



UNIVERSIDAD POLITÉCNICA DE MADRID

E.T.S.I.T MADRID

DEPARTAMENTO DE SEÑALES, SISTEMAS Y RADIOCOMUNICACIONES

CÁTEDRA MOVISTAR

# **INFORME TRIMESTRAL SOSTENIBILIDAD Enero-Marzo 2010**

Nota: El presente informe ha sido elaborado exclusivamente para uso y distribución internos en Telefónica.

## ÍNDICE

1	INTRODUCCIÓN.....	1
2	EFICIENCIA ENERGÉTICA DE LAS REDES Y SISTEMAS DE TELECOMUNICACIONES .....	1
2.1	ITU BUSSINESS TALKS EN LA CONFERENCIA DE COPENHAGUE.....	1
2.2	ARTÍCULOS APARECIDOS EN PUBLICACIONES TÉCNICAS .....	4
3	IMPACTO SOCIAL DEL DESPLIEGUE DE LAS INFRAESTRUCTURAS DE TELECOMUNICACIONES .....	6

## 1 INTRODUCCIÓN

En este cuarto número del informe comenzamos pasando revista a algunas de las intervenciones habidas durante la Conferencia del Clima de Copenhague. Es cierto que estos documentos se generaron durante el trimestre pasado, pero lo es también que es ahora cuando se pueden analizar con cierta calma, pasados los fragores de la Conferencia. Además de esta mención, haremos reseña de algunos artículos aparecidos en revistas del sector, que tratan la cuestión del ahorro energético en las redes de telecomunicación. Finalmente, en lo relativo al impacto social del despliegue de infraestructuras de telecomunicaciones, nos haremos eco de un interesante artículo relativo al potencial mal uso del servicio de voz sobre IP (VoIP). Lo haremos sobre la base de que la sostenibilidad de las redes y sistemas de telecomunicaciones no está sólo ligada a la buena gestión de su huella energética y de los residuos que generan, sino también del hecho de saber prevenir y atajar los potenciales malos usos de las mismas; es decir, si algo al final es susceptible de ser mal utilizado de manera harto dañina y extensa, de alguna manera podemos decir que no es sostenible, puesto que dicho mal uso puede comprometer su implantación. Es por ello que en este boletín intentaremos también cubrir este aspecto de la sostenibilidad, inaugurando con esta reseña esta línea de análisis.

## 2 EFICIENCIA ENERGÉTICA DE LAS REDES Y SISTEMAS DE TELECOMUNICACIONES

Dentro de este apartado recogemos varias contribuciones aparecidas en este trimestre o en el anterior, pero que no hubo tiempo o espacio de comentar con algo de detalle, relativas a la eficiencia energética de las redes de telecomunicaciones y su impacto en el cambio climático.

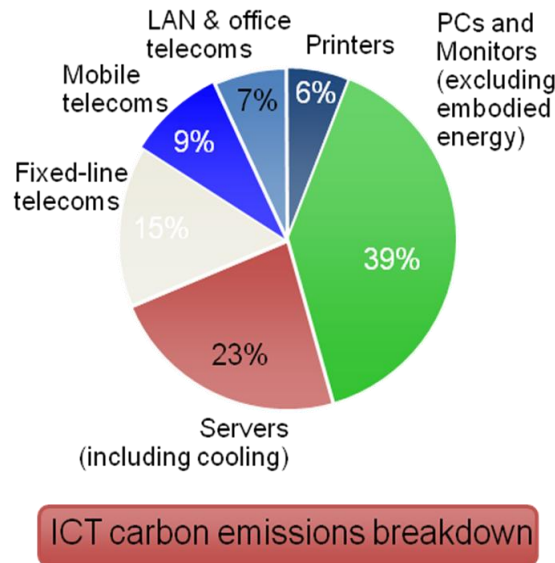
### 2.1 ITU BUSSINESS TALKS EN LA CONFERENCIA DE COPENHAGUE

Dentro de este apartado queremos recoger algunas de las ideas expresadas por diferentes actores de la industria de las telecomunicaciones en el encuentro que la UIT organizó dentro de la Conferencia del Clima de Copenhague<sup>1</sup>. En concreto en una serie de charlas donde algunos de los principales actores del sector expusieron sus ideas sobre el papel de las TIC en el cambio climático.

Empezamos por la charla que impartió Stephan Scholz, CTO y responsable de Investigación y plataformas tecnológicas. De su charla extraemos algunos datos en forma de figuras la mayoría. En concreto, sobre el desglose de emisiones de las TIC:

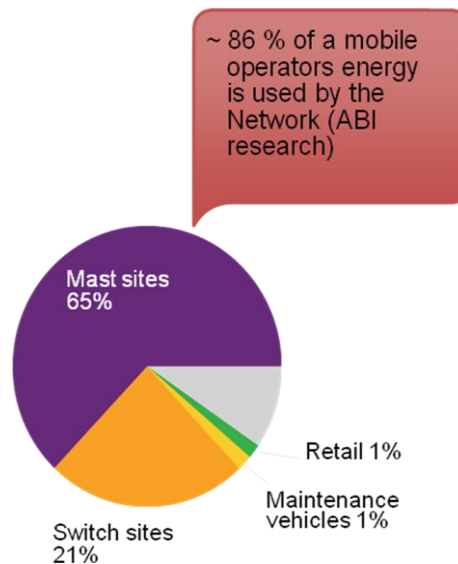
---

<sup>1</sup> ITU bussiness talks. 7 y 8 Diciembre de 2009. Información en <http://www.itu.int/themes/climate/events/ict-kiosk-cop15.html>.



**Figura 1**

También sobre el desglose de emisiones en las redes móviles:



**Figura 2**

Es interesante mencionar que Nokia afirmó que el 90 % de las emisiones ligadas a la producción, diseño y uso de sus equipos, se encuentra justamente en el último concepto, en el uso, lo que lleva a pensar sobre todo estrategias de reducción de consumo en los equipos. Además de esta idea, Nokia señaló la importancia de avanzar hacia otro concepto que se ha puesto de moda la “*smart grid*” o red eléctrica inteligente, capaz de informar sobre el consumo y coordinarlo con la producción de energía. En este sentido, parece haber un consenso amplio en que las redes eléctricas funcionan en su mayor parte sobre la base de decisiones tomadas hace 120 años, y que deberían avanzar hacia un

paradigma de mayor inteligencia en la gestión de la energía<sup>2</sup>. Nokia piensa que las TIC desempeñarían un papel relevante en la puesta en marcha de este concepto. Por otra parte, también Alcatel-Lucent hizo hincapié en el mismo, en la charla impartida por Gee Rittenhouse, vicepresidente de los Bell Labs. En ella se listaron algunas de las direcciones en las que podrían avanzar las TIC para mejorar sus emisiones. Así, en el acceso móvil se señalaron el uso de amplificadores de potencia ultra-eficientes, de células cada vez más pequeñas, de redes autoorganizadas y de la técnica MIMO. Finalmente, Alcatel-Lucent se mostró optimista sobre el potencial de reducción de consumo en las TIC, medido en Watts/usuario, del que dijo puede haber una mejora de entre 4 y 7 veces con respecto a la tendencia de evolución actualmente observada.

Deutsche Telecom hizo una presentación algo más previsible, haciendo énfasis en las reducciones de emisiones que se pueden obtener con el uso de tecnologías TIC (p.e. sustituyendo desplazamientos por videoconferencia o manejando facturas electrónicas en lugar de en papel. También, en consonancia con la política de su gobierno, señalaron la importancia de incorporar energías limpias en las redes (Alemania es uno de los países más activos en la incorporación de este tipo de fuentes energéticas). BT, en una línea parecida, insistió en la idea del papel de las TIC en la mejora de la distribución de la energía, así como en la sanidad, a la hora de reducir emisiones, y en general a la hora de establecer comunidades de intereses sin necesidad de efectuar desplazamientos frecuentes. Cisco por otra parte también tocó teclas similares, mencionando los beneficios de la telepresencia en el establecimiento de comunidades y en la salud, en lo que pareció un lugar común a bastantes de los intervinientes. Manifestó asimismo su compromiso de reducir sus emisiones globales en un 25 % para 2012. A esta línea se unió también la WWF, incidiendo en argumentos parecidos.

Otro de los participantes en el evento fue la consultora get-it, dedicada a la colaboración entre el sector de la generación de la energía y de las tecnologías de la información. Hizo una defensa a ultranza de la introducción de energías limpias en las estaciones de base, haciendo hincapié en el gran potencial contaminante de estas. Cifró, por ejemplo, en 22 millones de toneladas de CO<sub>2</sub> la contaminación anual producida por aquellas. Centró sus ejemplos sobre todo en los países en desarrollo (donde, por otra parte, introducir estas energías en las BTS es hacer de la necesidad virtud, puesto que es difícil contar con conexiones aceptables a la red eléctrica). Sin embargo también citó el caso de Canadá, donde al parecer el operador CANARIE de una red de nueva generación de fibra óptica ha introducido un novedoso esquema de uso de fuentes eólicas y solares.

Finalmente, la Comisión Europea participó con una presentación, en la que se señalaba el papel como consumidor de energía del sector TIC y su potencial de reducción de emisiones. A ese respecto, las iniciativas descritas con más detalle por la Comisión atañen a programas voluntarios relativos a etiquetado de equipos y a códigos de conducta

---

<sup>2</sup> Una descripción más extendida de este concepto se puede encontrar en el capítulo 4, "Hacia un futuro energético duradero", de Janet L. Sawin y William R. Moomaw, dentro del informe sobre la situación del mundo 2009 del Wordwatch Institute. Ed. Icaria, 2009.

que aseguren una mayor eficiencia energética, a los que espera se sumen fabricantes y operadores del sector TIC. En definitiva, parece que la Comisión se decanta por los programas voluntarios más que por la fuerza de la reglamentación. A destacar la existencia de varios grupos de trabajo en estas iniciativas, uno de ellos dedicado a algo tan importante como la métrica y las medidas de la eficiencia energética.

## 2.2 ARTÍCULOS APARECIDOS EN PUBLICACIONES TÉCNICAS

Completando las informaciones procedentes del evento anterior, nos queremos hacer eco aquí de un artículo<sup>3</sup> publicado este trimestre, donde se analizan algunos aspectos de la eficiencia energética en las redes móviles. Un aspecto interesante que señala el artículo es el hecho de que los terminales móviles han progresado sustancialmente en cuanto al tiempo de vida de la batería en modo espera (*stand-by*) pero poco en lo que toca al de uso en conversación o aplicaciones de datos, de forma que, según el autor, existen ya diferencias entre ambos tiempos del orden de uno, y a veces dos, órdenes de magnitud. Y ello por el crecimiento cada vez mayor de las aplicaciones de datos y del software asociado, que se “comen” las mejoras tecnológicas en las baterías de los terminales. Mejoras que tuvieron un salto tecnológico destacable en los años 90 con la aparición de las baterías de ión-litio, pero que actualmente no es de esperar que se repita en los próximos años. Por ello, el artículo se pregunta por las estrategias más adecuadas para reducir el consumo de dichos terminales. En redes donde hablamos fundamentalmente de uso vocal, se puede recurrir a técnicas de *paging* (búsqueda) del terminal más sofisticadas, que hagan que este se sitúe en modo espera durante un mayor porcentaje de tiempo, lo que reduce el consumo. Sin embargo, en las modernas aplicaciones de datos y de conexión a internet, lo cierto es que se recurre cada vez más al conocido concepto de “*always on*” (siempre conectado), que no es el más adecuado para la preservación de la batería del móvil. En este sentido, lo cierto es que las redes móviles se están viendo obligadas a aceptar un modo de funcionamiento heredado de las redes fijas, donde los hosts han de permanecer activos y con sus interfaces operativas durante largos periodos de tiempo. Un modelo que, en lo que toca sobre todo a los terminales, resulta poco eficiente. En este sentido, el autor propone estrategias para reducir al máximo el tiempo que el terminal se conecta a la red (p.e descargando videos o ficheros mp3, que luego se ejecutan, una vez terminada la sesión de comunicaciones), una de ellas la más ambiciosa – y desde luego no abordable a corto plazo – diseñada en el seno de un proyecto europeo (4WARD), enfocada a una arquitectura de Internet, que permita evitar esta necesidad del “*always on*”. Ello se conseguiría replicando contenidos de los servidores en otros de tipo intermedio, manteniendo algún tipo de sincronización con la fuente original. Esto evitaría, según el autor, la necesidad de mantener una sesión abierta con el servidor original, haciéndolo con el de réplica más cercano al móvil, mediante el cual se obtendrían ahorros de tiempo de descarga y mejoras en el ancho de banda disponible, pérdida de paquetes y retardo, amén de reducir el paso por redes intermedias.

---

<sup>3</sup> Communitacions Magazine. January 2010. “In search of Energy-efficient Mobile networking”. K. Pentikousis.

La propuesta del artículo es ciertamente ambiciosa, y está ligada a un proyecto europeo, lo que a priori no es garantía de que vaya a llevarse a la práctica, desde luego. El tiempo dirá si es así o no. Lo que quizá es más destacable del mismo es la idea de que el paradigma de “*always on*” - pensado para el mundo de los terminales o host fijos, y que ha sido adoptado también en los móviles, debido a la deriva hacia las aplicaciones de datos e internet - es, con mucho, el principal causante de los bajos tiempos de batería en modo conectado, y que de alguna manera es preciso buscar estrategias que lo reduzcan al mínimo, visto que no es de esperar un salto tecnológico sustancial en las baterías en los próximos años.

En otra dirección hacia la mejora de los consumos de los terminales móviles, especialmente de los *smartphones*, van las investigaciones enfocadas a mejorar el rendimiento y las especificaciones de los microprocesadores. Buen ejemplo de ello es una de las ideas que la revista IEEE Spectrum menciona en su número de Enero, en el que tradicionalmente hace una lista de los “ganadores” y “perdedores” del año anterior. En este caso, entre los ganadores cita el desarrollo de una pequeña compañía de semiconductores, denominada “Intrinsity”, que ha desarrollado un microprocesador para teléfonos móviles inteligentes, bajo la denominación de Hummingbird. El dispositivo se basa en un modelo de ARM, el Cortex-A8, que funciona a 650 MHz, sobre el que se han introducido mejoras substanciales. Así, se ha conseguido elevar la frecuencia de reloj hasta el GHz, frecuencia a la cual consume sólo 750 mW (compárese con el Atom N270 de Intel, que a 1.6 GHz consume 2.5 vatios), mediante una serie de mejoras en la forma en que trabaja la lógica del dispositivo. En definitiva, mejorar prestaciones a menor consumo.

Por último, es interesante mencionar un estudio publicado por INTEL<sup>4</sup> sobre la evolución del consumo de los dispositivos de computación con el tiempo. Lo más llamativo es la conclusión de que, desde la aparición de los microprocesadores, la eficiencia energética, medida en operaciones por Kilowatio-hora ha seguido una tendencia similar a la Ley de Moore para el número de transistores en un chip. Esto es, doblándose cada dos años. Los autores consideran que no hay razón para esperar que la tendencia no continúe así en los próximos 5 ó 10 años. Algo que noticias como la citada en el párrafo anterior parecen confirmar. Lo que no cabe duda es que es una buena noticia para las redes de telecomunicaciones, puesto que ésta eficiencia energética tiene repercusiones en la de los routers, terminales móviles, infraestructura de red y cualquier cosa que implique capacidad de procesamiento. La imagen siguiente, extraída del estudio, resume la tendencia gráficamente.

---

<sup>4</sup> Assesing trends in the electrical efficiency of computation over time. VVAA del Lawrence Berkeley National laboratory, Standord University, Microsoft corporation and Intel corporation. Disponible en [www.intel.com](http://www.intel.com).

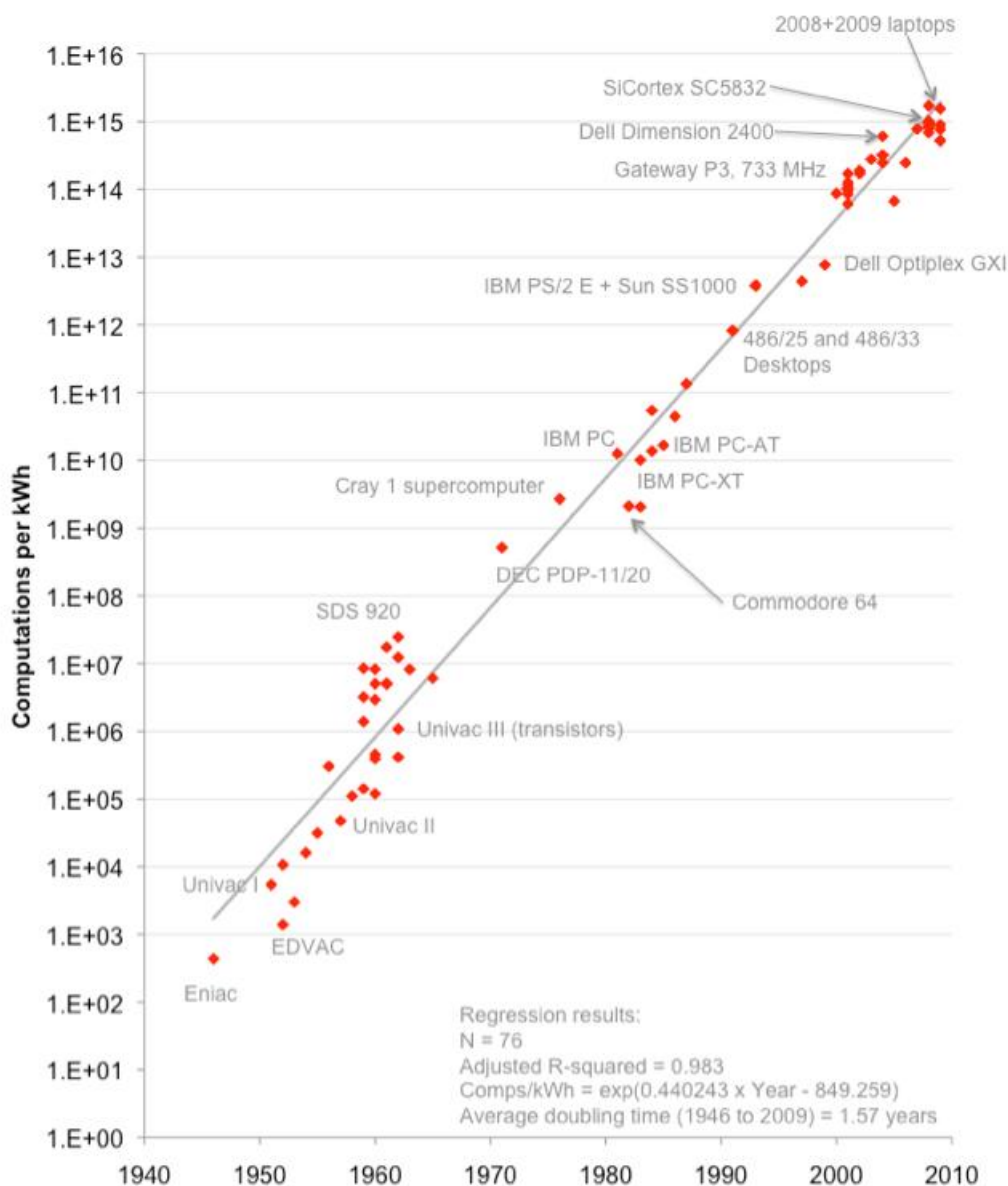


Figura 3

### 3 IMPACTO SOCIAL DEL DESPLIEGUE DE LAS INFRAESTRUCTURAS DE TELECOMUNICACIONES

Aunque este apartado habíamos incluido únicamente los aspectos relativos al impacto sobre la salud, derivados del despliegue de infraestructuras de telecomunicaciones, hemos creído oportuno aumentar su rango de contenidos a aquellos aspectos relacionados con el impacto por mal uso de dichas infraestructuras. En efecto, tal y como comentábamos en la introducción, podemos considerar que este mal uso puede ser también un factor que condicione – y mucho – la sostenibilidad de unas determinadas tecnologías, pudiendo



darse el caso de que puedan dejar de ser sostenibles, bien porque su mal uso las haga desaconsejables, bien porque sean necesarias fuertes inversiones para evitar dicho mal uso, que las haga inviables. Aunque no es el caso que traemos aquí, la reciente condena de 3 directivos de Google en Italia por albergar un vídeo de maltrato y burla a una persona discapacitada puede ser un ejemplo de ello; de hecho, Google ya ha advertido que medidas como esta pueden suponer una grave amenaza para las aplicaciones como las que promueve.

En esta ocasión, sin embargo, no nos centramos en la cuestión del alojamiento de contenidos inadecuados y la responsabilidad por los mismos, sino en el mal uso de las comunicaciones de datos para transmitir ficheros mp3 de sonido y voz sobre IP (VoIP). ¿Qué puede haber de malo en ello? Pues si nos atenemos a lo descrito en un reciente artículo<sup>5</sup>, lo cierto es que el trasvase de estos ficheros puede suponer un buen método para hacer circular información en forma dañina. Tres son los ejemplos que se ponen en el artículo: la descarga de un aparentemente inofensivo fichero mp3 por parte de un empleado de una compañía de teléfonos móviles, que en realidad contiene información sobre un modelo de la competencia, que sirve para piratear su diseño; un terrorista que sube un fichero de música, con un resumen de una actuación musical, a un sitio de contenidos, que más tarde descargan sus cómplices en otro país, y que contiene instrucciones para cometer un atentado. O una conversación mediante VoIP de dos personajes de la jet set, tras cuya conclusión uno de ellos termina en su PC con imágenes de pornografía infantil enviadas conjuntamente con los bits de voz.

Todos estos ejemplos hacen uso de una técnica conocida como estenografía, consistente en esconder datos en ficheros aparentemente inconexos con ellos (p.e. de imágenes o de sonido). Aunque inicialmente centrada en ficheros de imágenes, lo cierto es que ha evolucionado hasta su aplicación en ficheros de sonido y de vídeo. El artículo que mencionamos defiende que, con las modernas aplicaciones como VoIP, conocerá una nueva era, donde las limitaciones en el tamaño de las informaciones escondidas casi desaparecerán, merced a la mayor longitud y tiempo de transmisión de estas conversaciones por IP. Es los que los autores denominan “estenografía en red”. Y es que la regla general para camuflar datos estenográficamente es que estos no deben de ocupar más del 10 % del total enviado. Con ficheros de imágenes o sonido esto impone ciertas limitaciones, pero con el uso de los protocolos IP la cosa cambia, como veremos en las líneas siguientes.

Hasta ahora las cosas no pintaban tan mal porque la estenografía dejaba un cierto rastro en los ficheros. Al fin y al cabo, la información permanecía en el fichero, de manera que, en tanto en cuanto el fichero estuviese almacenado en un lugar público o accesible, había una oportunidad de acceder a la información o al menos de demostrar su envío. Sin embargo, el uso de VoIP cambia las reglas del juego: ahora no es un fichero lo que se usa,

---

<sup>5</sup> IEEE Spectrum Magazine. February 2010. "Vice over IP". J. Lubacz, W. Mazurczyk, K. Szczypiorsky

sino el protocolo en sí. Esto hace mucho más difícil para un auditor o investigador el localizar la información oculta, que ahora va en algunos de los paquetes transmitidos.

Las formas de acceder al “reverso tenebroso” de los protocolos de VoIP, descritas en el artículo, son ingeniosas. Una de ellas consiste en aprovecharse del hecho de que los paquetes que llegan excesivamente retardados son descartados por inservibles (no valen para contribuir a reconstruir la información vocal). Así, retrasando deliberadamente ciertos paquetes en los que sitúa la información, y utilizando un software especial en el ordenador del receptor, que se ocupa de, en lugar de descartarlos, procesarlos para extraerla, es posible realizar el envío secreto. Con este método se estima que se podría transmitir un fichero de unos 13 kb en unos 9 ó 15 minutos. Una excesiva ansia del emisor por transmitir más información de la aconsejable produciría un exceso de paquetes con demasiado retardo, que podría inducir a sospechas. Pero, de no caer en esta debilidad, sería francamente difícil de detectar, a la par que bastante sencillo de implementar.

Algo más difícil es la solución basada en jugar con los paquetes defectuosos, especialmente útil en redes inalámbricas como Wifi. En este caso lo que hay que conseguir es producir *en origen* paquetes incorrectos (los paquetes llevan un campo adicional, denominado checksum, que se corresponde con el resultado de ciertas operaciones con los bits de información del paquete. En recepción se realiza dicha operación y si da lo mismo que el checksum, se da el paquete por bueno. Si no, se descarta), con un checksum también incorrecto. En recepción, un software especial, en lugar de descartarlos, los procesa y obtiene la información escondida. Esta técnica permite velocidades mayores (unos 200 kb/s), pero exige manipular o disponer de tarjetas hardware inalámbricas que produzcan los paquetes erróneos adrede.

Finalmente, la tercera técnica se denomina estenografía de protocolo, y hace uso de los encabezados del protocolo IP. En ellos se colocan datos sobre la información a transmitir, y ocurre que algunos de ellos no se suelen usar o contienen información que raras veces es de utilidad. Ahí es donde este tipo de soluciones sitúan la información a esconder. Preferentemente en campos que varíen frecuentemente. Puede permitir transferencias de unos 300 bits por segundo en una conversación típica.

Los autores del artículo están trabajando para intentar diseñar técnicas que a su vez permitan detectar estos usos dañinos o ilegales de estos protocolos, si bien reconocen que es harto difícil, dada la complejidad de los mismos. Nosotros, desde estas líneas queremos simplemente llamar la atención sobre este potencial de mal uso, que probablemente dé que hablar en el futuro y sobre el que tal vez los operadores deban tomar alguna medida, aunque no es menos cierto que es muy posible que éstas requieran de algún tipo de examen de los paquetes, aspecto que choca también con los derechos a la privacidad y la intimidad de las personas, lo que aventura que la prevención de estos problemas no sólo planteará retos técnicos sino regulatorios y legales.