

5.2.4. Vehículos más eficientes

Si bien el sector transporte era responsable de una gran parte del consumo energético (más del 30% en el 2005 para Europa, ver tabla 10), este consumo energético viene principalmente representado por el consumo de combustibles fósiles. Por ello, la basculación de la demanda de transporte al vehículo eléctrico, nutriéndose éste de un mix eléctrico con fuerte componente renovable, es esencial.

Las TIC juegan un importante papel en relación con la eficiencia energética en el vehículo eléctrico por su aplicación tanto en el interior del propio vehículo (medidores de consumo) como en su interacción con las redes eléctricas (sistemas de información de picos y valles en el consumo eléctrico general para la carga del vehículo durante los valles y vertido a red de la energía sobrante durante los picos de consumo).



5.2.5. La intermodalidad en el transporte de mercancías

Es imposible hablar de la eficiencia energética en el transporte sin comentar la vinculación y el desequilibrio entre los distintos modos de transporte: la intermodalidad. El desequilibrio entre la importancia de cada medio de transporte y sus efectos en la eficiencia energética se pueden demostrar con los siguientes datos: 1 kg de petróleo permite a un camión desplazar 50 toneladas de mercancía durante 1 km, el doble en un vagón de ferrocarril y dos veces y media por una vía de agua. Sin embargo, en Europa el transporte de mercancías por carretera representa el 44,2% del transporte total, el transporte marítimo a corta distancia representa el 40,8%, el transporte por ferrocarril representa el 8,5%, el transporte de navegación interior el 3,4% y los oleoductos el 3,1%. Es evidente que estos desequilibrios no solo se pueden solucionar con la aplicación de las TIC sino mejorando las infraestructuras del transporte por ferrocarril y marítimo, siendo las TIC una herramienta imprescindible en el desarrollo de alternativas al transporte por carretera.

Actualmente, las estrategias en materia de transporte ya cuentan con la aplicación de TIC. A modo de ejemplo, a continuación se hace referencia a los actuales desarrollos tecnológicos en los sistemas ferroviarios.

Dentro de la política europea de transporte, en España se decidió apostar en el plan estratégico de infraestructuras y transporte 2005-2020 por el sector ferroviario que se llevó el 50% de las inversiones previstas y que pretendía alcanzar en 2020 los 10.000 km de red de alta velocidad. Sin embargo, este esfuerzo inversor tiene que estar acompañado de un importante esfuerzo de innovación en la aplicación de las TIC al sector. Los trenes de alta velocidad necesitan la aplicación de las técnicas más modernas para conseguir eficiencia energética, fiabilidad, disponibilidad y seguridad, además es necesario desarrollar tecnologías como sistemas de señalización, detectores de caída de objetos a vía, de cajas calientes y frenos agarrotados, sistemas de radiocomunicaciones, sistemas de información al viajero, cronometría y de CCTV. Entre los sistemas que se están desarrollando en la actualidad se encuentran los sistemas de protección continua del tren, que se dedican a establecer de forma segura los itinerarios por donde circulan los trenes; los sistemas de señalización, los sistemas de protección de trenes y los sistemas de radiocomunicaciones entre el tren y tierra, que sirven para comunicar el tren con el centro de bloqueo por radio situado en tierra, entre otros.



5.2.6. Conclusiones

Tal y como hemos visto, el sector transporte es, a todos los niveles, uno de los sectores de mayor consumo energético y de mayor emisión de GEI. En este marco, las TIC realizan una importante labor en la gestión del tráfico y la movilidad, que repercuten en un importante ahorro energético.

La aplicación de TIC en el transporte se encuentra actualmente en una fase avanzada de su desarrollo. Durante los últimos años, las empresas que operan en los ámbitos del transporte y la logística han realizado grandes progresos en la adopción de nuevas tecnologías.

Dentro del vehículo, la inclusión de equipamiento electrónico es cada vez mayor, proporcionando al conductor múltiples ayudas en su tarea que hacen más confortable, más segura y más eficiente la conducción. Por otro lado, las TIC pueden también aplicarse en el exterior del vehículo dentro de un sistema de transporte y una logística inteligentes. En relación a los sistemas inteligentes de transporte, numerosas TIC son de aplicación, permitiendo reducir el consumo de combustible por reducción de la velocidad, así como por recorrido de un menor número de kilómetros entre dos puntos gracias a sistemas de configuración de rutas más cortas.

En cuanto a la logística y a la gestión de flotas, más dirigida al transporte de mercancías y servicios, se observa una aceleración en la adopción de soluciones de eficiencia energética basadas en TIC por parte de las empresas proveedoras de servicios logísticos.

5.3. Industria y distribución de energía



El sector industrial es, junto con los dos sectores ya estudiados, edificación y transporte, el que más energía consume a nivel global.

Los equipos industriales comprenden todo tipo de maquinaria, incluyendo herramientas eléctricas de gran tamaño, grúas, motores, ventiladores, bombas, baños galvánicos, incineradores, hornos, quemadores, etc. Estos equipos se emplean principalmente en el refinado de materia prima y fabricación de productos finales,



Guía sobre el potencial de las TIC para el ahorro y la eficiencia energética

incluyendo así los sectores alimentación, papel, químico, refino de petróleo, reciclaje, vidrio, cemento, acero y aluminio, entre otros.

Este tipo de industrias conllevan un elevado consumo energético. La competitividad internacional a la que se enfrenta este sector crea la necesidad de mejorar el coste de producción. Así, habiéndose reconocido la eficiencia energética como un importante factor económico en este sector, se encuentran en desarrollo numerosas prácticas de ahorro energético derivadas de la instalación de equipos y tecnologías eficientes, de la automatización de procesos y de la aplicación de TIC.

A continuación se analizará el estado actual del sector industrial y de la distribución de energía en términos de consumos energéticos, y se estudiará la aplicación de posibles TIC actualmente disponibles para mejorar la eficiencia energética en los siguientes ámbitos: motores eléctricos, bombas y ventiladores; y redes de distribución de la energía.

5.3.1. Consumo energético en el sector industrial y eléctrico

Sector industrial

El 40% del consumo energético mundial corresponde al sector industrial. La mayor parte de la energía eléctrica en la industria se consume en accionamientos y actuadores eléctricos.

A nivel europeo, la industria sería la responsable de casi un 30% del consumo energético (en 2005, ver tabla 10). Según estudios recientes publicados, se estiman los siguientes datos de consumo anual para los accionadores eléctricos en Europa en 2005 y las previsiones para el 2020 (ver tabla 11).

Tabla 11. Consumo de accionadores eléctricos en Europa. Fuente: *Impacts of ICT on Energy Efficiency*, Comisión Europea 2008.

| CONSUMO ELÉCTRICO (TWh) | 2005 | 2020 |
|---|----------------|----------------|
| Motores (UE-27) | 1.060,4 | 1.344,9 |
| Bombas (UE-25) | 136,6 | 166,3 |
| Ventiladores (UE-25) | 243,7 | 345,3 |
| Total¹⁹ | 1.440,7 | 1.856,5 |
| Total estimado por Eurostat 2007 | 1.127,4 | 1.430,1 |

¹⁹ Datos estimados en el estudio *EuP Preparatory Study Lot 11 «Electric Motors 1-150 kW and pumps, circulators, fans»*.



El área de los motores eléctricos, en particular, ofrece grandes oportunidades de ahorrar energía debido a su elevado consumo y a sus elevadas pérdidas que, de media, pueden alcanzar el 55% de la energía consumida por el equipo.

Las bombas tienen una extensa aplicación en la industria química, donde emplean entre el 37% y el 76% de la energía de los motores. Por su parte, el consumo de los compresores varía entre el 3% y el 55%. Todos estos equipos son a menudo sobredimensionados para el trabajo que se les requiere, siendo las pérdidas elevadas y el consumo energético superior al necesario. Se estima que los sistemas de bombeo industriales podrían reducir su consumo en un rango de 10% a 70%.

Sector eléctrico

En cuanto al sector eléctrico, la generación y la distribución de energía emplean la tercera parte del consumo de energía primaria. Previsiblemente, la demanda energética global aumentará un 60% durante los 30 próximos años.

5.3.2. Sistemas de control de motores eléctricos, bombas y ventiladores



El uso de las TIC para mejora de la eficiencia en el consumo eléctrico tendría un efecto notable a gran escala en la mejora de la eficiencia de los motores industriales cuyo consumo eléctrico (610 TWh/año, a nivel europeo), supone aproximadamente el 64% del consumo energético de la industria (950 TWh/año). A nivel mundial

se estima que en 2020 los motores eléctricos serán responsables del 7% de las emisiones totales de CO₂, y que la aplicación de TIC podrá suponer la reducción del 12% de las emisiones totales de la energía utilizada por los sistemas industriales en 2020 (0,97 Gt CO₂ de 7,47 Gt CO₂).



Guía sobre el potencial de las TIC para el ahorro y la eficiencia energética

Los nichos de reducción de emisiones alcanzables en este ámbito mediante el empleo de las TIC se esquematizan a continuación en dos bloques: la automatización de los procesos industriales y la optimización del funcionamiento del motor.

El conjunto de claves que propician la eficiencia energética de motores eléctricos, tanto en nuevas instalaciones como en las ya existentes, son la eficiencia o rendimiento del motor, el control de velocidad del motor, la transmisión mecánica y las prácticas de mantenimiento.

Aplicación de TIC para el ahorro energético en equipos eléctricos

a) Control de velocidad del motor

Más allá del funcionamiento óptimo de los motores, las TIC permiten un funcionamiento más eficiente de las plantas industriales mediante sistemas de monitorización, uso de software de simulación y sistemas de comunicaciones industriales, que permiten un control integrado y a distancia de los equipos.

El bombeo y la ventilación representan un 60% del consumo energético de los motores en la industria. Variando la frecuencia puede modularse la velocidad de una bomba o ventilador en base a la demanda requerida en cada momento. Por tanto, mediante el empleo de variadores de frecuencia o de velocidad (siendo los variadores de frecuencia el tipo más común de variador de velocidad) y de sistemas de regulación automática, se reduce considerablemente el consumo de potencia. En particular, los sistemas más modernos de variación de frecuencia emplean un sistema digital de control directo, que envía una señal para acelerar o frenar el motor según el programa de control instalado.

De ese modo, podría adecuarse la potencia de, por ejemplo, un sistema de bombeo ajustándose a la variación horaria de la demanda de agua, que es más elevada por el día que por la noche. La adecuación de la capacidad de bombeo evita que la bomba trabaje a su máxima capacidad las 24 horas y permite no desperdiciar energía.

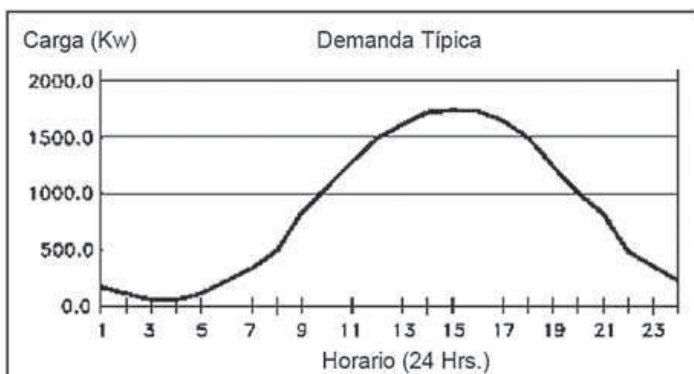


Figura 6. Curva de demanda típica de agua a lo largo del día.

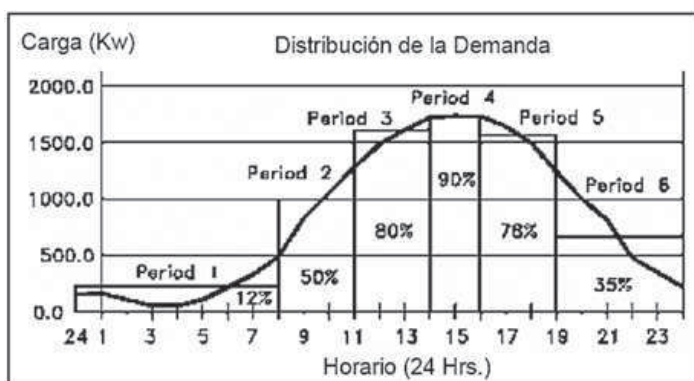


Figura 7. Ajuste de la capacidad de bombeo en función de la curva de demanda.

Los variadores de velocidad (*Adjustable Speed Drive, ASD*) permitirán alcanzar un ahorro energético de entre el 10% y el 20%, siendo posible en algunos casos, y para sistemas específicos en los que esta tecnología sustituya un acelerador, alcanzar mejoras de hasta el 60%.

Mayores eficiencias pueden alcanzarse analizando y optimizando el sistema completo del motor. Así, el concepto más amplio de «sistemas de motor» se compone de distintos componentes centrados en un equipo eléctrico como un motor, una bomba o un ventilador.

Se estima que actuando sobre el sistema global, podían obtenerse ahorros energéticos de entre el 20% y el 25%. Las siguientes figuras muestran que la eficiencia energética obtenida en un sistema de bombeo convencional (31%) es muy inferior a la de un sistema eficiente (72%) en el que se integran distintas mejoras entre las que se encuentran equipos más eficientes, aplicación de variador de velocidad, entre otras:



Guía sobre el potencial de las TIC para el ahorro y la eficiencia energética

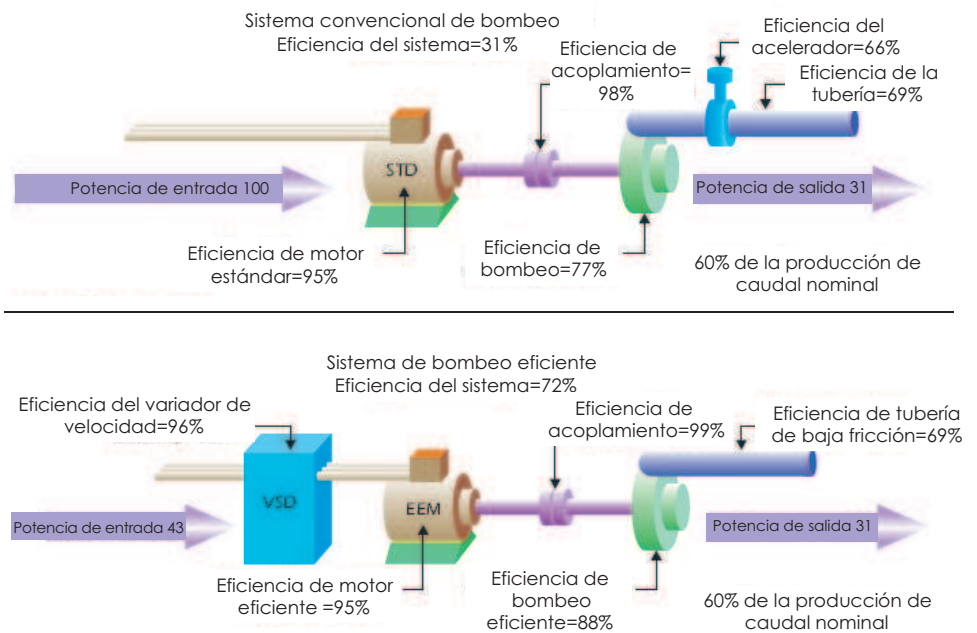


Figura 8. Esquema de un sistema de bombeo convencional y de un sistema de bombeo eficiente. Fuente: *Tracking Industrial Energy Efficiency and CO₂ Emissions*. International Energy Agency, June 2007.

b) Programas de control y automatización

Existe un software especialmente diseñado para la regulación de bombas en depuradoras, potabilizadoras, plantas industriales, entre otras. Este software denominado «*Intelligent Pump Control*», contiene seis funciones integradas de control de bombas, siendo dos de ellas adecuadas para la mejora de la eficiencia energética. Una de ellas es la función «*pump priority function*» que permite alternar en el funcionamiento de las bombas consiguiendo que éstas operen cerca de su punto de operación óptimo. Así, se reducirá el consumo a la vez que las necesidades de mantenimiento y reparación. La otra función es la llamada «*sleep function*» que incrementa la presión o el nivel del agua antes de apagarse la bomba. De esta forma, se consiguen tiempos de parada de los equipos más largos y la reducción del consumo energético.

A continuación se resumen las principales TIC aplicadas a este sector y sus potenciales de reducción de consumo energético:

| ACTUACIÓN | DESCRIPCIÓN CONCEPTUAL DEL AHORRO ENERGÉTICO | TIPO DE ACTUACIÓN | REDUCCIÓN DE CONSUMO ENERGÉTICO | FUENTE |
|--------------------------|---|---|---------------------------------------|---|
| Variadores de velocidad | Variando y regulando la velocidad de una bomba o ventilador en base a la demanda requerida en cada momento se reduce considerablemente el consumo de potencia | Sistemas de ajuste de velocidad (Adjustable Speed Drive, ASD) | 10-20% y hasta 60% (en algunos casos) | Agencia Internacional de la Energía, 2007 |
| | | | 30-40% | ZVEI 2006 |
| Control y automatización | Se consigue controlar el funcionamiento de los equipos regulando la velocidad, el tiempo de parada y las horas óptimas de funcionamiento | Sistemas de regulación automática. Software | 20-25% | Agencia Internacional de la Energía, 2007 |

5.3.3. Redes de suministro eléctrico inteligentes



Las redes de distribución de los sistemas de energía eléctrica son a menudo extensas, ineficientes y sobredimensionadas para absorber los excesos de potencia inesperados. Debido a los nuevos retos que deben asumir en la actualidad las redes de distribución

eléctrica como el incremento de fuentes renovables conectadas a la red (compromiso en Europa de alcanzar el 20% de consumo de energía final renovable en 2020), así como la necesidad de mejorar la seguridad del suministro, unido al reto de reducir costes del sistema eléctrico, crean la necesidad del desarrollo de «Redes de suministro eléctrico inteligentes» (*SmartGrids*²⁰).

20 *Smartgrid* es una red que integra de manera inteligente las acciones de los usuarios que se encuentran conectados a ella (generadores, consumidores y aquellos que son ambas cosas a la vez) con el fin de conseguir un suministro eléctrico eficiente, seguro y sostenible.



Guía sobre el potencial de las TIC para el ahorro y la eficiencia energética

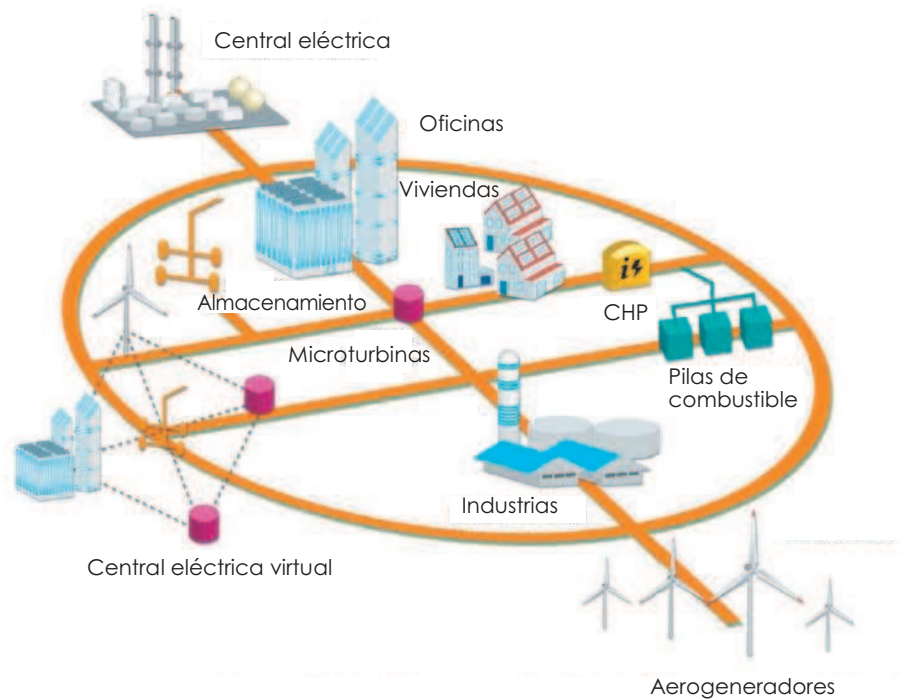


Figura 9. Esquema de *Smartgrid*. Fuente: *European Technology Platform SmartGrids*, Comisión Europea 2006.

Las TIC forman parte de las diferentes tecnologías que conforman una red de suministro eléctrico inteligente. Entre ellas se incluyen los medidores inteligentes, los sistemas de gestión de la demanda (también conocidos como sistemas de demanda dinámica), entre otras.

En redes de suministro de energía eléctrica, las TIC podrían llegar a reducir más de 2 Gt CO₂e (14%). Los nichos de reducción de emisiones alcanzables mediante el empleo de las TIC en este ámbito se esquematizan a continuación en cuatro bloques: reducción de pérdidas de transporte y distribución, integración de renovables, reducción del consumo mediante información al usuario y gestión de la demanda.

Las *SmartGrids* integran de manera inteligente las acciones de los usuarios que se encuentran conectados a ella, generadores y consumidores, con el fin de conseguir un suministro eléctrico eficiente, seguro y sostenible. En este marco, las TIC desarrollan un papel principal ya que permiten un aprovechamiento de las redes de energía eléctrica mediante distintas aplicaciones.



Aplicación de TIC para el ahorro energético en *Smartgrids*

a) *Telegestión y teledatada del consumo y del suministro (Smart Metering)*



Una de las aplicaciones de las TIC a la red de distribución de energía son los contadores inteligentes (Infraestructuras Avanzadas de Medición, AMI²¹, o Medidores Automáticos de Lectura AMR²²), que permiten la gestión y la lectura de la energía de manera remota (telegestión y teledatada), con capacidad de discriminación horaria.

La información más amplia y precisa que proporciona este tipo de contadores tanto al consumidor como al proveedor permite la gestión de la energía en tiempo real y potencia la calidad del servicio.

Los consumidores tendrán más información sobre la cantidad de energía que están consumiendo y podrán hacer lecturas automáticas de los datos de su consumo energético, lo que les permitirá comprender mejor dónde se utiliza la energía y lograr sistemas de gestión de redes de suministro eléctrico más avanzados y eficientes. Por ejemplo, suministrando la información en tiempo real del precio de la electricidad a través de los contadores domésticos, el consumidor tendrá más datos sobre los que basar un cambio en sus hábitos de consumo.

La instalación de nuevo *software* y *hardware* también puede derivar en la mejora de la contabilización y facturación de la energía. Además, la instalación de sensores de monitorización remota permite la monitorización del estado de las redes para una explotación más eficiente de las mismas.

b) *Telegestión y teledatada en la transmisión y distribución de energía*

Para aportar una mayor estabilidad de la red, es preciso procesar las señales para convertir las enormes cantidades de datos de las unidades de gestión (PMU²³), en información apta para su presentación

21 AMI: *Advanced Metering Infrastructure*

22 AMR: *Automatic Meter Reading*

23 PMU: *Power Management Units*



Guía sobre el potencial de las TIC para el ahorro y la eficiencia energética

directamente a un gestor de forma que pueda tomar las medidas oportunas.

Muchos de los sistemas de transmisión y distribución, basados en la tecnología SCADA²⁴, están equipados con herramientas de ayuda a la toma de decisiones que aportan datos como estimaciones del estado global de la red, corrientes de energía, capacidad de intercambio energético existente, previsión de congestiones, perfiles de optimización del voltaje, etc. La utilización de las TIC en el sector eléctrico mejorará no sólo la eficiencia energética sino también la propia operación del sistema.

El uso de tecnología basada en la electrónica de potencia en un sistema eléctrico puede ayudar a concretar una expansión de la capacidad de las líneas en forma más eficiente. En particular, el uso de los dispositivos FACTS²⁵ en el sistema eléctrico permitirá hacer un uso eficiente de los activos de transmisión actualmente disponibles permitiendo postergar la construcción de nuevas líneas de aéreas de transmisión. La tecnología FACTS también ayuda a mejorar la controlabilidad del sistema de potencia gracias a la rápida respuesta de los dispositivos semiconductores. Al mismo tiempo, la transmisión en corriente continua de alto voltaje, en sus distintas variantes, abre nuevas oportunidades para explotar recursos energéticos localizados en áreas distantes varios cientos de kilómetros de los grandes centros de consumo.

A continuación se resumen las principales TIC aplicadas a este sector y sus potenciales de reducción de consumo energético:

24 SCADA: *Interoperable Supervisory Control and Data Acquisition*

25 FACTS: *Flexible AC Transmission System*

| ACTUACIÓN | DESCRIPCIÓN CONCEPTUAL DEL AHORRO ENERGÉTICO | TIPO DE ACTUACIÓN | REDUCCIÓN DE CONSUMO ENERGÉTICO | FUENTE |
|---|---|---|---|-----------------------|
| Redes de suministro inteligentes | Concepto general de mejora de la red global. Incluyen la aplicación de distintas TIC | Sistemas de monitorización y gestión de datos | 30% (en India en 2020) | SMART 2020 |
| Medición inteligente | Estos dispositivos consiguen que los consumidores obtengan más información sobre la cantidad de energía que están consumiendo o les permite hacer lecturas automáticas de los datos de consumo de energía, lo que permite comprender mejor dónde se utiliza la energía y a lograr sistemas de gestión de redes de suministro eléctrico más eficientes | Infraestructuras avanzadas de medición (AMI) y medidores automáticos de lectura (AMR) | 5% adaptación comportamiento del usuario | SMART 2020 |
| | | | 3% gestión de la demanda | |
| | | | 7% (en Finlandia) | Comisión Europea 2009 |
| Recolección, gestión y control de datos | Los sistemas de gestión de redes de suministro eléctrico permiten tener un mayor control del estado de las redes consiguiendo reducciones en la pérdida de transmisión y distribución. Esto permite una mejor gestión de los activos y una resolución más rápida en caso de un apagón | SCADA | Reducciones en la pérdida de transmisión y distribución en la región del 53% al 23% | SMART 2020 |

5.3.4. Conclusiones

El 40% del consumo energético mundial y el 30% a nivel europeo corresponde al sector industrial. El 65%-70% del consumo energético de la industria se da en accionamientos y actuadores eléctricos (motores, bombas y ventiladores).

La aplicación de TIC en el sector industrial permitirá alcanzar una optimización de los sistemas y mejorar la eficiencia energética. Esto se logrará mediante la sustitución de equipos estándar por equipos más eficientes en los que se vean reducidas las pérdidas, mediante el control de la velocidad del motor para la adecuación de la oferta y la demanda del motor y mediante la aplicación de programas de control y automatización que permitan la generación de datos para la regulación del propio proceso industrial.

En cuanto al sector eléctrico, la generación y la distribución de energía emplean la tercera parte del consumo de energía primaria, au-



Guía sobre el potencial de las TIC para el ahorro y la eficiencia energética

mentando ésta previsiblemente en un 60% durante los 30 próximos años. El sector energético supuso un 24% de las emisiones globales en 2002 pudiendo ser el responsable de la emisión, a nivel mundial, de más de 14 Gt CO₂e en el año 2020.

Las TIC se emplean, en este caso, como parte integrante de las redes de suministro eléctrico inteligente (*SmartGrids*). Entre ellas se incluyen los medidores inteligentes, programas de gestión de la demanda, entre otras. Este tipo de tecnologías serán las que permitan el desarrollo sostenible y la eficiencia energética de las nuevas redes eléctricas. Mediante el empleo de las TIC en el ámbito de las redes inteligentes, se podrían alcanzar mejoras del 40% de eficiencia energética durante la generación de una electricidad y del 10% en su transporte y distribución.

5.4. Desmaterialización de actividades

La desmaterialización puede definirse como «la reducción de la materia y de la energía empleadas para la fabricación de un producto o servicio, limitando así el impacto ambiental de los mismos durante su ciclo de vida.» También es la reducción del material o de la energía empleados para la obtención de una mayor cantidad y calidad en el producto o servicio. La desmaterialización permite desarrollar productos y servicios eco-eficientes a través del empleo de las TIC.

Las TIC aplicadas para la desmaterialización permiten: sustituir elementos materiales por elementos inmateriales (ej. sustitución de cartas en papel por e-mails) y reducir sistemas de grandes infraestructuras (ej. uso de las telecomunicaciones en lugar de realizar desplazamientos en coche).

La aplicación de TIC para la reducción del transporte es probablemente la mayor utilidad de estas tecnologías en relación a la desmaterialización. Tal y como se ha visto en apartados anteriores, el transporte es uno de los sectores que contribuye en mayor medida al consumo energético, especialmente al consumo de una fuente energética en vía de agotamiento: los combustibles fósiles.

Estudios publicados muestran que en la mayoría de los países europeos, los habitantes emplean de media una hora diaria en desplazamientos. Tal y como se observa a continuación, en España se emplean



de media casi 20 minutos diarios en desplazamientos en coche y casi 45 minutos en todo tipo de transportes.

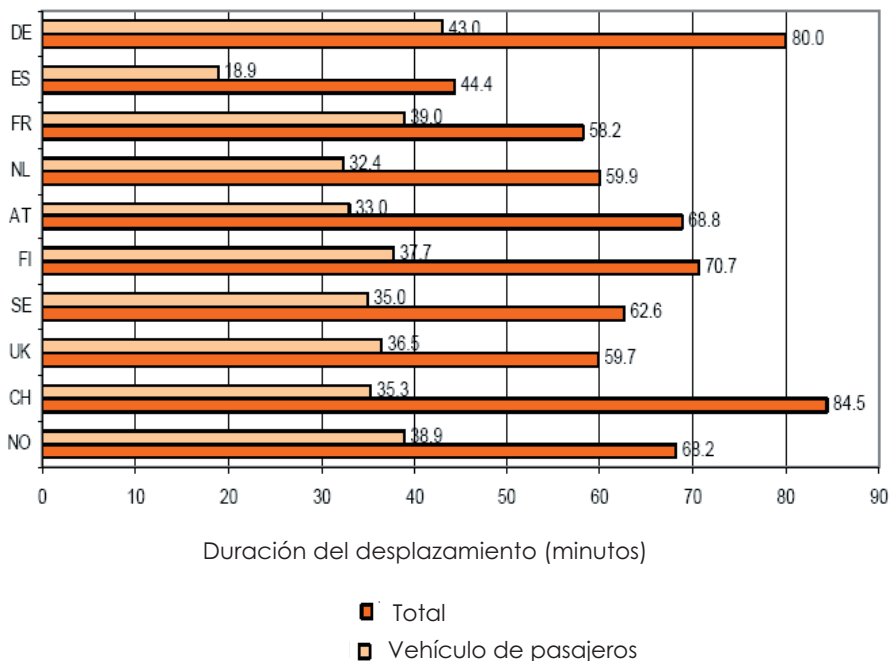


Figura 10. Tiempo medio empleado en desplazamientos por tiempo/persona/día, en distintos países Europeos. Fuente: Eurostat 2007²⁶.

También se muestra la distribución de las distancias de los desplazamientos realizados en algunos países europeos, según el motivo del desplazamiento:

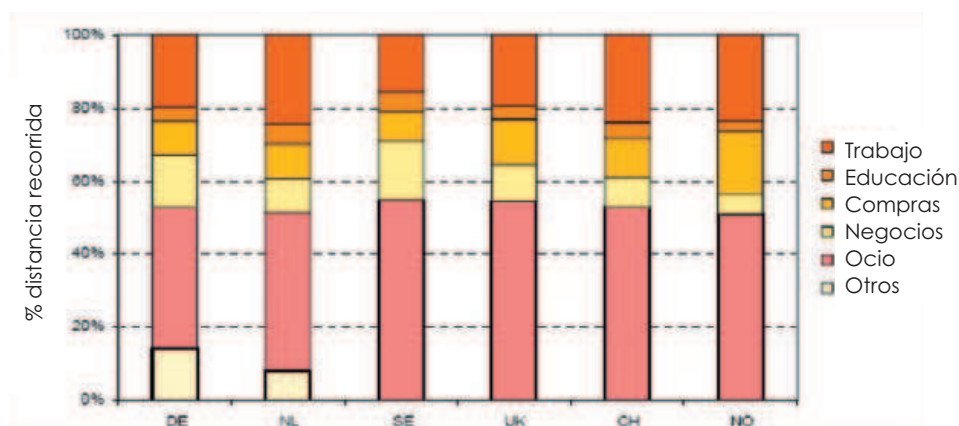


Figura 11. Distribución de la distancia recorrida (en %) según el motivo del desplazamiento. Fuente: Eurostat 2007.

26 Disponible en: http://epp.eurostat.ec.europa.eu/cache/ITY_OFFPUB/KS-SF-07-087/EN/KS-SF-07-087-EN.PDF



Guía sobre el potencial de las TIC para el ahorro y la eficiencia energética

Se observa que en todos los países analizados, las mayores distancias son recorridas durante el tiempo libre de las personas, siendo el ocio (viajes, visitas culturales, salidas a restaurantes, etc.) el mayor motivo de desplazamiento. Después del ocio, las personas se desplazan por motivos laborales (desplazamiento del lugar de residencia al lugar de trabajo y viceversa), para hacer compras, por motivos profesionales (reuniones, etc.) y para recibir formación (desplazamiento a los centros de estudio, a conferencias, a seminarios, etc.).

La reducción de los desplazamientos y la disminución de la congestión se traduce en un menor consumo de combustible y en la reducción de la contaminación asociada. Para lograrlo, numerosas estrategias sobre movilidad, energía y cambio climático apuestan por el empleo de las TIC para fomentar el desplazamiento de la información de un punto a otro, reduciendo la necesidad del desplazamiento físico.

Las TIC permiten evitar desplazamientos, causados por distintos motivos (trabajo, ocio, formación, etc.), a través de las teleconferencias, del teletrabajo, del comercio electrónico, de la telegestión y de la teleformación, entre otros.

A continuación se describen en mayor profundidad las áreas de aplicación mencionadas de las TIC para la eficiencia energética.

5.4.1. Teleconferencias: videoconferencias y audioconferencias



Las teleconferencias permiten evitar un número muy elevado de desplazamientos a través de las tecnologías de video y audioconferencias.

Estudios de la Comisión Europea estiman que, siguiendo el comportamiento actual (escenario BAU), en 2020, el 25% de las empresas europeas promoverán la teleconferencia alcanzando una mejora en el número de desplazamientos profesionales del 2,5%-7,5%. Desde un punto de vista más optimista (escenario sostenible), se podría llegar a asumir un 25% de empresas que utilicen la teleconferencia en 2020 en Europa, alcanzando una reducción de los desplazamientos del 5%-15%.



Ambas tecnologías pueden ser utilizadas tanto para tareas personales como profesionales. No obstante, se dispone de más información sobre su aplicación profesional en cuanto a la cantidad de viajes o desplazamientos evitados.

Aplicación de TIC para el ahorro energético en teleconferencias

La aplicación de estas tecnologías puede tener efectos negativos a nivel de hábitos, puesto que algunas personas todavía opinan que estos medios no pueden sustituir por completo un encuentro cara a cara con un cliente, y de los efectos ambientales, puesto que estas tecnologías también son responsables de un cierto consumo energético y de sus emisiones correspondientes. En general, los beneficios ambientales son mayores que los efectos negativos y dependen directamente de la distancia y de la elección modal del desplazamiento evitado.

a) Audioconferencia

Las audioconferencias son llamadas en las que tres o más personas pueden interactuar simultáneamente. Esta herramienta permite que varias personas puedan visualizar al mismo tiempo un documento en su pantalla de ordenador y comunicarse por voz. Estas tecnologías se basan en las infraestructuras de Internet y de las telecomunicaciones, ordenadores, telefonía fija y móvil.

b) Videoconferencia

Las videoconferencias son herramientas tecnológicas de telecomunicaciones interactivas que incorporan sonido, imagen e informática simultáneamente y permiten la conexión entre dos o más puntos situados en cualquier parte del mundo, en tiempo real. Estas tecnologías se basan en la infraestructura de Internet, ordenadores, salas de videoconferencia, cámaras web (*Webcams*), altavoces, micrófonos y proyectores.

A continuación se presentan las principales TIC aplicadas en este ámbito y sus potenciales de reducción de consumo energético:

| ACTUACIÓN | DESCRIPCIÓN CONCEPTUAL DEL AHORRO ENERGÉTICO | TIPO DE ACTUACIÓN | REDUCCIÓN DE CONSUMO ENERGÉTICO | FUENTE |
|--|---|---|---|------------------------|
| Teleconferencia: audioconferencia y videoconferencia | Sustitución de reuniones físicas por conversaciones telefónicas o telepresenciales para la reducción del número de desplazamientos principalmente de negocios | Internet, ordenadores, telefonía fija y móvil, salas de videoconferencia, cámaras web (Webcams), altavoces, micrófonos y proyectores. | Reducción del 2,5-15% de los viajes de negocios en Europa | Comisión Europea, 2008 |
| | | | Reducción del 30% de los viajes de negocios en el mundo | SMART 2020 |

5.4.2. Teletrabajo (e-work)



Las personas que trabajan fuera de casa realizan entre dos y cuatro desplazamientos diarios para ir a trabajar. El ir a trabajar todos los días supone un gran número de desplazamientos que, en función de la distancia existente entre el lugar de residencia y el lugar de trabajo y el medio de transporte empleado, pueden suponer un impacto en la movilidad de las ciudades (atascos, etc.) y un impacto ambiental (emisiones de GEI).

El teletrabajo es «una modalidad de trabajo flexible, la cual se caracteriza principalmente porque el empleado desempeña sus funciones parcialmente o totalmente fuera del entorno físico de la empresa y porque requiere para su desarrollo el uso de las tecnologías de la información y telecomunicaciones para mantener en contacto al empleador y al trabajador».

El teletrabajo, integrado por un conjunto de TIC, actúa como medida de eficiencia energética en el desplazamiento de las personas hasta su puesto de trabajo puesto que permite flexibilizar los horarios de trabajo para evitar las horas punta de tráfico o para evitar el desplazamiento completo. Además el teletrabajo ofrece otros beneficios como la reducción del espacio de oficina y de los consumos energéticos asociados a estos edificios. No obstante incrementa el consumo energético en edificios residenciales puesto que las luces y la calefacción que durante el día estarían apagadas por no encontrarse nadie en la casa, ahora estarían encendidas todo el día.



A continuación se presentan de forma resumida los beneficios y las barreras que presenta actualmente el teletrabajo:

| | BENEFICIOS | BARRERAS |
|------------------|--|---|
| Para la empresa | <ul style="list-style-type: none"> - Ahorro en superficie de la oficina - Aumento de productividad - Menor absentismo - Flexibilidad de las relaciones laborales - Gestión por objetivos | <ul style="list-style-type: none"> - Cambios en la estructura organizativa - Costes de equipamiento - Motivación de empleados |
| Para el empleado | <ul style="list-style-type: none"> - Flexibilidad - Autonomía y libertad personal - Ahorro de costes de desplazamientos - Oportunidad para discapacitados - Mayor disponibilidad de tiempo | <ul style="list-style-type: none"> - Dificultades organizativas - Dificultades para el trabajo en equipo - Pérdida de estatus - Dificultades para promocionar - Problemas psicológicos |
| Para la sociedad | <ul style="list-style-type: none"> - Mejor distribución de la población - Beneficios medioambientales - Incorporación de discapacitados y profesionales retirados - Desarrollo de nuevas tecnologías | <ul style="list-style-type: none"> - Cambios en la legislación - Pérdida de grandes instalaciones - Aumento en costes de sanidad |

Dentro de la Unión Europea, el país líder en teletrabajo es Holanda, que supera incluso la tasa de EEUU. En España, sólo el 6,5% de las empresas tenían teletrabajadores en 2004, siendo teletrabajadores el 4,9% de la población ocupada:



Figura 12. Porcentaje de teletrabajadores respecto a la población ocupada en 2002. Fuente: Informe Telefónica «Contribución de las telecomunicaciones al desarrollo sostenible», 2004.



Guía sobre el potencial de las TIC para el ahorro y la eficiencia energética

Según un estudio de la Comisión Europea de 2008, el teletrabajo lograría una reducción media de consumo energético de 1,7 Mtep en 2020 por reducción del número de desplazamientos en coche y en tren, y por reducción del espacio de oficina ocupado. Así, este estudio estima para el 2020 una reducción del 9,8-12,3% de los viajes al trabajo cada día y, sin embargo, un incremento del 0,33% del consumo energético en edificios residenciales y comerciales cuando se asume que el teletrabajador mantiene su puesto en la oficina, frente a una reducción del 0,11% en el consumo energético de edificios cuando se asume que el teletrabajador pierde su espacio en la oficina.

Según el informe SMART 2020, el teletrabajo podría ser el factor con mayor impacto dentro de la desmaterialización, reduciendo hasta 260 Mt CO₂e al año. Por ejemplo, las emisiones globales generadas por las personas que viajan diariamente al trabajo más las de los edificios en los que trabajan suponen 830 Mt CO₂e, de modo que una implementación generalizada del teletrabajo del 31% generaría un ahorro de 260 Mt CO₂e en las emisiones. Según este estudio, el teletrabajo supondría en 2020 una reducción del 80% de los desplazamientos en coche en áreas urbanas y no urbanas, y el aumento en un 20% de los desplazamientos no relacionados con el trabajo. Asimismo, calcula para el 2020 un aumento del 15% de las emisiones globales procedentes de los edificios residenciales y una reducción del 60% de las emisiones de oficinas (aplicado al 10% de los edificios residenciales y al 80% de edificios de oficinas).

A modo de ejemplo, una comparación del efecto energético del teletrabajo en EE.UU. y en Japón, estima que un empleado de oficina teletrabajando 4 días por semana, supondría un ahorro 2,5 veces más elevado en EE.UU. (ahorro de 44 MJ) que en Japón (ahorro de 17 MJ):

| (MJ) | AHORRO EN TRANSPORTE | AHORRO EN EDIFICIOS | INCREMENTO SECTOR RESIDENCIAL | TOTAL AHORRO |
|-------|----------------------|---------------------|-------------------------------|--------------|
| Japón | 16 | 4,6 | 3,6 | 17 |
| EEUU | 35 | 21,9 | 12,9 | 44 |

Esta nueva forma de trabajo (teletrabajo) es posible gracias a la aplicación de distintas tecnologías de telecomunicación como la teleconferencia (desarrollada anteriormente), el software para el intercambio de documentación e información, módems, ordenadores portátiles, herramientas de desvío de llamadas, herramientas conexión a red (LAN, TOKEN, etc.), acceso remoto al correo, etc.



A continuación se resumen las principales TIC aplicadas en esta ámbito y sus potenciales de reducción de consumo energético:

| ACTUACIÓN | DESCRIPCIÓN CONCEPTUAL DEL AHORRO ENERGÉTICO | TIPO DE ACTUACIÓN | REDUCCIÓN DE CONSUMO ENERGÉTICO | FUENTE |
|-------------|---|--|---|------------------------|
| Teletrabajo | La posibilidad de trabajar fuera de la oficina reduce el número de viajes realizados al trabajo, permite desplazarse en horarios de menos tráfico y reduce el consumo energético en edificios de oficinas (incrementando, no obstante, el consumo en edificios residenciales cuando el teletrabajador trabaja desde casa) | Videoconferencia, software para intercambio de documentación e información, módems, portátiles, desvío de llamadas, conexión a red (LAN, TOKEN, etc.), acceso remoto al correo, etc. | 9,8-12,3% de los viajes diarios al trabajo 0,11% en el consumo energético de edificios cuando se asume que el teletrabajador pierde su espacio en la oficina (en 2020) | Comisión Europea, 2008 |
| | | | Reducción del 80% de los desplazamientos en coche en áreas urbanas y no urbanas ²⁷ | SMART 2020 |

5.4.3. Desmaterialización de actividades

La desmaterialización de actividades trata de emplear las TIC para sustituir un producto físico o un servicio por un producto digital o un servicio *online*.

a) Comercio electrónico (e-commerce)



El comercio electrónico forma parte del denominado *e-business*, en inglés, que se refiere a todos los negocios, actividades comerciales y otras actividades económicas llevadas a cabo a través de Internet.

El comercio electrónico puede aplicarse en diferentes sectores: venta al por menor de bienes materiales, juegos online, productos farma-

²⁷ También lleva asociado un incremento del 20% los desplazamientos no relacionados con el trabajo (dato 2020).



Guía sobre el potencial de las TIC para el ahorro y la eficiencia energética

céuticos (*e-health*), servicios de telecomunicaciones (móviles, etc.) y viajes, entre otros. Así, el comercio electrónico está revolucionando la producción de bienes materiales y su distribución. A continuación se presentan algunos ejemplos de la transformación del comercio tradicional:

Tabla 12. Evolución del comercio.

| COMERCIO ELECTRÓNICO | EJEMPLOS | COMERCIO TRADICIONAL | COMERCIO ELECTRÓNICO |
|------------------------|-----------------------------------|--|----------------------|
| Productos materiales | Ropa, libros, alimentos, etc. | Desplazamiento hasta la tienda | Envío por correo |
| Productos electrónicos | Música, vídeos, formularios, etc. | Desplazamiento hasta la tienda u oficina | Descarga electrónica |

A continuación se presentan unos esquemas de venta de productos materiales y electrónicos según el sistema tradicional y en el comercio electrónico. En el comercio electrónico de productos materiales, la tienda intermediaria entre el centro de distribución y el consumidor desaparece.

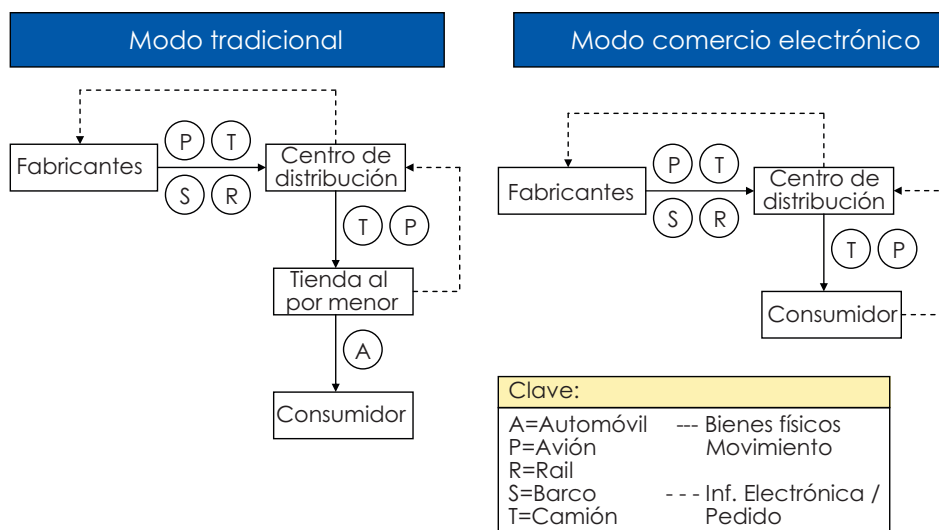


Figura 13. Esquema de la comercialización de un producto material. Fuente: *The Energy and Greenhouse Gas Emissions Impact of Telecommuting and e-Commerce*, Consumer Electronics Association 2007.

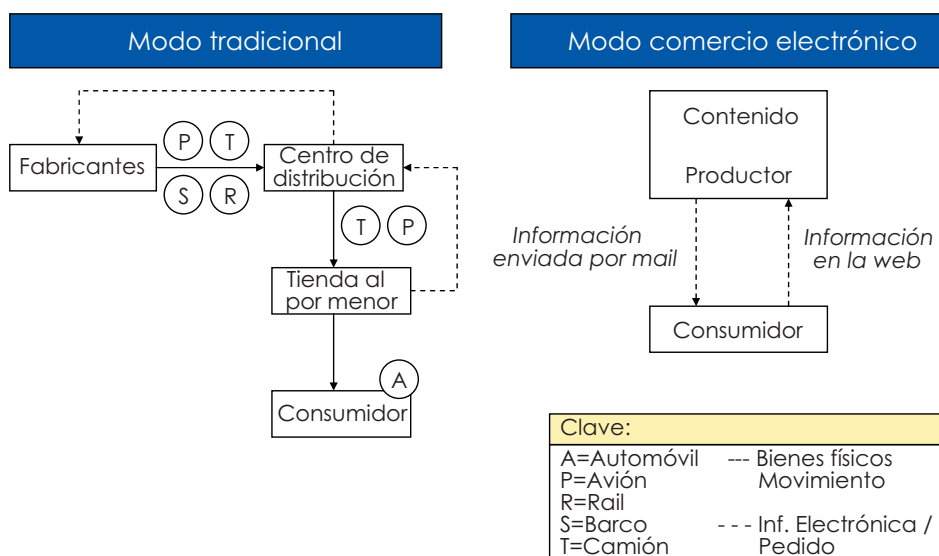


Figura 14. Esquema de la comercialización de un producto electrónico.
Fuente: *The Energy and Greenhouse Gas Emissions Impact of Telecommuting and e-Commerce*, Consume Electronics Association 2007.

El comercio electrónico permite, en relación con el transporte, reducir los desplazamientos de los compradores hasta las tiendas, pudiendo comprar a través de Internet una gran variedad de productos (alimentos, ropa, etc.). También fomenta el ahorro del consumo energético en edificios comerciales ya que sustituye la existencia de un local o tienda por una página web. Esta nueva forma de comercio también permite reducir la sobreproducción, los residuos de fabricación, así como el stock y el espacio de almacenamiento del mismo. Algunas fuentes indican que el 40% del ahorro energético producido por el comercio electrónico es debido a la reducción de inventario en la cadena de suministro²⁸.

Sin embargo, el comercio electrónico también es responsable del consumo energético derivado de la distribución de la mercancía, que influye negativamente sobre la eficiencia energética en el transporte ya que este nuevo modelo de distribución individual de la mercancía conlleva en algunos casos un envoltorio no estándar y, por lo tanto, un peor aprovechamiento del espacio en el camión, barco o tren que lo transporte. Actualmente, el impacto real del comercio electrónico es todavía incierto.

A modo de ejemplo, la siguiente figura representa el consumo energético de la compra de libros *online* y por el método tradi-

28 http://www.ce.org/Energy_and_Greenhouse_Gas_Emissions_Impact_CEA_July_2007.pdf



Guía sobre el potencial de las TIC para el ahorro y la eficiencia energética

cional. Tal y como se observa, el comercio electrónico de libros conllevaría un mayor consumo energético debido principalmente al embalaje, en zonas urbanas y suburbanas, y al transporte, en zonas rurales. En cuanto al comercio tradicional, la venta de un libro generará un mayor consumo en el desplazamiento del comprador hasta el punto de venta, así como en el consumo energético de la tienda.

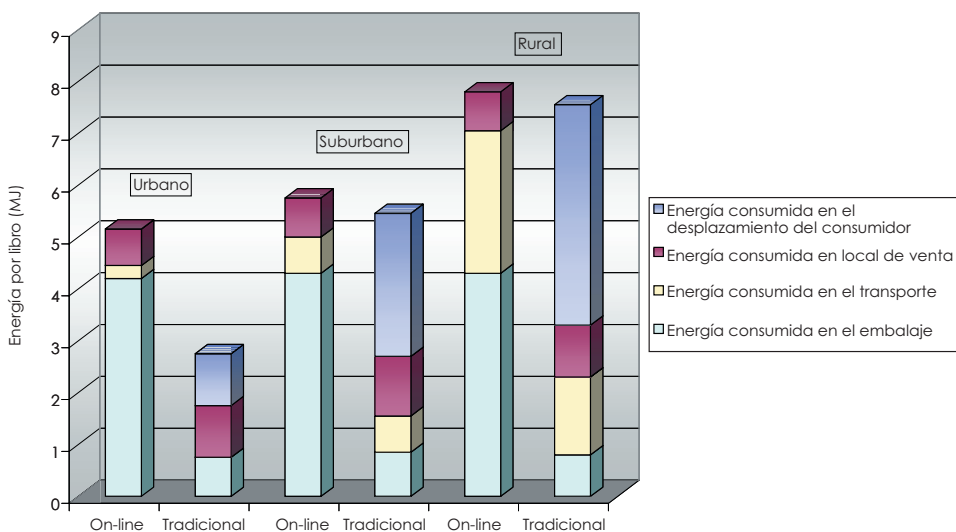


Figura 15. Consumo energético en la venta de un libro. Fuente: *Impacts of ICT on Energy Efficiency*, Comisión Europea 2008.

Según Eurostat, en 2006, el 21% de la población europea (UE-25) practicaba regularmente el comercio *online*. A pesar de que no se espera que el comercio electrónico represente el 100% del comercio en el futuro, sí se espera todavía un aumento muy sustancial en este campo.

b) Telegestión

Dentro de la telegestión pueden incluirse la facturación electrónica, la digitalización de tickets, digitalización de servicios de sanidad (*e-health*), la banca *online* (*e-banking*), entre otros. Las TIC pueden tener un gran impacto sobre todos estos aspectos en cuanto al ahorro de desplazamientos derivado de disponer de una serie de servicios *online*.

Por ejemplo, la telemedicina ofrece servicios médicos *online* y permite elaborar un diagnóstico y realizar el seguimiento de un pa-



ciente a distancia a través de las TIC. Además existen formas de consulta telemática interactiva entre médico y paciente. Hoy en día se encuentran disponibles distintos equipos que el paciente puede conectar al ordenador y envían los resultados hasta la pantalla del médico, como un tele-estetoscopio, tele-ecógrafo, tele-termómetros, tele-medidores de tensión, etc. La teleradiología (el envío de placa de rayos x), los escáneres de tomografía y la toma de imágenes de resonancia magnética son las aplicaciones más comunes de la telemedicina en la actualidad. Todas estas tecnologías permiten evitar el desplazamiento de un paciente o de un médico hasta el hospital.

La banca y la administración también están llevando a cabo su desmaterialización, ofreciendo cada vez más servicios por Internet. La administración permite la cumplimentación de distintos formularios *online* y su envío por Internet, evitando su impresión en papel y el desplazamiento hasta una oficina para su entrega. Los bancos ya disponen de un sistema de firma electrónica para realizar transferencias y consultar los movimientos sin tener que desplazarse a la sucursal (*e-banking*). Se estima que en el 2005, el 10%-15% de las transacciones bancarias se realizaban ya *online*.

Asimismo, la teleformación permite recibir e impartir cursos, seminarios, conferencias, etc., a través de la pantalla del ordenador sin necesidad de desplazarse a un centro educativo, sala de conferencias, etc. Como ejemplo, pueden citarse los cada vez más estandarizados *webminars*, cuyos asistentes pueden ir leyendo las transparencias de la presentación en la pantalla de su ordenador a la vez que escuchan la exposición ofrecida por el teléfono.



Además del ahorro en combustible por los desplazamientos evitados, estas medidas permiten el ahorro de papel y del consumo energético que su fabricación conlleva, como es el caso de la facturación electrónica (*e-invoicing*), los libros electrónicos (*e-book*), los e-mails que sustituyen a las cartas en papel, entre otros.

A continuación se muestra un ejemplo de las emisiones de CO₂, asociadas al consumo energético, del envío de una carta en papel por correo normal y de un e-mail vía Internet:

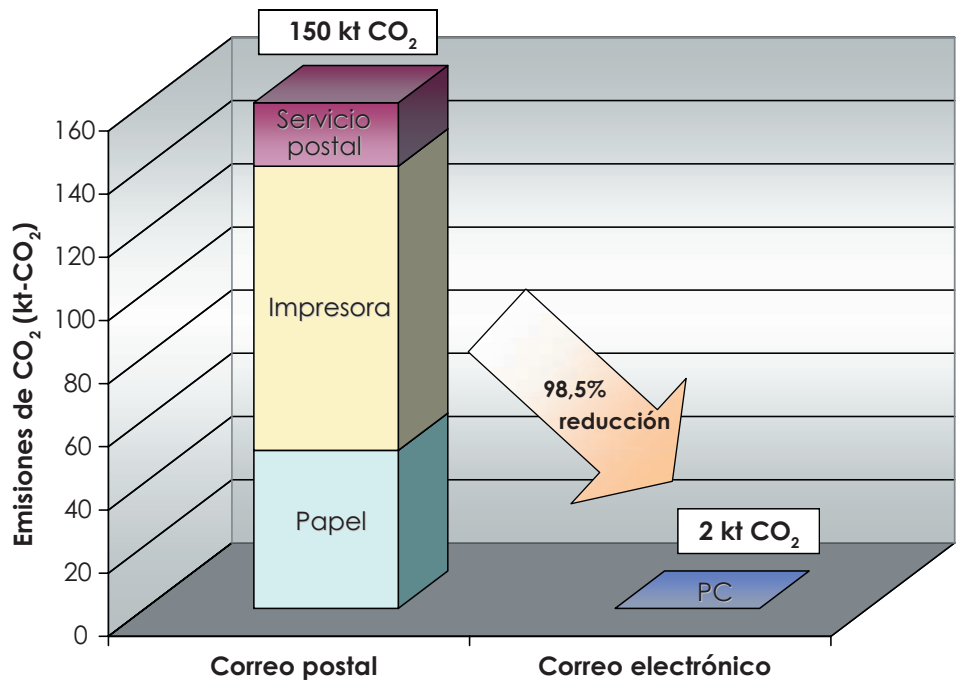


Figura 16. Comparación de las emisiones de CO₂ entre el envío de una carta y un e-mail. Fuente: *Methodologies for measuring the ICT impact on Climate Change*, ITU and Climate Change.

A continuación se resumen las principales TIC aplicadas en este ámbito y sus potenciales de reducción de consumo energético:

| ACTUACIÓN | DESCRIPCIÓN CONCEPTUAL DEL AHORRO ENERGÉTICO | TIPO DE ACTUACIÓN | REDUCCIÓN DE CONSUMO ENERGÉTICO | FUENTE |
|----------------------|--|--|---|--|
| Comercio electrónico | Reduce la necesidad de desplazarse a los puntos de venta, reduciendo así el transporte. También fomenta el ahorro del consumo energético en edificios comerciales ya que sustituye la existencia de un local o tienda por una página web. No obstante, es responsable del aumento de desplazamientos derivado de la distribución de la mercancía | Internet, e-mail, fax, teléfono móvil, router, redes comerciales virtuales, etc. | Reducción del 40% del transporte privado no relacionado con el trabajo o el 20% de todo el transporte privado | SMART 2020 |
| Telegestión | Desmaterialización de productos: La desmaterialización de productos materiales (como libros o CD) permite digitalizar los objetos manteniendo la misma función y ahorrando consumos energéticos, por ejemplo por la fabricación de papel, etc. | Descargas y envíos por Internet | El uso del e-book durante un año en vez de utilizar libros en papel evitaría la emisión de 168 kg CO ₂ | Royal Institute of Technology de Suecia, 2010 |
| | | | El envío de un e-mail frente a una carta en papel ahorra el 98,5% de las emisiones de CO ₂ | Methodologies for measuring the ICT impact on Climate Change, ITU and Climate Change |
| | Desmaterialización de servicios: La desmaterialización de servicios (como servicios bancarios, médicos, administrativos, etc.) permite realizar gestiones online y evitan los correspondientes desplazamientos | e-banking, e-health, e-administration, e-invoicing, teleformación, etc. a través de Internet | No disponible | |

5.4.4. Conclusiones

La desmaterialización es la sustitución de los productos físicos y servicios tradicionales por productos y servicios digitales, como la sustitución de la carta en papel por el e-mail o la sustitución de un servicio bancario por el e-banking.

Las TIC hacen posible esta desmaterialización y son las responsables de la reducción del número de desplazamientos de personas y mer-



Guía sobre el potencial de las TIC para el ahorro y la eficiencia energética

cancias, y del consumo energético en espacios de oficinas gracias al teletrabajo, fomentando la eficiencia energética en la sociedad. El mayor ahorro recae principalmente en el teletrabajo y las videoconferencias, que representan el 70% y el 30% del ahorro energético conseguido con la desmaterialización.

Como el comercio electrónico, la Administración electrónica podría tener un efecto considerable en la reducción de las emisiones de GEI mediante la desmaterialización de los servicios públicos, particularmente en aquellos países en los que el sector público constituye una parte importante de la economía global. Por ejemplo, muchos servicios en papel pueden trasladarse al formato digital y las gestiones que antes había que hacer personalmente se podrán realizar de modo virtual.

Según el estudio SMART 2020, la desmaterialización puede ser responsable de la reducción de 460 Mt CO₂e en el 2020.



6

GLOSARIO

| SIGLAS Y ACRÓNIMOS | NOMBRE COMPLETO |
|--------------------|---|
| ACS | <i>Automatic Control System</i> |
| AMI | <i>Advanced Metering Infrastructure/ Infraestructuras Avanzadas de Medición</i> |
| AMR | <i>Automatic Meter Reading/ Medidores Automáticos de Lectura</i> |
| ARTEMIS | <i>European Technology Platform in Advanced R&D on Embedded Intelligent Systems</i> |
| AT | Austria |
| BAU | <i>Business as usual</i> |
| BE | Bélgica |
| BG | Bulgaria |
| CEMEP | Comité Europeo de Fabricantes de Máquinas Eléctricas y Electrónica de Potencia |
| CFL | <i>Compact Fluorescent Lamps/Lámparas fluorescentes compactas</i> |
| CH | Suiza |
| CMNUCC | Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático |
| CZ | República Checa |
| DE | Alemania |
| EE | Estonia |
| EITO | <i>European Information Technology Observation</i> |
| ENIAC | Consejo Asesor de la Plataforma Tecnológica Europea sobre Nanoelectrónica |
| ES | España |
| ESE | Empresas de Servicios Energéticos |
| FACTS | <i>Flexible AC Transmission System</i> |
| FI | Finlandia |
| FR | Francia |
| GEI | Gases de Efecto Invernadero |



Guía sobre el potencial de las TIC para el ahorro y la eficiencia energética

| SIGLAS Y ACRÓNIMOS | NOMBRE COMPLETO |
|--------------------|---|
| GPS | <i>Global Positioning System</i> / Sistema de posicionamiento global |
| HVAC | <i>Heating, Ventilation and Air Conditioning</i> |
| ILB | <i>Incandescent Light Bulb</i> / Lámparas incandescentes |
| ISIC | <i>International Standard Industrial Classification</i> |
| ITS | <i>Intelligent Transport Systems</i> / Sistemas de transporte Inteligente |
| LAN | <i>Local Area Network</i> |
| LED | <i>Light-Emitting Diode</i> / Diodo emisor de luz |
| LI | Liechtenstein |
| LV | Latvia |
| MDL | Mecanismo de Desarrollo Limpio |
| NEM | Plataforma Tecnológica Española de Tecnologías Audio-visuales en Red |
| NESSI | <i>Networked European Software and Services Initiative</i> |
| NL | Holanda |
| NO | Noruega |
| OLED | <i>Organic Light-Emitting Diode</i> / Diodo orgánico emisor de luz |
| PIB | Producto Interior Bruto |
| PMU | <i>Power Management Units</i> |
| PT | Portugal |
| RO | Rumanía |
| SCADA | <i>Interoperable Supervisory Control and Data Acquisition</i> |
| SE | Suecia |
| SK | Eslovaquia |
| Tep | Tonelada equivalente de petróleo |
| TIC | Tecnologías de la Información y de la Comunicación |
| UE | Unión Europea |
| UK | Reino Unido |



7

BIBLIOGRAFÍA

- SMART 2020: Enabling the low carbon economy in the information age. The Climate Group on behalf of the Global eSustainability Initiative (GeSI) (2008). Disponible en: http://www.smart2020.org/_assets/files/02_Smart2020Report.pdf
- Impacts of Information and Communication Technologies on Energy Efficiency. European Commission DG INFSO (September 2008). Disponible en: ftp://ftp.cordis.europa.eu/pub/fp7/ict/docs/sustainable-growth/ict4ee-final-report_en.pdf
- ICT for a Low Carbon Economy. Smart Electricity Distribution Networks. European Commission (July 2009). Disponible en: http://ec.europa.eu/information_society/activities/sustainable_growth/docs/sb_publications/pub_smart_edn_web.pdf
- ICT for a Low Carbon Economy. Smart Buildings. European Commission (July 2009). Disponible en: <http://www.ict-reeb.eu/objects2/Version03%2008%2009-Smart%20Buildings.pdf>
- European Technology Platform SmartGrids. Vision and Strategy for Europe's Electricity Networks of the Future. European Commission (2006). Disponible en: ftp://ftp.cordis.europa.eu/pub/fp7/energy/docs/smartgrids_en.pdf
- European Technology Platform SmartGrids. Strategic Research Agenda for Europe's Electricity Networks of the Future. European Commission (2007). Disponible en: http://www.smartgrids.eu/documents/sra/sra_finalversion.pdf
- Advancing Adaptation through Communication for Development. CSDI (February 2009). Disponible en: <http://www.box.net/shared/prjh5adsrt>



Guía sobre el potencial de las TIC para el ahorro y la eficiencia energética

- Smarter Moves. How information communications technology can promote sustainable mobility. Sustainable Development Commission (January 2010). Disponible en: http://www.sd-commission.org.uk/publications/downloads/SDC_Smarter_Moves_w.pdf
- Guía del vehículo eléctrico. Comunidad de Madrid (2009). Disponible en: <http://www.fenercom.com/pdf/publicaciones/Guia-del-Vehiculo-Elctrico-2009-fenercom.pdf>
- ICTs and Climate Change. ITU-T Technology Watch Report 3. International Telecommunication Union. (December 2007). Disponible en: http://www.itu.int/dms_pub/itu-t/oth/23/01/T23010000030002PDFE.pdf
- Tracking Industrial Energy Efficiency and CO2 Emissions. International Energy Agency (June 2007).
- The Energy and Greenhouse Gas Emissions Impact of Telecommuting and e-Commerce. Consumer Electronics Association (July 2007). Disponible en: http://www.ce.org/Energy_and_Greenhouse_Gas_Emissions_Impact_CEA_July_2007.pdf

