

vt

informe de vigilancia tecnológica

mi+d

vt
20

internet del futuro: visión y tecnologías implicadas

*Tomás Robles Valladares
David Larrabeiti López*

*Con la colaboración de:
Ana Belén Bermejo Nieto*

www.madrimasd.org

citic
mi+d

ceim
CONFERENCIA
EMPRESARIAL
DE MADRID
CEDE

fundación
madri+d
para el conocimiento

vt

informe de vigilancia tecnológica

miod

20

internet del futuro:
visión y tecnologías
implicadas

Tomás Robles Valladares

David Larrabeiti López

Con la colaboración de:

Ana Belén Bermejo Nieto

www.madrimasd.org

citic
miod

ceim
CONFEDERACIÓN
EMPRESARIAL
DE MADRID
CEOE

fundación
madriod
para el conocimiento

Colección de Informes de Vigilancia Tecnológica madri+d

Dirigida por:

José de la Sota Ríos

Coordinada por:

Fundación madri+d para el Conocimiento

CEIM Confederación Empresarial de Madrid - CEOE



POLITÉCNICA

AETIC

Asociación de Empresas de Electrónica,
Tecnologías de la Información
y Telecomunicaciones de España

Este informe ha sido elaborado por CITIC (Círculo de Innovación en las Tecnologías de la Información y las Comunicaciones), siendo autores del mismo Tomás Robles, profesor de la ETSI Telecomunicación de la Universidad Politécnica de Madrid y David Larrabeiti, profesor de la Escuela Politécnica Superior de la Universidad Carlos III de Madrid, contando con la colaboración de Ana Belén Bermejo, técnico de la OTRI de la Universidad Politécnica de Madrid y miembro de CITIC. El trabajo ha sido realizado para AETIC (Asociación Empresas de Electrónica, Tecnologías de la Información y Telecomunicaciones de España) de acuerdo a las prioridades temáticas de las Plataformas Tecnológicas que gestiona: eMOV, eISI, eSEC, eVIA y eNEM, y de otras Plataformas Españolas a las que ha invitado a colaborar: INES y PROMETEO.

Título: Informe de Vigilancia Tecnológica madri+d
"Internet del Futuro: visión y tecnologías implicadas"

Autores: Tomás Robles Valladares y David Larrabeiti López.
Con la colaboración de: Ana Belén Bermejo.

- © De los textos: Los autores
- © De las ilustraciones: Autores y fuentes citadas
- © De la colección «vt» y de la presente edición:
CEIM Confederación Empresarial de Madrid - CEOE
Dirección General de Universidades e Investigación
Fundación madri+d para el Conocimiento

Edita: Fundación madri+d para el Conocimiento
Velázquez, 76. E-28001 Madrid

Proyecto Gráfico: base12 diseño y comunicación s.l.
ISBN: 978-84-613-3989-1

El equipo de CITIC que ha participado en la definición y seguimiento del trabajo ha sido:

Coordinador: Juan M. Meneses Chaus
 Equipo de trabajo: Ana Belén Bermejo Nieto
 Iván Martínez Salles

Las empresas que han participado en la definición y seguimiento del trabajo han sido:

Coordinador: Julián Seseña y Antonio Alfaro (AETIC)

Equipo de seguimiento:

<i>Abertis Telecom</i>	Francisco Marcos	<i>Netboss</i>	José M. ^a Fdez. Del Arco
<i>AENOR</i>	Jose A. Valderrama		Ana Ayerbe Guillermo Gil
<i>Agencia de Innov. y Desarrollo de Andalucía</i>	M. ^a José Aguilar	<i>Robotiker</i>	Javier Herrera
<i>Ándago Ingeniería</i>	Rafael García		
<i>Ártica Telemedicina</i>	Alejandro Sánchez Rico	<i>SATEC</i>	Andrés Bermejo Miguel Miguel Ángel López Peña
<i>Atos Origin</i>	Nuria de Lama	<i>Sogecable</i>	Dionisio Oliver
<i>CTM-Comunidad de Madrid</i>	Luis Criado	<i>TEMANOVA-ALINTEC</i>	Manuel Ballester
<i>Fundación CITIC</i>	Alberto Planas		
<i>Fundación CTIC</i>	Antonio Campos	<i>TID</i>	Juanjo Hierro Salvador Pérez
<i>Fundación ESI</i>	Stefan Schuster Jon Mikel Rubina		
<i>Fundación Inst. Tecg. de Galicia</i>	Juan Sobreira	<i>Treelogic</i>	Sergio García Caso Javier de Francisco Monte
<i>Fundación Tekniker</i>	Xabier García	<i>TST-Sistemas</i>	Arantxa Sanz
<i>Gigle Semiconductor</i>	Oscar Chabrera	<i>Univ. Cantabria</i>	Luis Muñoz
<i>i2cat</i>	Albert Vidal	<i>Univ. País Vasco</i>	Oscar Díaz
<i>INEO</i>	Roberto Pérez	<i>Univ. Jaume I de Castellón</i>	Raul Marín
<i>INTERACCION, CIM, S.L.</i>	Beatriz Legerén	<i>Vicomtech</i>	Begoña Beobide
<i>Iteam-UPV</i>	David Argilés		

- 9 RESUMEN EJECUTIVO
- 13 EXECUTIVE SUMMARY
- 17 CAPÍTULO 1
Introducción
 - 1.1 Metodología de trabajo (PÁG. 18)
 - 1.2 Motivación y estructura del documento (PÁG. 19)
- 21 CAPÍTULO 2
La Internet en la actualidad
 - 2.1 Internet, una historia de éxito (PÁG. 22)
 - 2.2 Problemas de la Internet actual (PÁG. 24)
- 33 CAPÍTULO 3
Visiones de una Internet del Futuro
 - 3.1 Retos tecnológicos para la Internet del Futuro (PÁG. 38)
 - 3.2 Tecnologías clave (PÁG. 43)
- 45 CAPÍTULO 4
Posicionamiento internacional respecto a la Internet del Futuro
 - 4.1 Actividades en la Unión Europea (PÁG. 47)
 - 4.1.1 FP7 (PÁG. 49)
 - 4.1.2 EIFFEL (PÁG. 50)
 - 4.1.3 FIA (PÁG. 51)
 - 4.1.4 FIRE (PÁG. 52)
 - 4.1.5 Participación española en proyectos relacionados con la Internet del Futuro (PÁG. 53)
 - 4.2 Actividades en EE.UU. (PÁG. 57)
 - 4.2.1 GENI (PÁG. 57)
 - 4.2.2 FIND (PÁG. 60)
 - 4.2.3 PlanetLab (PÁG. 62)
 - 4.3 Actividades en Japón (PÁG. 63)
 - 4.4 Actividades en Corea (PÁG. 65)
 - 4.4.1 KOREN (PÁG. 65)
 - 4.4.2 FIF (PÁG. 65)
 - 4.4.3 TEIN2 (PÁG. 65)
 - 4.4.4 Koreav6 (PÁG. 66)
 - 4.5 Otros (PÁG. 67)
 - 4.5.1 China (PÁG. 67)
 - 4.6 Organismos internacionales (PÁG. 68)
 - 4.6.1 IETF (PÁG. 68)
 - 4.6.2 3GPP LTE (PÁG. 68)

71 CAPÍTULO 5
Las empresas españolas frente a la Internet del Futuro

- 5.1 Introducción (PÁG. 72)
- 5.2 La visión de las empresas españolas (PÁG. 74)
 - 5.2.1 Perfil de las entidades encuestadas (PÁG. 74)
 - 5.2.2 Resultados (PÁG. 74)
 - 5.2.3 Opiniones de los expertos (PÁG. 80)

91 CAPÍTULO 6
Ocho oportunidades tecnológicas para las empresas españolas en la Internet del Futuro

- 6.1 Acceso a Internet inalámbrico y redes vehiculares (PÁG. 93)
- 6.2 Internet de las Cosas (PÁG. 95)
- 6.3 Nuevas redes de transporte e IP (PÁG. 97)
- 6.4 Seguridad y confianza en Internet (PÁG. 99)
- 6.5 Multimedia en red en pleno proceso de convergencia de servicios y redes (PÁG. 101)
- 6.6 Internet como catalizador de la innovación y la productividad de la empresa (PÁG. 102)
- 6.7 Empresa 2.0 y organizaciones virtuales (PÁG. 103)
- 6.8 Calidad de vida de los ciudadanos (PÁG. 104)

107 CAPÍTULO 7
Referencias

LISTADO DE FIGURAS

- FIGURA 3.1. Pilares para desarrollar la “Internet del Futuro” (PÁG. 35)
- FIGURA 3.2. Evolución de tecnologías de red (PÁG. 38)
- FIGURA 4.1. Tipología de las empresas españolas que participan en proyectos de la Internet del Futuro (PÁG. 55)
- FIGURA 4.2. Instrumentos de financiación (PÁG. 55)
- FIGURA 4.3. Modelo experimental de GENI (PÁG. 58)
- FIGURA 4.4. Modelo de desarrollo de GENI (PÁG. 58)
- FIGURA 4.5. Resumen de actividades de GENI (PÁG. 60)
- FIGURA 4.6. Sistema propuesto por GENI (PÁG. 60)
- FIGURA 4.7. Nodos actuales de PlanetLab (PÁG. 62)
- FIGURA 4.8. Planificación de AKARI (PÁG. 63)
- FIGURA 4.9. Principios de arquitectura sostenible de AKARI (PÁG. 64)
- FIGURA 4.10. Red actual de TEIN2 (PÁG. 66)
- FIGURA 5.1. Leyenda de las gráficas (PÁG. 75)
- FIGURA 5.2. ¿Es la IdF clave para que España mejore su competitividad (5) o no lo es (0)? (PÁG. 75)
- FIGURA 5.3. ¿Es la IdF una oportunidad para incrementar negocio para su empresa (5) o no lo es (0)? (PÁG. 75)
- FIGURA 5.4. Para incrementar la competitividad del sector en España ¿es la IdF una oportunidad (5) o no lo es (0)? (PÁG. 76)
- FIGURA 5.5. Los programas nacionales de apoyo a la IdF, ¿son adecuados (5) o no (0)? (PÁG. 76)
- FIGURA 5.6. ¿Es el actual modelo de negocio en Internet un fracaso (0) o un éxito (5)? (PÁG. 77)
- FIGURA 5.7. ¿Debe acometerse la IdF con enfoque evolutivo (5) o disruptivo (0)? (PÁG. 77)
- FIGURA 5.8. ¿Debe reinventarse la Internet completamente? (PÁG. 78)
- FIGURA 5.9. ¿Es necesario romper la net neutrality? (PÁG. 78)
- FIGURA 5.10. Áreas de interés de las empresas (PÁG. 79)

LISTADO DE TABLAS

TABLA 2.1. Principales limitaciones tecnológicas de la Internet actual (PÁG. 27)

TABLA 4.1. Distribución del número de proyectos de Internet del Futuro
(PÁG. 54)

TABLA 4.2. Participación española en Internet del Futuro (PÁG. 54)

TABLA 4.3. Tipología de financiación de las entidades españolas (PÁG. 56)

TABLA 5.1. Leyenda Figura 5.10 (PÁG. 79)

TABLA 5.2. Ranking de áreas de interés (PÁG. 80)

listado
de tablas

RESUMEN EJECUTIVO

Internet constituye una historia de éxito que comienza en un humilde experimento de interconexión de ordenadores en un laboratorio de investigación, y que se ha convertido en un fenómeno de masas y en una infraestructura clave y crítica en el mundo. La combinación de tecnologías que sustentan lo que hoy constituye la Internet pública ha demostrado su eficacia durante dos décadas de crecimiento explosivo. Tras un proceso de selección tecnológico, en la actualidad nos encontramos en la meseta de productividad de un conjunto de tecnologías y servicios que posibilitan hacer negocio con Internet de manera efectiva y aparentemente sostenible. Esta madurez parece conllevar un cierto estancamiento actual en la creación y explotación de nuevos servicios telemáticos, actividades que se ven limitadas por múltiples factores estructurales, tecnológicos y económicos. Por lo tanto se percibe como necesario un rediseño para abordar las limitaciones de Internet.

El concepto de Internet del Futuro emerge como resultado de una combinación de necesidades técnicas, económicas y sociales. Desde diversos foros e iniciativas se ofrecen diversas alternativas como modelo de desarrollo, pero en todos ellos se percibe un enfoque global en cuanto a las bases sobre las que asentar el diseño de la Internet del Futuro: tecnología, economía, aspectos sociales e implicación del usuario final, gestión y políticas regulatorias.

Los principales retos tecnológicos identificados en los documentos de las iniciativas públicas, pueden agruparse según su ámbito de aplicación principal en: Red del Futuro, Contexto, Servicios, Internet de las Cosas, Confianza y Seguridad y las Infraestructuras Experimentales. Además de estos retos, podemos identificar una serie de tecnologías clave en su definición: identificación RFID, virtualización, tecnologías fotónicas, redes inalámbricas multimedia móviles, seguridad móvil, tecnologías radio de banda ancha, redes de robots, interfaces humano-máquina multimodales 3D, inteligencia ambiental (redes de sensores/actuadores) y localización de precisión.

A nivel internacional, se identifican diferentes iniciativas de la Unión Europea, los Estados Unidos, Japón, Corea y otros países. La Unión Europea, dentro de sus políticas de I+D, ha planteado como una de sus principales prioridades el diseño de la Internet del Futuro en FP6 y actualmente se ha identificado como un eje clave dentro del Challenge 1 en FP7 en el cual se incluyen 141 proyectos, de los cuales han sido considerados como ligados a la Internet del Futuro en el documento que preparó la FIA (*Future Internet Assembly*), 79 proyectos.

Para abordar los problemas de la Internet actual y los retos de la Internet del Futuro, dentro de Estado Unidos se han financiado diversas iniciativas dentro del marco de la NSF (*National Science Foundation*), dentro de la NeTS (*Networking Research Cluster*) y del Cyber Trust Program. Además de otras iniciativas de menor calado, la NSF ha promovido la creación de GENI para rediseñar la Internet desde cero. GENI está

formado por dos componentes principales: un conjunto de facilidades experimentales, y un programa de investigación llamado FIND.

En Japón la principal iniciativa sobre la Internet del Futuro es AKARI que pretende implementar una red de nueva generación para 2015. Dentro de los esfuerzos de Corea, podemos encontrar diferentes iniciativas como KOREN2 o TEIN2.

Dentro de España se producen movimientos similares a los realizados a nivel europeo. Empresas e instituciones españolas, a través de las Plataformas Tecnológicas (eNEM, eMOV, eSEC, eISI, eVIA, PROMETEO e INES), han creado una nueva Plataforma Tecnológica Española, sobre Internet del Futuro, que aúna esfuerzos y reúne a los agentes más relevantes del sector.

Para conocer de forma directa la opinión de las empresas españolas se ha elaborado una encuesta a la cual han respondido 16 instituciones con diferente perfil. Los detalles del análisis efectuado sobre las respuestas los podemos encontrar en el capítulo 5 del estudio.

Finalmente, se identifican y desarrollan ocho oportunidades tecnológicas para las empresas españolas en la Internet del Futuro: acceso a Internet inalámbrico y redes vehiculares, Internet de las Cosas, nuevas redes de transporte de IP, seguridad y confianza en Internet, multimedia en red en pleno proceso de convergencia de servicios y redes, Internet como catalizador de la innovación y la productividad de la empresa, Empresa 2.0 y organizaciones virtuales y calidad de vida de los ciudadanos.

EXECUTIVE SUMMARY

Internet is a success story that starts from a humble experience of computer interconnection in a research lab, and has become a mass phenomenon and a critical key infrastructure in the world. The mix of technologies that supports today's public Internet has proved efficient for two decades of explosive growth. After a process of technology sieve, we found ourselves in a plateau of productivity of a set of technologies and services that enable the economical exploitation of Internet in an effective and in a apparently sustainable way. This maturity seems to entail a great deal of stagnation of the creation and exploitation of new telematic services, activities that get constrained by multiple factors of economic, technological and structural nature. As a consequence, a redesign has been deemed necessary to cope with the current limitations of Internet.

The Future Internet concept emerges as a result of a combination of social, economic and technical needs. From diverse forums and independent initiatives arise many alternatives for a development model, but a common underlying idea to all of them include the following basic pillars upon which to build the Future Internet re-design: technology, economy, social aspects and implication of the end user, management and regulatory policies.

The main technological challenges identified by the documents subscribed by public bodies according to its application scope into: Network of the Future, Context, Services, Internet of Things, Security and Trust, and Experimental Infrastructures. Besides these challenges, a number of technologies seem to be key in their definition: RFID, virtualisation, photonic technologies, mobile multimedia wireless networks, mobile security, broadband radio, robot networks, multimodal 3D HCI, ambient intelligence (sensor/actuator networks) and high-precision localisation.

In an international level, there are different initiatives in the EU, USA, Japan, Korea and others. The European Union, in its R&D programmes, marked as a priority the design of the Future Internet in FP6 and has made it a key aspect of Challenge 1 in FP7, where 79 out of 141 projects were considered as Future Internet-related by the FIA.

In order to cope with the issues in the current Internet and the challenges faced by the development of the Future Internet, USA has funded several projects within NSF's NetS and Cyber Trust program. The most relevant related initiative of the NSF has been GENI, oriented to a clean slate approach to Internet re-design. GENI is made up of two main components: a set of experimental facilities and the FIND research programme.

In Japan, the largest initiative is AKARI aiming at a next-generation network by 2015, and in Korea, the KOREN2 and TEIN2 initiatives.

In Spain the activity is channelled through the technological platforms (eNEM, eMOV, eSEC, eISI, eVIA, PROMETEO e INES). Companies and other entities have created a new

Spanish platform focused on the Internet of the Future, gathering efforts and most relevant agents in information and communication technologies.

In order to obtain a direct sample of the position of the Spanish companies, a survey was conducted and received from 16 interested institutions. Chapter 5 provides an overview of this survey.

Finally, we identify and develop eight technological opportunities for Spanish Companies in the Future Internet initiative: wireless internet access and VANET, Internet of Things, new transport networks for IP, security and trust in Internet, Networked multimedia in a convergent context, Internet as a catalyser of innovation and productivity in the enterprise, Enterprise 2.0 and virtual organisations, and Citizen living standard.

CAPÍTULO 1

Introducción

1.1 Metodología de trabajo (PÁG. 18)

1.2 Motivación y estructura del documento (PÁG. 19)

1.1 Metodología de trabajo

El presente informe ha sido realizado para AETIC (Asociación de Empresas de Electrónica, Tecnologías de la Información y Telecomunicaciones de España) a través de CITIC (Círculo de Innovación en Tecnologías de la Información y las Comunicaciones), y financiado por la Comunidad de Madrid y la Universidad Politécnica de Madrid.

Metodológicamente, el informe de vigilancia tecnológica se desarrolla en cuatro fases, que se detallan a continuación.

La primera fase involucra la definición de la temática y de los factores críticos de vigilancia; esta actividad se hace conjuntamente entre el equipo de CITIC y, en este caso, los coordinadores del trabajo por parte de AETIC. El tema seleccionado para cubrir el informe fue “La Internet del Futuro”, concepto que ha empezado a sonar con fuerza en Europa y en España, y que por tanto ha despertado el interés de empresas e instituciones españolas, que quieren liderar el desarrollo de este grupo de tecnologías y servicios. Una vez elegido el tema, se forma el equipo de seguimiento, constituido por un conjunto de empresas con experiencia y líneas de negocio en la temática cuya labor es definir, seguir y evaluar el trabajo de vigilancia. Estas entidades pertenecen a las Plataformas eMOV, eSEC, eISI, y eVIA, y extensivamente a INES y PROMETEO.

Tras la formación de los equipos, tiene lugar la reunión de lanzamiento del trabajo, cuyo objetivo es aclarar el enfoque idóneo y las líneas prioritarias del estudio. Con las ideas resultantes de la reunión, se inicia la segunda fase, donde el equipo de trabajo reúne la información demandada y considerada de interés por las empresas, así como solicita a estas empresas información de interés para el desarrollo del informe, elaborando la primera versión del trabajo que se envía al equipo de seguimiento.

La tercera fase involucra al equipo de seguimiento que, tras analizar el informe, aporta su opinión y sugerencias sobre el avance del trabajo y, si es el caso, procede a la redefinición y concreción de algún aspecto referido a los objetivos y perfil de la vigilancia tecnológica establecida.

En la cuarta y última fase, el equipo de trabajo elabora la versión final del informe, añadiendo y completando los comentarios aportados por el equipo de seguimiento y concluyendo de este modo el trabajo.

Esta metodología permite la existencia en todo momento de una fluida comunicación entre el personal que realiza el trabajo y AETIC, obteniéndose de ese modo un informe ajustado a las necesidades del cliente. La relación entre el equipo de trabajo y el equipo de seguimiento está coordinada por el equipo de CITIC desde la Universidad Politécnica de Madrid.

1.2 Motivación y estructura del documento

El concepto de Internet del Futuro emerge como resultado de una combinación de necesidades técnicas, económicas y sociales, y desde luego es el resultado de la evolución de una tecnología que inicialmente no fue concebida para soportar tal cantidad y diversidad de servicios, ni para constituirse en uno de los soportes fundamentales de la Sociedad del Conocimiento.

Una vez establecidos estos principios básicos, y en los cuales todo el mundo está de acuerdo, el análisis de los problemas estratégicos y tecnológicos de la Internet del Futuro se abre a una gran diversidad de enfoques y puntos de vista.

Basándonos en esta diversidad de puntos de vista se ha planteado enfocar el presente informe de vigilancia tecnológica como un análisis estratégico que cubra: problemas y soluciones técnicas, junto con visiones a medio y largo plazo de lo que debe ser una Internet del Futuro; posicionamientos internacionales respecto a este tema (EE.UU., Japón, U.E., etc.); posiciones de las principales empresas del sector y de las Plataformas Tecnológicas Españolas; y finalmente principales actividades en curso a nivel nacional relacionadas con la Internet del Futuro.

La sección 2 de este trabajo ofrece una visión general de la Internet actual y analiza las causas de su éxito y los principales problemas que ofrece en la actualidad. La sección 3 introduce las visiones y motivaciones que llevan al intento de crear una "Internet del Futuro". La sección 4 resume las principales actividades que se están llevando a cabo en los diferentes bloques económicos (U.E., EE.UU., Japón, Corea, China, etc.) y los principales organismos de estandarización, en torno a la creación de una Internet del Futuro y los enfoques con que se abordan cada una de estas iniciativas. La sección 5 recoge la posición de las empresas españolas frente a la "Internet del Futuro" y, finalmente, la sección 6 elabora una lista de ocho posibles oportunidades para las empresas españolas en este campo.

CAPÍTULO 2

La Internet en la actualidad

2.1 Internet, una historia de éxito (PÁG. 22)

2.2 Problemas de la Internet actual (PÁG. 24)

2.1 Internet, una historia de éxito

La Internet actual ha venido marcada por distintos hitos claves en su éxito a lo largo de su historia; historia que hay que tener muy en cuenta antes de re-diseñar la Internet. Internet tiene su origen en diversos proyectos de investigación para interconexión de ordenadores conectados mediante redes físicas distintas. Uno de estos proyectos financiados por DARPA (*DoD Advanced Research Projects Agency*), Genie –nombre que recuerda a uno de los actuales grandes proyectos de la NSF para investigar en la Internet del Futuro: **GENI** (*Global Environment for Network Innovation*) – iniciado en 1964 en la Universidad de California, Berkeley, tenía por objeto el diseño de un sistema informático de tiempo compartido que precisó conectarse con otros mainframes de otro proyecto análogo en el MIT y en SDC. La gran utilidad de esta interconexión de máquinas identificada por Licklider, director de DARPA en aquel entonces, se materializó en un proyecto para la construcción de la célebre ARPANET (1969), el embrión de Internet. La red se basaba en el concepto de conmutación de paquetes desarrollado en los sesenta, y que rápidamente puso en marcha varios sistemas de conmutación de paquetes alternativos como X.25 (ITU), y disparó el uso de sistemas con acceso marcado (modem telefónico) a aplicaciones de correo electrónico (como CompuServe) y tableros de anuncios (BBS, por ejemplo FidoNet).

La arquitectura de protocolos de Internet, comúnmente llamada TCP/IP, tuvo como principal contribución el *Internet Protocol* (IP) (1973). IP introdujo un concepto de red muy simple e interoperable con cualquier tecnología de la capa de enlace subyacente, que serviría de esquema global de direccionamiento y encaminamiento de paquetes entre ordenadores ubicados en redes remotas. En este entorno, se delegaría la función de fiabilidad de la transferencia de datos y control de congestión, concretamente en el protocolo de transporte TCP (1974-1978), el otro gran activo diferencial de TCP/IP. Pronto la red pasó a producción para investigación y educación, desgajándose la parte militar de la red, y se conectó fuera de EE.UU. en 1973. La red comenzó a tener una estructura compleja dependiente de la red troncal NSFNet. En 1981 tenía 213 ordenadores. Esta red se utilizó fundamentalmente para la implementación de terminales virtuales de acceso remoto a servidores Unix (Telnet, rlogin), para mensajería electrónica o para realizar transferencias de ficheros con herramientas con interfaz de texto (ftp). A estas aplicaciones sencillas siguieron aplicaciones mucho más sofisticadas de sistemas de ficheros en red que fueron también determinantes en el éxito de la arquitectura Internet, como NFS. En los años ochenta, la Internet demostró su viabilidad económica al comenzar a explotarse comercialmente por los Proveedores de Servicios de Internet (ISPs), pero no fue hasta los noventa cuando se eliminaron todas las restricciones al uso comercial de la red y se creó una nueva estructura de redes troncales de operadores comerciales de dos capas (*tiers*), y se desarrolló plenamente el modelo económico y técnico de interconexión de los ISPs mediante acuerdos de peering y tránsito. Fue precisamente en esta década, tras exitosas

experiencias de navegación en menús distribuidos como gopher o wais, cuando las facilidades gráficas de navegadores que desarrollaron el concepto del hipertexto en red o World Wide Web (Tim Berners-Lee, 1989) dispararon el uso de Internet, y con esto, se produjo un boom en el despliegue de la red hasta prácticamente todos los ordenadores del mundo. A mediados de los noventa los buscadores (como AltaVista) y directorios web (por ejemplo Yahoo!) resolvieron el problema de abarcar la inmensidad de los contenidos de Internet en un solo clic. En estos años, las expectativas de negocio generadas y muchas de las miles de nuevas empresas “punto com” creadas en torno a Internet se vieron frustradas abruptamente hacia el año 2000 con la fractura de la burbuja tecnológica (una gran lección a aprender en la Internet del Futuro). La Internet sobrevive a la crisis financiera de estas empresas y sigue creciendo en un nuevo escenario en el que las grandes empresas han absorbido casi todas las buenas ideas y los esquemas de funcionamiento sostenible de un negocio en la red han madurado y en la mayoría de los casos se reducen a la publicidad asociada a una fuente de contenido.

En su entrada al siglo XXI, Internet ha experimentado el fenómeno de centrarse en el usuario como proveedor de los contenidos. En este último hito en la evolución de Internet, el paradigma Web 2.0 juega un papel decisivo. Comienza la era de las aplicaciones de soporte a las redes sociales, los cuadernos de bitácora (blogs), los contenidos multimedia indexados, las redes semánticas, el intercambio peer-to-peer, los portales de vídeos caseros, la movilidad con el acceso Internet inalámbrico y el uso de información de posición en las aplicaciones. La siguiente década que se avecina es un nuevo reto a la capacidad de Internet de integrar servicios y capacidades. Implementar la “Internet de las Cosas”, conseguir la necesaria confiabilidad de la red y la convergencia total de servicios sobre Internet es sólo parte de este reto.

2.2 Problemas de la Internet actual

La combinación de tecnologías de todo tipo que sustentan lo que hoy constituye la Internet pública ha demostrado su eficacia durante las dos décadas de crecimiento explosivo que han transcurrido desde el hito de la invención de la World Wide Web. Tras un proceso de selección tecnológico muy duro, en la actualidad nos encontramos en la meseta de productividad [1] de un conjunto de tecnologías y servicios que de manera efectiva posibilitan hacer negocio con Internet. Sin embargo, esta situación estacionaria parece conllevar una situación de estancamiento en la creación y explotación de nuevos servicios telemáticos, muy probablemente derivada de las propias limitaciones conceptuales de la arquitectura de Internet. Efectivamente, hoy todo se concibe y se desarrolla bajo el corsé de TCP/IP.

Situar la industria TIC en España en una posición estratégica en el desarrollo de la Internet del Futuro exige comenzar analizando las limitaciones de la Internet actual y a continuación realizar un ejercicio de creatividad sobre las oportunidades que supondrían la rotura de alguna de dichas limitaciones tecnológicas en la creación de nuevos productos y servicios.

Diferenciaremos dos perspectivas o niveles de abstracción en el análisis de los problemas de la Internet actual. Por una parte, los problemas del modelo de Internet y por otra, los problemas debidos a las limitaciones tecnológicas de Internet.

En el modelo de Internet, los principales actores son los usuarios (personas y empresas), los ISPs (gestionando una infraestructura a su vez dominada por los operadores de telecomunicación y los fabricantes de equipos de comunicaciones), los Proveedores de Servicios (incluyendo aquí los buscadores e indexadores, servicios de publicidad a terceros, de mensajería, chat, pasarelas, etc.) y Contenidos, los Propietarios de los Contenidos y las Administraciones Públicas (con su doble rol de proveedores de servicios a los ciudadanos y de reguladores).

El esquema de funcionamiento es sencillo. Los ISPs dan acceso a los usuarios y realizan acuerdos de interconexión con otros ISPs para intercambio de tráfico. El modelo de transferencia de costes de Internet funciona básicamente con un solo esquema: el usuario final paga a su ISP por el acceso –normalmente con tarifa plana–, repercutiendo de este modo los costes que incurre por el transporte dentro de su propia red y por las conexiones que este ISP tiene con otros ISPs para conectarse al resto de Internet. Este último coste depende del volumen de tráfico transportado por el proveedor de tránsito, y en los casos de peering, en función de la asimetría del tráfico intercambiado.

En la parte de servicios y contenidos, los proveedores contratan su acceso a Internet para sus servidores normalmente albergados en las propias instalaciones del ISP, y

pagan en función de capacidad contratada o volumen de tráfico entrante a dicho ISP. La cadena de costes se sostiene de esa manera. Hay aspectos que no son satisfactorios para todos estos actores con el modelo actual.

- **Los usuarios** pagan por el acceso a una determinada velocidad garantizada dentro de la red del ISP. El principal problema al que se enfrentan los usuarios es la falta de información que proporcionan algunos ISPs sobre diversos parámetros del servicio que están percibiendo, más allá del mínimo ancho de banda garantizado en su contrato. Retardo, filtrados aplicados, uso de NAT o direccionamiento global, disponibilidad de servicio multicast, de IPv6, disponibilidad del acceso garantizada, garantía de neutralidad en el tratamiento del tráfico (y el servicio contrario, posibilidad de priorizar tráfico por parte del usuario), etc., son algunos de estos parámetros. En el futuro la dependencia de Internet para todo tipo de procesos de los usuarios (negocios, telefonía, asistencia médica, telecontrol,...) va a requerir unos estándares de nivel de servicio, en particular los referentes a disponibilidad, que las administraciones deben impulsar. Esto permitirá que dichas aplicaciones sean posibles. Hoy no existen herramientas que permitan verificar y asegurar un nivel de servicio determinado y que permita realizar la convergencia de servicios de telecomunicación con los niveles establecidos para la telefonía convencional. Movilidad del servicio de acceso, uso simultáneo de diversos ISPs, etc., son otros aspectos no generalizados en la oferta actual.
- **Los proveedores de contenidos y servicios** facturan sólo indirectamente por publicidad o por transacciones específicas con tarjeta de crédito, casi nunca facturación directa al abonado, salvo facturadas por el ISP-proveedor de contenidos (caso triple play u operadores 3G). No se han popularizado sistemas de micropago hasta la fecha y la falta de mecanismos más ricos quizá está ligada a la falta de suficientes mecanismos de confianza en la Internet, tanto para realizar el B2C como en la generación de cadenas de confianza B2B. Por otra parte, las entidades bancarias –organizaciones donde la implantación de oficinas por Internet ha supuesto una revolución y un ahorro importante de gastos– han propiciado puntos de acceso a servicios de pago con tarjeta para entidades colaboradoras, aliviándose los costes de gestión de las tarjetas de crédito. Pero aún queda mucho por hacer en facturación y medios de pago electrónico más ágiles y seguros.
- **Los creadores de contenidos.** Los mecanismos de protección y facturación por contenidos actuales no son efectivos. El tráfico debido a la transferencia de contenidos legítimamente adquiridos constituye una fracción ínfima del total, con la excepción de servicios de broadcasting por cable o triple-play provistos directamente por el ISP del usuario. Esto es una deficiencia de los sistemas de gestión de los derechos digitales.
- **Los creadores de servicios.** Especialmente en el ámbito de las aplicaciones multimedia, la creación de nuevos servicios tropieza con limitaciones técnicas importantes debido a la falta de control sobre la calidad de la transmisión, con la

excepción, en determinados casos, de operadores triple-play y sólo entre sus clientes. Esto impide globalizar rápidamente y con la calidad precisa nuevos servicios multimedia como puede ser la teleconferencia inmersiva en alta definición incluyendo compartición 3D de documentos y objetos manipulables con dispositivos hápticos en tiempo real. La inversión precisa en la distribución de servidores cercana a los usuarios dificulta esta evolución.

Por otra parte, en el campo de Internet móvil, donde mayor potencial de creación de servicios sigue existiendo, la esperada convergencia de redes y la apertura a terceros de APIs que faciliten la creación de servicios para terminales móviles por terceros, no se ha producido en la medida esperada por las empresas creadoras de servicios, especialmente de aplicaciones sensibles al contexto. La diversidad de terminales, y de nuevo el problema de la facturación (que generalmente sólo ha tenido un cierto éxito de manera indirecta, vía operador móvil), la baja cobertura de banda ancha en movilidad, el elevado retardo actual para los paquetes en 3G, el coste del *always-on*,... son algunos problemas con los que se enfrenta la creación de este tipo de servicios.

- **Los ISPs.** Con los precios del Mb/s en continuo descenso y el tráfico en permanente alza, reclaman una mayor repercusión de los beneficios obtenidos por los proveedores de contenidos multimedia en sus ingresos para que la calidad del servicio prestado sea sostenible y mejore. Esto disparó el debate sobre la neutralidad de la red en EE.UU., sigue siendo una reivindicación de los ISPs y proveedores de contenidos, y quizá sea una limitación más de la Internet desde cierto punto de vista. De hecho, donde existe el triple-play el debate parece inútil, salvo si se considera que abrir a terceros la facilidad de contratar un ancho de banda extra en los accesos para una transmisión dada, es efectivamente diversificar el mercado, mejorar la oferta y dar lugar a la creación de más negocio y servicios en Internet.
- **Las administraciones.** Las administraciones deben velar por que el desarrollo de Internet se realice con respeto a los valores y a las leyes de los países, y sea un vehículo para la libertad, la igualdad y el bienestar de los ciudadanos. Esto en gran medida se está consiguiendo sin excesiva intervención. Por el contrario, en su rol de proveedor de servicios, las administraciones ven todavía bastante limitado el alcance de los servicios que quisieran ofrecer a los ciudadanos, por el motivo de su lenta conversión a la administración sin papeles y porque el potencial del DNI electrónico y la firma digital está muy por desarrollar en todos los ámbitos. A esto se une la conocida brecha digital que la administración intenta aliviar a través de programas de subvención de infraestructuras, de formación y mediante puntos de acceso compartidos en centros públicos.

En el siguiente nivel identificado, el relativo a las *limitaciones tecnológicas de Internet*, las más importantes se resumen en la siguiente tabla:

Red de Acceso

La red de acceso sigue desarrollando una renovación continua sostenida. El acceso, el tradicional cuello de botella de la última milla, ha experimentado una auténtica revolución con las tecnologías xDSL y cable, combinadas con las tecnologías inalámbricas WiFi. Estas tecnologías han llevado a hogares y empresas la banda ancha a un precio asequible. Los principales problemas actuales al desarrollo de la red de acceso son los siguientes:

- La oferta de accesos a alta velocidad 100Mb/s-10Gb/s, FTTx (*Fiber-to-the-Home...*), cuyo despliegue y explotación empieza a ser justificada por la actual demanda de capacidad, está todavía muy limitada en cobertura. La regulación del mercado no ha conseguido impulsar el despliegue de fibra por parte de todas las operadoras, y se puede dar la paradoja de que la propia regulación de la competencia retrase la oferta de este tipo de acceso en España.
- Aún no ha comenzado su explotación masiva de las redes inalámbricas de banda ancha basadas en WiMax, más versátil que tecnologías WLL precedentes. La implantación universal de interfaces IEEE 802.16e en los propios terminales (portátiles, PDAs) sufre un retraso importante debido tanto a motivos tecnológicos como de mercado. Además el despliegue de 3G y 3,5G ofrece una fuerte competencia a estas tecnologías.
- La agregación en modo inalámbrico, mediante tecnologías malladas tipo *mesh*, de gran número de accesos de banda ancha, sigue sin estar solucionada. Aún no es posible hacer un despliegue de banda ancha en una ciudad grande de manera íntegramente inalámbrica.
- Para muchas aplicaciones todavía las prestaciones de UMTS en cuanto a cobertura y tasas, incluso con *High-Speed Packet Access* (HSPA), son insuficientes y el coste y capacidad del espectro radioeléctrico asignado impiden su explotación en tarifa plana, inhibiendo en cierta manera su desarrollo. Las facilidades y prestaciones previstas por las tecnologías en liza, LTE (*Long Term Evolution* de 3GPP) y WiMax móvil, todavía no están al alcance de los usuarios.
- Las herramientas de planificación de redes inalámbricas para tráfico Internet son insuficientes. Mucha actividad de investigación se ha dedicado a buscar modelos adecuados para construir herramientas con una funcionalidad similar a las existentes para diseñar las redes de voz, que permitan predecir con precisión el comportamiento en red en esta nueva red celular de paquetes multiservicio (por ejemplo, realizar trasposos entre celdas preservando la calidad de servicio con una determinada certidumbre de no bloqueo, aislar adecuadamente voz y datos, etc.). La cobertura en el interior de edificios sigue siendo también un tema pendiente en este contexto. En este sentido, todavía permanecen relativamente inexploradas las posibilidades de tecnologías como MIMO, antenas inteligentes, los modos ad-hoc o el concepto de *cognitive radio networks*.
- La banda libre, junto con regulación y tecnología apropiada de soporte, podría ser explotada para acceso universal a Internet de bajo coste, pero la propia naturaleza libre de su uso impide hacer despliegues masivos que funcionen con cierta predictibilidad. Las posibilidades del modo ad-hoc para incrementar la cobertura de este tipo de accesos está prácticamente por explotar.

- La cobertura de los accesos de banda ancha en el medio rural está bastante limitada. La alta disponibilidad de capacidad en el espectro de las zonas montañosas podría explotarse para este fin.
- Tecnologías prometedoras como UWB (*Ultra Wide Band*) o *Powerline* llegan algo tarde a un mercado muy competitivo en el que además está a punto de entrar la fibra óptica hasta el usuario.
- El soporte de la industria de automoción y ferrocarril en cuanto a infraestructura que fomente el uso vehicular de accesos inalámbricos a Internet es muy limitado, así como para la integración de terminales de los usuarios y aplicaciones en este tipo de entornos.

Red de Transporte

Las redes ópticas de transporte también han evolucionado en capacidad de acuerdo con la demanda de tráfico Internet (que en los últimos 10 años se ha situado en tasas en torno al 50% de crecimiento anual) especialmente en la transmisión, gracias a la tecnología DWDM. El cuello de botella sigue siendo la conversión opto-electrónica y la conmutación de los paquetes en el dominio eléctrico. Las carencias que existen en la red de transporte de soporte a la Internet actual pueden resumirse en:

- Las redes siguen descansando mayoritariamente en SDH/Sonet lo cual tiene grandes ventajas de gestión, pero contiene muchas funciones redundantes para tráfico totalmente convergente en IP que encarecen la conmutación. Dadas las tasas requeridas en los enlaces entre routers troncales en la actualidad, por encima de 40 Gb/s, es preferible el uso masivo de enlaces ópticos directos con POS, o en la medida de lo posible, el uso de redes ópticas transparentes entre routers. En la actualidad se está trabajando en standards para explotar 100 Gb/s por portadora, lo que impondrá importantes avances en conmutación.
- En muchos puntos de interconexión (*Internet Exchanges*), basadas en conmutación Ethernet (1GE-10GE), las tasas agregadas de tráfico superan los 500 Gb/s. 100GE está en la agenda de organismos como IEEE, ITU-T y OIF, pero el reto será conmutar este tráfico a un coste inferior a la replicación de equipos de conmutación de tasas inferiores.
- Por otra parte la tecnología de conmutación óptica es muy inmadura, los equipos comerciales existentes se basan en MEMS, con altos costes de mantenimiento, y los dispositivos tienen bastantes limitaciones. En este sentido, éste es sin duda uno de los campos de mayor potencial de desarrollo. La deseada conmutación óptica de paquetes está muy lejos de ser una realidad por la imposibilidad de realizar memorias ópticas.
- Los circuitos de la red de transporte son en su mayoría estáticos y son configurados manualmente empleando interfaces propietarios, con tiempos de provisionamiento altos. Enfoques como ASON (*Automatically Switched Optical Network*) persiguen añadir una inteligencia y flexibilidad a las redes de transporte de la que hoy se carece. El nivel IP tampoco dispone de la habilidad necesaria para explotar esta capacidad.

- Finalmente se puede destacar la lenta evolución hacia una red óptica muy mallada, más allá de las configuraciones en anillo, que permitiría una mayor fiabilidad de la red. La falta de inversión en despliegue de fibra y la falta de equipamiento que permita explotar este mallado convenientemente son los principales problemas.

Nivel de red IP

La capa IP ha demostrado su flexibilidad para soportar una amplia gama de servicios, pero también presenta importantes limitaciones, entre ellas:

- Los modelos de calidad de servicio desarrollados para IP no son enteramente satisfactorios. No han permitido un marco adecuado de interconexión de sistemas autónomos para proveer QoS extremo a extremo. Es muy complicada la gestión de calidad de servicio.
- El servicio multicast también ha tenido un despliegue desigual en los operadores comerciales. Este servicio es fundamental para las retransmisiones masivas, y su no disponibilidad ha dado lugar a soluciones caras en ancho de banda como es el *peercasting*.
- La preocupación por la seguridad, y por otro lado la escasez de direcciones globales, ha dado lugar a la proliferación de elementos de tipo NAT y filtros de firewalls que complican el desarrollo de nuevos servicios. Para mayor dificultad, el comportamiento de las distintas cajas NAT desplegadas es muy diferente. En algunos países existen múltiples NATs entre los abonados e Internet.
- IPv6 ha ampliado la capacidad de direccionamiento global; esto es un gran avance porque se prevé el agotamiento de direcciones IPv4 públicas en los próximos años. Sin embargo, la mayoría de capacidades desarrolladas para él, como por ejemplo IPsec, se han adaptado a IPv4 y su funcionamiento es esencialmente igual en cuanto a calidad de servicio, fiabilidad del sistema de encaminamiento, etc. En definitiva, se heredan las deficiencias estructurales de IPv4, aunque se mejoran aspectos específicos como el soporte de movilidad.
- Los esquemas de enrutamiento (*routing*) requieren un profundo cambio en Internet, habida cuenta de los problemas estructurales de escalabilidad (para implementar determinados servicios) y seguridad demostrados, y la falta de flexibilidad para realizar ingeniería de tráfico que presentan, que en la actualidad se están parcheando a otros niveles. Funcionalidades específicas que prestan los ISPs se pierden completamente al atravesar múltiples dominios con el esquema de baja cooperación de los ISPs existente. Esto impide por ejemplo la proliferación de servicios de VPN con sedes en diferentes dominios.
- El *routing* de Internet no se integra bien con redes de topología muy cambiante; tampoco es capaz de aprovechar información de localización geográfica especialmente útil en el escenario de movilidad. No existe soporte a nivel de red tampoco para aplicaciones y entornos *delay-and-disruption-tolerant*.

IP no fue diseñada como una red multiservicio en la que un determinado tráfico debe estar perfectamente protegido y tratado de manera especial. No existen normas que exijan una determinada redundancia de infraestructura para proveer una garantía de disponibilidad objetivo como existen en otras redes de telecomunicaciones.

Nivel de Transporte Algunos problemas conocidos de los protocolos de transporte empleados en la Internet actual son los siguientes:

- TCP y UDP siguen enfocados hacia una red IP *best-effort* clásica. No se adaptan a nuevos servicios, como la utilización de múltiples direcciones IP, o el uso de reservas predeterminadas.
- Avances en protocolos de transporte como SCTP, que agregan importantes funcionalidades a TCP, no se están incorporando de manera generalizada en los sistemas operativos de los terminales ni en los servidores Internet, y hacen un uso muy limitado de algunas características como el multitrayecto.
- En IP el control de congestión en manos de los usuarios finales vía TCP, que además compite con mecanismos de transporte sin control de congestión. Nuevos protocolos como DCCP (*Datagram Congestion Control Protocol*) implementan mecanismos “amigables” con TCP y sustituye a UDP en las aplicaciones de streaming, pero su difusión está aún muy limitada.
- TCP ha demostrado no obtener todo el rendimiento posible al atravesar accesos inalámbricos. Se plantea la aplicación del concepto “cross-layer design” en los estándares futuros para solucionar este tipo de problemas, pero se trata de tecnología en desarrollo.

Seguridad

Las limitaciones de seguridad de Internet constituyen uno de los principales obstáculos al negocio en la red. La mayoría de las vulnerabilidades actuales residen en el software de los sistemas finales y consisten en algún tipo de intrusión o alteración software de estos sistemas. Reduciendo el ámbito a los problemas cercanos a la red se pueden citar:

- Los mecanismos de seguridad presentes en servicios de red clave como DNS son mínimos.
- Los sistemas de certificación y el uso de certificados no está suficientemente extendido. Esto hace que sistemas de nivel de red como IPsec encuentren con frecuencia limitado su uso a túneles seguros.
- El *routing* no está diseñado con la seguridad en mente y las comprobaciones se limitan a filtros sencillos de comprobación de dirección origen. Los ataques de desvío de rutas enteras dentro de la red se han demostrado posibles.
- La identificación y garantía de no suplantación del usuario es una debilidad difícil de resolver. Además, no existen mecanismos normalizados extendidos de federación de sistemas de gestión de identidades.
- Los sistemas de detección de intrusiones se basan en heurísticos y síntomas; no es posible identificarlas con certeza.
- Los propios protocolos de transporte presentan vulnerabilidades a ataques de denegación de servicio.

Nivel de Aplicación El Nivel de Aplicación trata de mitigar en gran medida los problemas en los niveles inferiores. Las principales limitaciones se derivan de la falta de arquitecturas de servicios suficientemente genéricas y flexibles como para resolver los problemas comunes de la mayoría de servicios de una manera sencilla:

- Las aplicaciones se diseñan para defenderse de las limitaciones de la red. Diversos aspectos de SOA, mecanismos de NAT transversal, etc., están orientados a este objetivo. No existen mecanismos genéricos válidos para cualquier aplicación.
- Movilidad resuelta a nivel de aplicación. La localización basada en servidores es efectiva pero presenta el problema de ser específica de cada aplicación y depender de la conectividad con servidores en la red hogar.
- Ausencia de arquitecturas específicas para soportar la Internet de las Cosas. Por un lado, para gestionar la información de un muy numeroso conjunto de dispositivos en red recogiendo datos, y por otro, para el acceso controlado y el procesamiento de la misma. Así por ejemplo, la interpretación inteligente de imágenes (identificación automática de emergencias, incendios, robos...) está en sus comienzos.
- Carencia de facilidades empotradas para dar soporte a las aplicaciones sensibles al contexto. Se relaciona directamente con los problemas de privacidad que se avecinan para dar cabida a la Internet de las Cosas.
- Las plataformas de desarrollo de los hogares digitales siguen todavía en fase de experimentación. La industria de electrodomésticos no ha incorporado de serie el acceso por Internet de la mayoría de dispositivos.
- Las limitaciones del transporte de datos por Internet ha hecho también inviables la explotación de juegos de alta interactividad con una cierta garantía de justicia entre competidores.
- Tampoco son hoy fácilmente viables las aplicaciones que precisan gran ancho de banda (sobre 1 Gb/s) en Internet, en la actualidad demandadas por los científicos, pero que en la Internet del Futuro pueden requerirse en aplicaciones de telepresencia. La capa de transporte debe modificarse para aprovechar toda la capacidad requerida.
- La tecnología de gestión de derechos digitales, tanto de contenidos multimedia como de software, se enfrenta a un reto hasta el momento no resuelto.
- Si bien la movilidad no es un servicio en sí mismo, muchas de las aplicaciones y servicios se enriquecen considerablemente si los dotamos de esta característica. El desarrollo de aplicaciones móviles es difícil en las actuales redes, sobre todo cuando se quiere proveer y ofrecer los servicios desde los propios terminales móviles.

Expertos en *Future Media Internet* [23] han identificado además problemas específicos para las aplicaciones multimedia de la actual Internet:

- Falta de mecanismos de indexación y procesamiento de contenidos, de sistemas que combinen contenidos generados por los usuarios y los profesionales, que permitan una cadena de valor entre los entes participantes, y de herramientas que permitan colaboración efectiva de la comunidad creativa.

-
- Falta de soporte a la interacción real persona-medios. Falta de soporte al acceso multimodal al contenido, incluyendo sonido, sistemas hápticos, reconocimiento gestual, etc., la inclusión de comunicación emocional.
 - La falta de fiabilidad de la red.
 - Los problemas de identificación en movilidad causados por el hecho de que la dirección IP se emplea con una doble función de localizador/identificador.
 - Los problemas de prestaciones y transparencia para el desarrollo de nuevos servicios que supone la proliferación de NATs.
 - La naturaleza asimétrica de las redes de acceso en una era en la que los usuarios son también generadores de contenidos e interaccionan peer-to-peer.
 - La falta de sistemas *single-sign-on* de soporte a la movilidad.
 - La imposibilidad de obtener calidad de servicio bajo demanda en el actual esquema estático agregado.
 - El enrutamiento interdominio no atiende a prestaciones, sólo a políticas de intercambio de tráfico.
 - La no existencia de ninguna facilidad para monitorizar la calidad del trayecto empleado por el tráfico multimedia.
 - Falta de soporte de multicast en muchos ISPs, y limitado soporte interdominio.

La comunidad eMobility ha identificado otros problemas específicos relacionados con la movilidad [24]:

- *Explicit protocol design for a mobile wireless world.*
 - *Integrated Functional Design.*
 - *Alternative Stack.*
 - *Data-aware network equipment (Service-aware Network).*
 - *Handling service and network complexity.*
 - *Identifiers (addressing and Naming).*
 - *Architectural Enablers.*
 - *Design and security Enablers.*
-

TABLA 2.1. Principales limitaciones tecnológicas de la Internet actual.

CAPÍTULO 3

Visiones de una Internet del Futuro

3.1 Retos tecnológicos para la Internet del Futuro (PÁG. 38)

3.2 Tecnologías clave (PÁG. 43)

La Internet del Futuro es mucho más que un desarrollo tecnológico. Debido al fuerte impacto que la Internet actual ha tenido en la sociedad, la economía y en la vida diaria de las personas, empresas y administraciones, cualquier modificación en ella trasciende lo puramente tecnológico o empresarial.

Desde diversos foros e iniciativas, como veremos en más detalle en el capítulo 4, se ofrecen diversas alternativas como modelo de desarrollo, pero en todos ellos se percibe un enfoque global en cuanto a las bases sobre las que sentar el diseño de la Internet del Futuro.

Tres son los pilares que podemos identificar como componentes para la definición de una Internet del Futuro:

- **Tecnología:** Internet nace como un desarrollo de laboratorio y se extiende y evoluciona de forma autónoma. Este crecimiento y la expansión a campos y aplicaciones no previstos inicialmente han llevado a la Red a situaciones límite. Todo ello nos lleva a la necesidad de redefinir protocolos y estructuras.
- **Economía, aspectos sociales e implicación del usuario final:** Internet se ha convertido en una herramienta de nuestra vida cotidiana, donde no sólo somos consumidores, sino que también somos productores y mediante la cual articulamos muchos aspectos de nuestra vida profesional, personal e íntima. Esto nos lleva a considerar desde un punto de vista “humano” cualquier posible alteración de la estructura y funcionamiento de Internet. Los enfoques centrados en el usuario, y los usuarios como generadores de contenidos, son dos nuevos conceptos clave que están cambiando las redes y servicios en la Internet actual. Los nuevos retos tecnológicos que ofrece la Internet del Futuro deben concretarse en modelos de negocio que permitan también el adecuado desarrollo de las empresas en este entorno. Posiblemente en el futuro estos roles se extiendan aún más, en cuanto que las personas sean también creadoras y proveedoras de todo tipo de servicio. No habría que olvidar las necesidades de comunicación de objetos incrustados en el entorno de las personas que estarán conectados entre sí y con servicios asociados.
- **Gestión y políticas regulatorias:** La sociedad en su conjunto, las instituciones, las empresas y los ciudadanos particulares dependen en gran medida de Internet para su desenvolvimiento diario. De esta manera, de los gobiernos y organizaciones internacionales depende proporcionar políticas adecuadas para regular y gestionar Internet, siempre que preserven las características que le han llevado al éxito actual. Sin embargo, la sostenibilidad del modelo de las soluciones debe tenerse en cuenta a la hora de definir políticas y regulaciones. .

La interrelación entre estos tres elementos la podemos ver en la propuesta del proyecto 4WARD del FP7 [13].

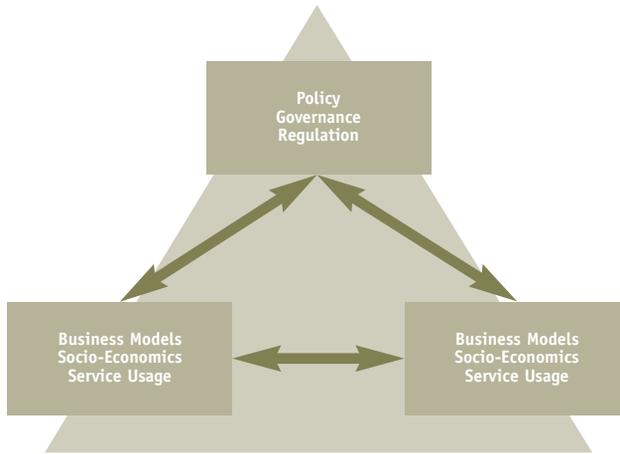


FIGURA 3.1. Pilares para desarrollar la “Internet del Futuro”.

Otro elemento clave a considerar en el desarrollo de la Internet del Futuro es la integración de dos culturas completamente diferentes: el diseño original de Internet y las redes y servicios de los Operadores de Telecomunicación. En la actualidad, el movimiento original de Internet encuentra su mejor representación en la Web 2.0, que ofrece herramientas que potencian la cooperación entre los ciudadanos y la creación por parte de los mismos de las herramientas y aplicaciones que necesitan. De la misma manera en el entorno de los operadores se ha creado el concepto Telco 2.0, que pretende integrar las redes sociales y servicios creados por el usuario dentro de las redes licenciadas operadas por los operadores tradicionales.

Finalmente, encontramos el problema de cómo abordar este rediseño de la Internet actual. Se ofrecen dos grandes alternativas: el enfoque evolutivo y el enfoque de comenzar desde cero (*clean slate*).

El enfoque de comenzar desde cero pretende “reinventar la Internet”, de tal forma que la Internet del Futuro pueda:

- Solucionar las limitaciones de la arquitectura actual (falta de seguridad y soporte para la movilidad).
- Incorporar nuevas tecnologías (redes de sensores, redes ópticas...).
- Permitir nuevas clases de aplicaciones y servicios (diseminación de contenidos, mundo físico con sensores, entornos de mundos virtuales a gran escala...).
- Continuar ofreciendo una plataforma para la innovación y constituirse en motor para el crecimiento económico y la prosperidad de la sociedad.

Internet, entendido como mucho más que la pila de protocolos TCP/IP y un conjunto de conmutadores y router, es la colección de sistemas que constituyen el corazón de Internet: los servicios, la potencia de cálculo, el almacenamiento, además de las diferentes maneras de conectarse e interactuar con ese corazón.

El enfoque desde cero pretende abordar estos retos sin las limitaciones impuestas por la Internet actual y permitiendo la integración y desarrollo de soluciones novedosas y completamente nuevas. Para solucionar los problemas de validación, se pretende en la mayoría de los enfoques la puesta en funcionamiento y operación en redes a gran escala como mecanismo para la validación y depuración de las soluciones y alternativas.

El enfoque evolutivo, pretende solucionar los problemas, crear nuevos servicios y hacer evolucionar el sistema sin romper la Internet actual. En muchos casos este sistema es visto como un modelo incremental y a corto plazo. El modelo evolutivo enfatiza el contexto o entorno donde una nueva solución se va a desplegar en oposición al despliegue de soluciones creadas y desplegadas en el vacío.

Incluso si pudiéramos rediseñar Internet desde cero, deberíamos reconocer que, a causa de los retardos en el diseño, implementación y pruebas, los nuevos protocolos no estarían operativos en menos de 5-10 años. Mientras tanto, y dada la rápida evolución del ecosistema circundante, es de esperar que las tecnologías subyacentes, restricciones y requisitos hayan cambiado significativamente, dejando anticuadas las arquitecturas y soluciones diseñadas desde cero.

La Internet del Futuro no será sólo un lugar de encuentro para las actividades sociales, sino que será una oportunidad de negocio para numerosas empresas del sector. Será por lo tanto necesario encontrar modelos de negocio que aborden:

- Roles y relaciones en los sistemas de valor, donde se definan nuevos roles, se identifiquen los actores que tomarán cada uno de esos roles y se identifiquen los cambios en las relaciones estratégicas entre ellos.
- Modelos de valor, donde se identifiquen qué aspectos del servicio tienen más valor para el cliente, y se establezca el entorno y sistemas donde se utilizan los entornos.
- Modelos de beneficio: donde se identifique porqué y de quién van a cobrar los diferentes proveedores de servicios.

Los nuevos modelos de negocio deben explotar algunas de las nuevas oportunidades ofrecidas por las tecnologías de la Internet del Futuro: redes de comunicaciones, habilitador de proveedores de servicios, proveedor de contenidos o proveedores de información de contexto.

Desde el punto de vista de los modelos de negocio, es de esperar que en el futuro cercano, la combinación de acceso fijo y móvil se mantenga como un elemento estratégico, los servicios de comunicación persona-a-persona seguirán siendo un elemento importante, se potenciará la integración de las redes y los servicios, que permitan la creación de servicios y modelos de negocios más ricos, y que la Internet del Futuro se constituya en una plataforma sobre la que desplegar todo tipo de servicios.

3.1 Retos tecnológicos para la Internet del Futuro

Los principales retos tecnológicos identificados en los documentos de las iniciativas públicas, pueden agruparse según su ámbito de aplicación principal en: Red del Futuro, Contexto, Servicios, Internet de las Cosas, Confianza y Seguridad y las Infraestructuras Experimentales. Se analizan a continuación los principales retos tecnológicos de cada uno de estos ámbitos.

Red del Futuro

Las redes de comunicaciones ofrecen cada vez una mayor velocidad de transmisión y ofrecen cada vez más facilidades de movilidad nativa. La Figura 3.2 muestra un esquema de la posible evolución de las diferentes tecnologías de red. En esta figura podemos ver como es de esperar que las fases de investigación, desarrollo y pruebas piloto de la Internet del Futuro finalicen en 2015, junto con el proceso de estandarización. Será entonces cuando se inicie el despliegue. Las nuevas tecnologías de red deberán ofrecer mayores transferencias extremo-a-extremo y deben ser capaces de resolver los problemas de segmentación entre las redes de acceso y el núcleo de la red. Las redes radio ofrecen problemas tecnológicos específicos relativos a la limitada disponibilidad de espectro y la diversidad de tecnologías de acceso radio.

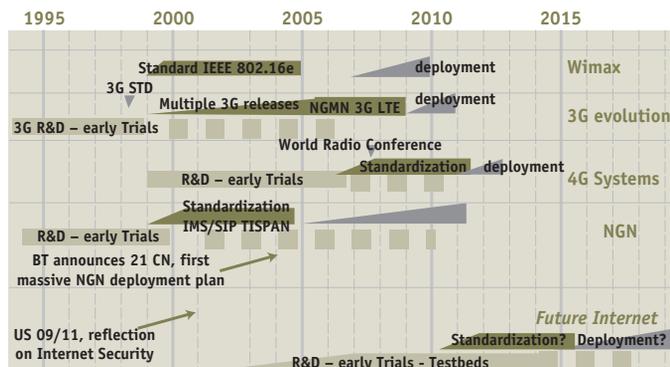


FIGURA 3.2. Evolución de tecnologías de red.

Desde el punto de vista de los servicios finales, se deben potenciar las tecnologías de convergencia fijo-móvil, la movilidad sin costuras –donde es fundamental abordar los problemas producidos por la separación entre diferentes niveles o capas– y las capacidades para ofrecer servicios entre redes de acceso heterogéneas.

Para abordar los problemas específicos del acceso radio se deben desarrollar tecnologías que hagan un uso más eficiente del espectro y nuevas tecnologías de acceso radio, entre las que podemos mencionar las tecnologías de radio móviles de próxima generación.

Desde el simple punto de vista de la transmisión, se deben potenciar las redes ópticas, WSN, F0 y nuevas redes de acceso de banda ancha.

Para mejorar la eficiencia y capacidad de las redes de la Internet del Futuro será necesario desarrollar nuevas arquitecturas, que incluyan gestión inteligente y flexible de las redes y se deben mejorar las metodologías de gestión de red.

Para cubrir la migración entre las redes actuales y la Internet del Futuro se deben desarrollar planes de migración y coexistencia. En este punto puede ser de gran utilidad la experiencia obtenida en la migración y coexistencia de IPv4 a IPv6. La virtualización de infraestructuras puede servir de mecanismo facilitador para el despliegue evolutivo de nuevas soluciones.

Contexto

Dos de las principales características de la Internet del Futuro es que se centra en las personas y en la integración de los dispositivos (Internet de las Cosas) dentro de la Internet lo cual requiere la integración y desarrollo de las tecnologías de gestión de contexto. La integración del contexto dentro de la Internet del Futuro crea nuevas oportunidades para ofrecer a los usuarios finales contenidos y servicios adecuados a sus necesidades y preferencias y al contexto donde el usuario se encuentre.

Para obtener una adecuada integración del contexto será necesario desarrollar redes y aplicaciones sensibles a él. Para ello es necesario integrar la tecnología RFID (entendido en su sentido más amplio, de tecnologías de identificación por radiofrecuencia) y los diferentes terminales y sensores dentro de estas redes. La integración de estos elementos debe basarse en la definición de nuevos protocolos o la adaptación de los ya existentes (SIP) para transmitir extremo a extremo la gran cantidad de información producida por estos elementos y para gestionar su gran número y diversidad. Entroncamos aquí con el apartado de la Internet de las Cosas. Esta integración se basará en la creación de redes que permitan un acceso ubicuo (convergencia fijo/móvil y las redes mesh) y la integración de información de contexto geográfica (GIS), así como una integración de tecnologías de minería y búsqueda de datos integrada con las facilidades de la red.

La gestión de la información de contexto será en gran medida automatizada, por lo que se deben potenciar las tecnologías M2M y P2M que junto con la inteligencia ambiental permitirá desarrollar las capacidades de gestión y uso de la información de contexto.

Otro elemento importante relativo al contexto son los temas relativos a las aplicaciones y servicios 3D. En este punto se deben mejorar las prestaciones de las redes y su respuesta ante fuertes demandas de capacidad de procesamiento, tanto en la red en sí misma como en los terminales. Adquiere aquí importancia el trabajo sobre interfaces y motores gráficos para permitir un adecuado reparto del soporte gráfico entre la red y los equipos conectados a ella.

Es por lo tanto necesario definir nuevas arquitecturas de transmisión y gestión de contenidos 3D, y nuevas tecnologías para representar formatos 3D, herramientas de gestión y desarrollo de contenidos. Las herramientas de desarrollo de contenidos deben cubrir desde los entornos profesionales (similares en complejidad y funcionalidad a los entornos de cine y TV) hasta los entornos personales donde el propio usuario pueda definir y producir sus propios contenidos. Será especialmente importante en este punto la estandarización de interfaces y formatos, así como la integración en los mismos de los requisitos de accesibilidad.

Es de esperar la integración con las tecnologías de TV en 3D, cine digital y las experiencias de realidad aumentada e inmersiva.

Servicios

El concepto de Internet de los Servicios es uno de los factores clave de la Internet del Futuro. Se pretende en este punto permitir la oferta de una multitud de servicios que se ofrecen, compran, venden, utilizan, se redefinen y componen mediante una red global de proveedores de servicios, consumidores, agregadores e intermediarios. Todo ello debe permitir la creación de nuevas formas de ofrecer, utilizar y organizar las funcionalidades de soporte de los servicios.

La principal y primera tecnología que debe ser actualizada en este campo es la definición de nuevos modelos de negocio y formas de interrelacionarse los diferentes actores, teniendo en cuenta que en muchas de las situaciones los usuarios serán a la vez productores y consumidores de contenidos.

Las tecnologías de arquitecturas de Servicios, como las SDP (*Service Delivery Platforms*), SOA (*Service Oriented Architectures*) y SaaS (*Software As a Service*), serán las que sirvan de base a las arquitecturas y plataformas de servicios requeridas por la Internet del Futuro. Éstas deberán ofrecer interfaces de servicios uniformes y estandarizados y deberán ser abiertas y escalables.

Las tecnologías de arquitecturas y plataformas de servicios que implican a numerosos organismos de estandarización (3GPP, 3GPP2, OMA IETF, W3C, etc.) deben ser capaces de integrar ingentes cantidades de servicios y gran diversidad de recursos software y

hardware en la Internet del Futuro. Un elemento clave para afrontar estos retos son las tecnologías de virtualización.

También se debe recordar que tanto las redes como los servicios están basados en la tecnología software, donde el desarrollo y evolución del software abierto juegan un papel fundamental en los nuevos desarrollos.

Dentro de este apartado podemos incluir las tecnologías relativas a la Internet del Conocimiento, como son las de creación, procesamiento, búsqueda y almacenamiento de los contenidos multimedia y 3D y la Web semántica.

En todo momento se deben potenciar las tecnologías y metodologías que permiten la generación de redes y servicios centrados en el usuario, como destinatario final de los mismos.

Es previsible en el futuro una evolución hacia modelos más simétricos y descentralizados de provisión y consumo de servicios. Las personas, e incluso los dispositivos integrados en los futuros espacios de servicios, adquirirán roles más activos de generación de servicios y provisión de información, contenidos y conocimiento. Será preciso crear las herramientas adecuadas para acelerar este desplazamiento hacia el núcleo en la provisión de los futuros servicios, incluso desde entornos móviles. Esta misma movilidad y ubicuidad precisará de nuevas plataformas e infraestructuras de servicios que posibiliten la búsqueda de servicios relevantes y la recomendación de contenidos adaptados a las necesidades instantáneas y personales de cada usuario.

Internet de las Cosas

La Internet de las Cosas pretende la interconexión de objetos y localizaciones del mundo real. Entre los retos cercanos se plantea interconectar el mundo real y el virtual. Las arquitecturas actuales no permiten un amplio abanico de escenarios de aplicación.

Para abordar los retos de la Internet de las Cosas se deben desarrollar nuevas arquitecturas, estándares y tecnologías que integren información de los mundos físico y virtual y permitan la interacción con el mundo real.

Se requerirá la identificación de los diferentes elementos del mundo real (a través, por ejemplo, de la tecnología RFID) y, la obtención de información del mundo real (sensores) y la actuación sobre el mismo (actuadores). La computación ubicua y los equipos vestibles son elementos esenciales para integrar la Internet de las Cosas en las actividades cotidianas de las personas. Un elemento esencial para este tipo de elementos son los desarrollos en sistemas de alimentación y la miniaturización y reducción de consumo de este tipo de elementos.

Confianza y Seguridad

En la Internet actual uno de los principales problemas que podemos encontrar para la difusión de aplicaciones y servicios es la falta de conocimiento, seguridad y confianza en la identidad de los interlocutores, en las aplicaciones y servicios. Esta carencia está en las bases del diseño de la Internet actual, de tal forma que podemos afirmar que las arquitecturas actuales están abiertas a la ruptura de la seguridad, invasión de la privacidad y robo de identidades.

Si bien existen numerosas soluciones técnicas de seguridad que podrían resolver estos problemas, es necesario integrarlas y adaptarlas a las infraestructuras de servicios, de tal forma que se pueda asegurar un determinado nivel de seguridad, privacidad y soporte regulatorio. Todo esto no será posible si las citadas arquitecturas y soluciones no alcanzan una implantación universal y ubicua.

El objetivo tecnológico principal dentro de este punto es la creación de infraestructuras de servicios globales confiables. Se deben definir infraestructuras y plataformas que protejan la seguridad y la privacidad en los sistemas de servicios, incluyendo a las personas (mecanismos de seguridad e identidad) y a las cosas (seguridad en RFID, sensores y redes ad-hoc). Un aspecto clave es la creación de marcos de gestión de identidad interoperables, donde la definición de normas e interfaces jugarán un papel clave.

En este punto se debe prestar especial atención a aspectos como la usabilidad y la aceptabilidad social.

Infraestructuras experimentales

Las infraestructuras experimentales son imprescindibles para dar soporte a la investigación sobre la Internet del Futuro, para permitir la experimentación a gran escala (incluyendo pruebas de interoperabilidad), la experimentación con sistemas basados en enfoques entre-niveles o sin niveles, implicación directa de las comunidades de usuarios, aplicación de enfoques experimentales multidisciplinarios, y la evaluación del impacto socio-económico de los cambios en Internet.

La propia creación y gestión de estas infraestructuras necesita definir metodologías nuevas que permitan la experimentación con el mayor número de posibilidades sobre la misma infraestructura y la obtención de las evaluaciones más completas posibles.

3.2 Tecnologías clave

Como hemos visto en el apartado anterior hay muchas tecnologías que se deben potenciar para desarrollar la Internet del Futuro. En este apartado, se analizan algunas tecnologías que se consideran clave en el desarrollo de la Internet del Futuro:

- La virtualización de recursos en red y de los propios recursos de red es una de las tecnologías destacadas en proyectos clave como 4WARD, GENI (ver sección siguiente) o PlanetLab [17]. Si bien la virtualización se plantea en principio como una técnica muy útil de prototipado de redes experimentales sobre redes de producción, la concepción de la Internet como una gran red de transporte multiservicio y multinivel –no ligada a un solo operador– es una visión presente en múltiples trabajos. Sobre esta red se configurarían redes privadas a medida de las aplicaciones.
- Tecnologías fotónicas aplicadas a Internet: redes de acceso óptico e híbridas radio-ópticas, nuevas arquitecturas de conmutación híbrida electro-óptica, provisión de calidad de servicio en capa óptica, etc.
- Redes inalámbricas multimedia móviles: middleware para soporte de QoS, sistemas multimedia ubicuos, *multicasting and broadcasting issues*, gestión de movilidad y trasposos, gestión inteligente de energía en protocolos y dispositivos, gestión y planificación de red, aplicaciones multimedia sensibles al contexto, servicios de localización, redes ad-hoc y de sensores, redes vehiculares inalámbricas, redes de área personal, local y metropolitana, 4G, seguridad inalámbrica, gestión integral de contenidos multimedia, etc.
- Seguridad móvil: hardware de soporte a seguridad, convergencia segura de servicios de voz y datos, autenticación, privacidad y confianza, protección de sistemas de almacenamiento masivo móvil, seguridad en la comunicación oportunista en MANET, VANET, redes de sensores, así como en redes mesh, seguridad en peer-to-peer y teoría de la reputación, seguridad en sistemas domóticos, en comunidades móviles, en redes de emergencias, gestión de información policial, gestión de identidad, federación de sistemas de gestión de identidades, biometría móvil, etc.
- Tecnologías en torno a sistemas radio de banda ancha: caracterización de canal, propagación, nuevas modulaciones y técnicas de codificación, procesamiento de señal, aspectos cognitivos –asignación inteligente de canales, QoS, etc.– y multi-capa (*cross-layer*), control de error, planificación de red, software radio, reconfigurabilidad, etc.
- Redes de robots. Una de las formas avanzadas de la Internet de las Cosas es aquella que incluye la interacción con máquinas autónomas inteligentes, que gracias a la red pueden cooperar entre sí, así como implementar conceptos sólo posibles con gran cantidad de máquinas, como la *swarm intelligence*.

- Interfaces humano-máquina multimodales, 3D, adaptativos, etc. en busca de salvar la brecha digital que aún supone el ordenador para muchas personas.
- Localización de precisión: *in-door*, sistemas híbridos satélite y radio de corto alcance, asistido por sensores, por procesamiento de imágenes, etc.

CAPÍTULO 4

Posicionamiento internacional respecto a la Internet del Futuro

- 4.1 Actividades en la Unión Europea (PÁG. 47)
- 4.2 Actividades en EE.UU. (PÁG. 57)
- 4.3 Actividades en Japón (PÁG. 63)
- 4.4 Actividades en Corea (PÁG. 65)
- 4.5 Otros (PÁG. 67)
- 4.6 Organismos internacionales (PÁG. 68)

Este apartado pretende ofrecer una visión global de las diversas iniciativas llevadas a cabo por los grandes países (o grupos de países) a nivel internacional en torno a la Internet del Futuro.

El concepto de Internet del Futuro responde por un lado a una serie de necesidades en torno a la Internet actual, como hemos analizado en el capítulo 2, pero por otro, responde también a un enfoque estratégico de los diferentes bloques económicos para apoyar a sus empresas en el mundo de innovación constante donde nos encontramos. De esta forma podemos ver como desde los diferentes países, o bloques económicos, se ofrecen diferentes enfoques y visiones sobre la Internet del Futuro.

Dentro de este capítulo vamos a analizar las iniciativas de la Unión Europea, los Estados Unidos, Japón y Corea.

4.1 Actividades en la Unión Europea

La Unión Europea, dentro de sus políticas de I+D, ha identificado como una de sus principales prioridades el diseño de la Internet del Futuro. Siendo claramente consciente de la importancia tecnológica, comercial y social que Internet ha adquirido desde su creación, y en los claros problemas o disfuncionalidades que Internet ofrece en la actualidad, la U.E. identificó la Internet del Futuro como uno de los aspectos importantes dentro del FP6 y actualmente se ha identificado como un eje clave dentro del *Challenge 1* en FP7.

Tampoco debemos olvidar que este interés se ha despertado y acrecentado en Europa no tanto por un interés intrínseco, como al ver la relevancia y diversidad de acciones que en otros entornos (principalmente Estados Unidos, Japón y Corea) se estaban adoptando sobre este tema.

En este contexto la U.E. pretende combinar las acciones de los gobiernos y los centros de investigación, desde una perspectiva multilateral, que permita a Europa liderar la definición de una Internet del Futuro. Se pretende por tanto combinar de manera sistemática el desarrollo de las tecnologías de red con las medidas políticas dentro de los programas tecnológicos de I+D de la Unión Europea. Se concede por lo tanto una gran importancia a los factores sociales al definir la Internet del Futuro en el marco europeo.

Dentro de estos aspectos podemos identificar:

- **Gobierno (*Governance*). Direccionamiento, indexación e identificación de objetos.**

Un aspecto importante de la cooperación y el trabajo en grupos multilaterales es el relacionado con el gobierno de las arquitecturas de futuras redes globales. Dentro de la Internet actual este aspecto ha cristalizado en torno a la gestión del DNS dentro de las discusiones del WSIS.

El direccionamiento se ha identificado durante mucho tiempo como uno de las principales limitaciones de la Internet actual. En este sentido la Unión Europea se ha mostrado claramente proactiva en promover la migración hacia IPv6. Los requisitos sobre nuevas formas de direccionamiento se incrementan hoy día con la emergencia de identificadores de objetos (como RFID y otros dispositivos). Posteriores evoluciones hacia una multiplicidad de identificadores para servicios, personas, flujos, aplicaciones y dispositivos únicamente incrementarán la dificultad para encontrar una estructura globalmente aceptable de gobierno de la Internet del Futuro.

La evolución de la tecnología hará emerger nuevas formas de direccionamiento e indexación. Las aplicaciones relacionadas con estas tecnologías tendrán seguramente un gran impacto en la forma en que se gestionan los contenidos culturales y multilingües, siendo éste un aspecto especialmente importante en Europa.

- **La necesidad de cooperación y asociación multi-regional**

Mediante los Programas Marco de I+D, la Unión Europea ha estado desde hace mucho tiempo apoyando directamente proyectos relacionados con la evolución de redes futuras y redes de RFID/sensores, arquitecturas avanzadas de móviles y banda ancha, entre otros.

Desde una perspectiva de la U.E., es beneficioso construir sobre las iniciativas regionales y crear las condiciones que puedan proporcionar complementariedad y cooperación entre todos los actores para los trabajos de definición, prueba y validación. Estas actividades de cooperación ya se han realizado dentro de los programas marco de I+D, como ya se ha realizado en los campos de 4G móvil, TV móvil, GRID, *Software Open Source* o aplicaciones RFID.

Dentro de esta área uno de los principales objetivos de la asociación multilateral debe ser la creación de normas globales, campo donde la U.E. se muestra activa.

- **Enfoque de la U.E. sobre la I+D de la Internet del Futuro**

La U.E. ha integrado la Internet del Futuro como uno de los temas clave del *Challenge 1* del FP7, y además ha facilitado la creación del "Future of the Internet – Think Tanks", cuyo fin es crear un documento que sirva de base para futuras actividades coordinadas.

Adicionalmente se ha creado la *Future Internet Assembly* (FIA), como resultado de la *Future Internet Assemble* que tuvo lugar en Eslovenia entre el 30 de marzo y el 2 de abril de 2008.

Previamente durante el FP6 una parte significativa de las actividades de I+D ya abordaban aspectos directamente relacionados con la problemática de futuras redes globales.

En este punto, la U.E. ha optado desde el inicio por promover la asociación entre los centros académicos y la industria, dirigido al desarrollo de una planificación industrial coherente. De ahí que para completar los trabajos realizados desde EIFFEL, las cuatro plataformas tecnológicas activas (eMobility, NUM, NESSI, ISI) estén llamadas a generar planes y un enfoque coherente respecto al futuro de Internet.

- **Evolución versus Revolución**

Uno de los elementos que frecuentemente se debaten es si se debe seguir el enfoque evolutivo o el revolucionario, enfrentando a los partidarios de "enfoque evolutivo" (*evolutionary approach*), con los del "empezar de cero" (*clean slate*). En este punto EIFFEL estimó que ambos enfoques pueden ser necesarios. Por lo tanto, se ha

establecido dentro del FP7 la necesidad de coordinar los resultados de diferentes enfoques, abriendo diferentes caminos tecnológicos y estrategias de evolución y/o revolución, siempre desde un enfoque coordinado, donde la “disrupción” no se mide tanto en términos tecnológicos como en modelos de negocio, aplicaciones y nuevas estructuras industriales que puedan emerger.

En todo caso, debemos tener en cuenta que en el marco de la Internet del Futuro el enfoque *clean slate* se debe entender como un proceso y no como un resultado.

4.4.1 FP7

Como se ha comentado ya en este informe, antes del FP7, la U.E. ya había adoptado diversas iniciativas sobre la Internet del Futuro. Para el diseño del programa de trabajo del FP7, y en previsión de lanzar diversas llamadas propuestas, se pretende que los esfuerzos de I+D en este campo se focalicen y refuercen para lograr el liderazgo europeo en el desarrollo de la Internet del Futuro, proponiendo un enfoque federado entorno a los siguientes temas:

- La “Red del Futuro”, con un foco en soluciones para afrontar los problemas de capacidad, movilidad, escalabilidad y flexibilidad de las infraestructura de TIC.
- La “Internet de los Servicios”, con un foco en aspectos como virtualización, composición dinámica de *overlay* de servicios sobre una estructura de red modificada y entornos de ejecución de servicios conjuntos.
- La “Internet de las Cosas”, con un foco en la gestión de objetos en la red y los servicios asociados y arquitecturas de descubrimiento de datos, con la integración en entornos de negocios genéricos.
- La “Seguridad de la infraestructuras de TIC y servicios” con un foco en las redes seguras, flexibles y confiables y las arquitecturas de servicios y servicios componibles extremo a extremo, además de la gestión de identidades y los datos personales y de negocios y la preservación de la privacidad.
- La “Internet de los Medios 3D”, con un foco en las arquitecturas y las tecnologías relacionadas con los entornos virtuales 3D sobre plataformas sobre redes de comunicaciones.
- Las “Infraestructuras Experimentales”, con un foco en los proyectos de investigación dirigidos por la experimentación, que atraviesan varios niveles de conectividad mediante arquitecturas de servicios para aplicaciones, abordando la Internet del Futuro desde una perspectiva amplia.

4.1.2 EIFFEL

El *Think Thank* EIFFEL se establece en julio de 2006 como un grupo de investigadores individuales, por iniciativa de la *EC DG Information Society*, con la intención de analizar qué objetivos de investigación deberían abordarse dentro de la investigación a nivel europeo y global para la Internet del Futuro.

EIFFEL se articula como una *Support Action* (SA) propuesta para el FP7. La EIFFEL SA pretende la movilización de los investigadores europeos para discutir y debatir sobre el futuro de Internet para el desarrollo de la futura sociedad en red. Se pretende con ello crear un foro de discusión abierto y no competitivo donde todos puedan intercambiar ideas.

Como principal resultado de los trabajos de EIFFEL, se elabora el libro blanco en su primera versión de diciembre de 2006 [3].

Como resultado de estas actividades previas en el “White paper” [3] de EIFFEL, se identificaban los siguientes elementos como impulsores de los futuros desarrollos tecnológicos en este campo:

- El continuo aumento de la omnipresencia de las tecnologías móviles e inalámbricas.
- El gran incremento en el número de dispositivos conectados a Internet, que eventualmente pueden dar acceso a redes de sensores y la Internet de las Cosas.
- La insaciable demanda de ancho de banda y la “ilimitada” capacidad subyacente del núcleo de las redes.
- El acelerado incremento en la potencia de cálculo y la capacidad de las memorias, que apoyan el desarrollo de equipos periféricos en la red cada vez más inteligentes.
- El gran incremento que se espera en los contenidos digitales, contenidos generados por los usuarios y requisitos críticos asociados con la búsqueda, manejo y organización de datos.
- La resolución local, como un importante habilitador para nuevas clases de servicios basados en el contexto.
- Infraestructuras y servicios ofrecidos por los usuarios, que posiblemente produzcan una infraestructura “generada por el usuario”, de forma similar a la tendencia hacia los contenidos “generados por el usuario”.
- La seguridad y la elasticidad de las infraestructuras, asociados a la creciente preocupación por la privacidad en un entorno donde los usuarios (o sus atributos/avatares) van a tener múltiples identificadores e identidades.

- Dispositivos cada vez más inteligentes con capacidades de autoadaptación y/o conocimiento del contexto.
- Adaptabilidad de los servicios y la configurabilidad de los mismos, mediante plataformas de servicios que permiten una coalición ad-hoc ágil de los recursos.

La primera reunión de EIFFEL Think Tank tuvo lugar entre el 30 de septiembre y el 1 de octubre de 2008 en Frankfurt (Alemania). Las siguientes están previstas para febrero y septiembre de 2009 y enero y mayo de 2010.

4.1.3 FIA

La *Future Internet Assembly* (FIA) se ha creado como una iniciativa de la Comisión Europea, a partir de la conferencia que tuvo lugar en Bled (Eslovenia) entre el 31 de marzo y el 2 de abril de 2008 sobre la Internet del Futuro. El resultado de esta conferencia fue el lanzamiento de FIA como un vehículo de discusión entre los proyectos de I+D implicados y las plataformas tecnológicas europeas.

Los objetivos de esta conferencia fueron asegurar que:

- Los temas relacionados con la Internet del Futuro que implican a diferentes dominios sean discutidos, resultando en una coordinación entre dominios mejorados y efectivos.
- Hacer emerger una visión compartida de qué es necesario en Europa para hacer realidad la Internet del Futuro.
- Que los socios en la U.E. estén mejor posicionados en términos científicos y económicos respecto a los retos que ofrece la Internet del Futuro.

La asamblea se estructura para permitir las interacciones abiertas y la fertilización cruzada entre dominios técnicos. La FIA trabaja para: lograr documentos comunes que permitan crear valor para los proyectos implicados; definir una agenda estratégica común sobre acciones y requisitos comunes; desarrollar un calendario consolidado de eventos para evitar la fragmentación de esfuerzos. De esta manera la FIA se establece como un paraguas común para aunar esfuerzos y coordinar diferentes actividades y desarrollos unificando resultados.

El proceso de trabajo de la asamblea se apoya en el portal web (<http://www.future-internet.eu>). Se prevén dos reuniones al año, definiéndose las acciones concretas a tomar en la asamblea, y los resultados de estos trabajos se revisarán en las reuniones posteriores. El trabajo entre dos reuniones consecutivas se desarrollará por correo electrónico y mediante herramientas del portal, animando a los proyectos involucrados a participar activamente.

A modo de ejemplo, podemos citar los siguientes temas a tratar en FIA:

- ¿Cómo van a influir en las arquitecturas de redes y servicios los desarrollos en las esferas de contenidos y medios? ¿Qué limitaciones impondrán esas arquitecturas?
- ¿Qué se localizará en el nivel de red y qué en el nivel de servicios? ¿Cómo influirán en la entrega de servicios la virtualización del almacenamiento y del procesado?
- ¿Cuáles son los nuevos requisitos de seguridad, privacidad y confianza que se esperan como resultado de la nueva Internet de los medios? ¿Cuáles son las implicaciones de los contenidos fuera de los desarrollos en seguridad? ¿Dónde centrar la atención, en la identidad, la privacidad o la confianza?
- ¿Cómo los desarrollos sobre la Internet de las Cosas influirán en los mundos virtuales y los servicios de contenidos? ¿Qué soluciones críticas para buscar es necesario desarrollar?
- ¿Qué es necesario hacer para bajar las barreras para el desarrollo de servicios? ¿Existe un ámbito para un entorno abierto de servicios para medios móviles? ¿Cómo de rápido evolucionará la Internet móvil? ¿Cuáles son las implicaciones?
- ¿Cuáles son las implicaciones de los desarrollos para el hogar (por ejemplo, las femtocélulas 3G) y qué oportunidades de servicios se crearán por nuevos actores?
- ¿Cómo se verá influenciada la infraestructura por el desarrollo de la Internet de las Cosas? ¿Cuáles son los temas de arquitectura a considerar para una futura ONS? ¿Cuáles son los desarrollos más allá de la NFC y soluciones de operación crítica y gestión que se necesitan para tratar con redes basadas en sensores?
- ¿Cuáles son los requisitos para los entornos de pruebas a gran escala y las facilidades experimentales desde una perspectiva de contenidos, medios y servicios? ¿Cuáles son los elementos clave de estas facilidades a gran escala en Europa?

4.1.4 FIRE

La Comisión Europea ha promovido la iniciativa FIRE [12] para abordar los retos de la Internet del Futuro. FIRE (*Future Internet Research and Experimentation*) ha sido lanzado oficialmente en la *Call 2* del FP7.

Mediante la iniciativa FIRE la U.E. planea apoyar desarrollos avanzados en tecnología de redes mediante experimentos a gran escala para proporcionar soluciones para resolver las limitaciones de la arquitectura actual de Internet.

FIRE pretende abordar las expectativas emergentes, que se están realizando sobre Internet, mediante la oferta de un entorno de investigación y experimentación que permita la validación de ideas innovadoras y revolucionarias.

Las nuevas soluciones tecnológicas pueden seguir tanto un enfoque incremental como un enfoque de diseño desde cero (*clean slate*). Mientras que el primero permite la evolución de un estado a otro mediante actualizaciones incrementales, el segundo, sin ofrecer compatibilidad hacia atrás, requiere un rediseño radical para ofrecer nuevas abstracciones y mejoras en las prestaciones. Dentro del enfoque de FIRE, se entiende que el enfoque incremental y el de diseño “desde cero” son complementarios y no compiten.

FIRE tiene dos dimensiones relacionadas: investigación a largo plazo dirigida por la experimentación sobre nuevos paradigmas y enfoques de red para la Internet del Futuro; y construir una infraestructura de experimentación sostenible, dinámica, y a gran escala para permitir la federación gradual de entornos de prueba nuevos y ya existentes para tecnologías emergentes para la Internet del Futuro.

FIRE pretende ofrecer las bases para una evaluación científica rigurosa de las nuevas arquitecturas de red, tanto a nivel tecnológico como social. FIRE reconoce que Internet no es únicamente una tecnología, sino que además es un sistema complejo. Los cambios tecnológicos radicales en esta arquitectura pueden tener unas consecuencias económicas y sociales inesperadas. Una arquitectura distinta de la actual, por ejemplo con más “inteligencia” en el núcleo, puede usarse para ofrecer más calidad en los flujos de vídeo o una seguridad irrompible. Al mismo tiempo, esta arquitectura será menos flexible que el actual modelo sin inteligencia, y las aplicaciones peer-to-peer para el intercambio de ficheros, música o vídeo pueden verse limitadas. Otro aspecto central abordado por FIRE es cómo una nueva arquitectura afectará la neutralidad de la red, el principio de diseño actualmente aceptado, según el cual todos los contenidos se tratan de igual manera.

La iniciativa FIRE de la U.E. tiene dos claras contrapartidas en los Estados Unidos: el programa FIND de la NSF, que subvenciona investigaciones en nuevos enfoques sobre Internet, y GENI que está dirigido a facilidades experimentales a gran escala en los Estados Unidos. Además hay otras iniciativas similares en Japón, Corea del Sur y China.

4.1.5 Participación española en proyectos relacionados con la Internet del Futuro¹

Existen en la actualidad ya una serie de iniciativas y proyectos europeos con participación española. En el *Challenge 1* se incluyen 141 proyectos, de los cuales han sido considerados como ligados a la Internet del Futuro en el documento que preparó la FIA, 79 proyectos².

¹ Se analiza aquí la participación española en los proyectos del 7PM que se han etiquetado desde la U.E. como de “Future Internet”. Existen más proyectos de relevancia tanto a nivel europeo como nacional, pero esta revisión excede los objetivos del presente estudio.

² Datos a junio de 2008.

A continuación se incluye una tabla resumen cuantificando la participación española en el PM dentro de la temática de la Internet del Futuro.

Challenge	N.º proyectos		N.º entidades ESP					
	Total	Particip. ESP	Particip.	Coord.	Totales	OPIs	Empresas	Empresa & OPI
Network of the Future	21	13	18	0	18	9	9	2
Internet of Services	13	9	12	2	14	6	8	2
Internet of Things	5	1	3	0	3	1	2	1
Internet of People	14	7	9	1	10	4	6	2
Internet of Knowledge	13	7	8	3	10	4	6	2
Experimental Facilities	13	6	8	0	8	4	4	1
TOTAL	79	43	58	6	63	28	35	10

TABLA 4.1. Distribución del número de proyectos de Internet del Futuro.

Vemos en la tabla cómo, de los 79 proyectos financiados, hay 43 proyectos con participación española, y se cuentan 63 participaciones españolas. Esto es, en más de la mitad de los proyectos, el 54%, hay al menos una entidad española participando. Sin embargo, únicamente en 10 existe colaboración entre empresas y OPIs españoles. Esto infiere que España tiene una buena posición en esta temática, aunque en realidad España coordina muy pocos proyectos, es decir, no lidera, sino que va al compás de lo que marcan el resto de líderes europeos. Por otro lado, podemos ver cómo existe un pequeño gap en la colaboración entre empresas españolas con universidades y OPIs españoles y debe hacerse un esfuerzo por reducirlo. Hay 35 empresas españolas frente a los 28 OPIs. Es necesario por tanto que las empresas involucren más a las universidades y centros tecnológicos españoles.

	Proyectos totales	Proy. con particip. ESP	% relativo de particip. ESP
Network of the Future	21	13	61,9%
Internet of Services	13	9	69,2%
Internet of Things	5	1	20,0%
Internet of People	14	7	50,0%
Internet of Knowledge	13	7	53,8%
Experimental Facilities	13	6	46,2%
TOTAL	79	43	54,4%

TABLA 4.2. Participación española en Internet del Futuro.

Cuantificando la participación española, vemos cómo las áreas donde España tiene mayores competencias son las de *Internet of Services* y *Network of the Future*, donde está presente en un alto porcentaje de los proyectos financiados.

El área más débil a priori parece el de *Internet of Things*, aunque debemos considerar que es el área donde menos proyectos se han financiado por haber un presupuesto bastante menor.

Si nos fijamos ahora en la tipología de las entidades españolas participantes vemos cómo la participación en los 43 proyectos se reparte entre 29 entidades distintas, de las cuales casi la mitad son universidades.

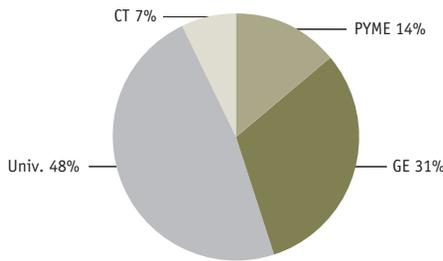


FIGURA 4.1. *Tipología de las empresas españolas que participan en proyectos de la Internet del Futuro.*

Conocer los presupuestos reales retornados a España dentro de esta temática resulta complicado. Sí se pueden ofrecer unos datos orientativos, teniendo en cuenta el tipo de financiación obtenida y el montante total del proyecto contratado. En este sentido, presentamos la siguiente figura, donde quien más peso tienen son los proyectos de pequeña-mediana escala (STREP), pero con gran participación en proyectos de gran escala (IP).

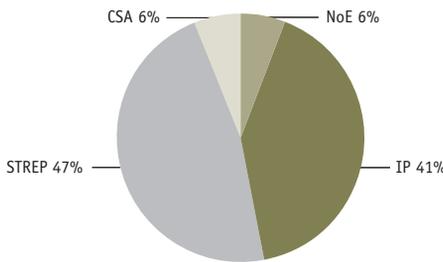


FIGURA 4.2. *Instrumentos de financiación.*

	<i>N.º de proyectos con participación ESP</i>	<i>N.º de participaciones ESP en esos proyectos</i>	<i>Presupuesto medio del proyecto (Me)</i>
IP	21	26	14,5
STREP	16	29	4,3
NoE	3	4	11,9
CSA	3	4	1,6

TABLA 4.3. *Tipología de financiación de las entidades españolas.*

4.2 Actividades en EE.UU.

Para abordar los problemas de la Internet actual y los retos de la Internet del Futuro, dentro de Estados Unidos se han financiado diversas iniciativas en los marcos de la NSF (*National Science Foundation*), de la NeTS (*Networking Research Cluster*) y del *Cyber Trust Program*. Además de otras iniciativas de menor calado, la NSF ha promovido la creación de GENI (*Global Environment for Networking Innovations*) para rediseñar la Internet desde cero. GENI está formado por dos componentes principales: un conjunto de facilidades experimentales, y un programa de investigación llamado FIND (*Future Internet Design*).

En este apartado vamos a analizar el estado de GINE y FIND, así como de otras iniciativas menores.

4.2.1 GENI

El *Global Environment for Network Innovation* (GENI) es un concepto de infraestructura promovido por la comunidad de investigadores en redes y computación con el soporte de la *National Science Foundation* (NSF). El objetivo de GENI es mejorar las infraestructuras experimentales para la investigación en redes y sistemas distribuidos, y acelerar la transición de estas investigaciones a productos y servicios que mejoren la economía, competitividad y seguridad de las naciones. Se espera que las investigaciones relanzadas por GENI alcancen capacidades más allá de las actualmente disponibles en Internet.

La organización de los esfuerzos de GENI se realiza en diferentes áreas de interés, incluyendo la arquitectura, el núcleo de la red, los servicios distribuidos, subredes inalámbricas/móviles/de sensores y la coordinación de las investigaciones entre todas ellas.

La creación de la iniciativa GENI se basa en la creencia de que el diseño de una Internet fundamentalmente mejor que la actual necesita de iniciativas sistemáticas y a gran escala centradas en los principales retos científicos y tecnológicos, conducidos por visiones globales de cómo debe ser la Internet del Futuro. GENI debe ofrecer a los científicos un nuevo punto de partida desde cero para imaginar una Internet completamente nueva, que será probablemente físicamente diferente de la actual.

La idea de la creación de GENI se origina en un workshop de la NSF a principios de 2005. En ese workshop un grupo de investigadores liderados por Larry Peterson de la Universidad de Princeton imaginó que GENI podría consistir en una colección de

componentes de red incluyendo un plano óptico, reencaminadores, facilidades de almacenaje, capacidades de procesamiento y áreas inalámbricas. Estos recursos se denominan colectivamente el substrato GENI.

La siguiente figura ilustra el modelo experimental de GENI:

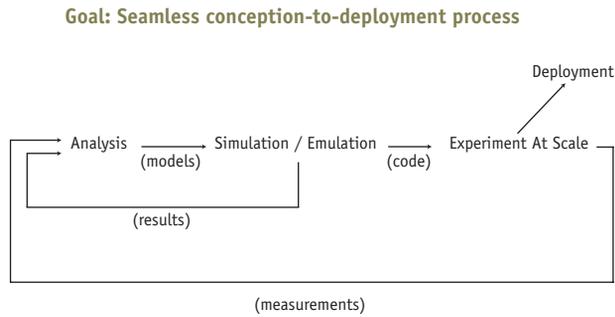


FIGURA 4.3. *Modelo experimental de GENI.*

GENI define un desarrollo en espiral, según se muestra en la siguiente figura:

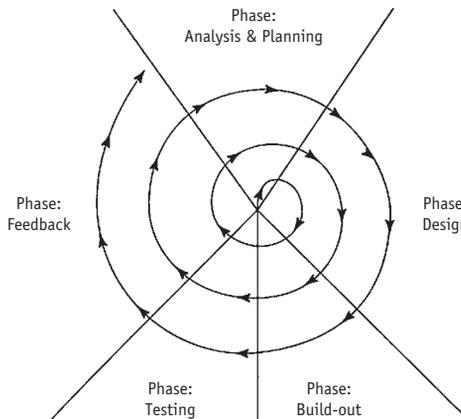


FIGURA 4.4. *Modelo de desarrollo de GENI.*

En la Figura 4.4, se describe el modelo de desarrollo en espiral de GENI. Este modelo itera sobre las actividades de Análisis y Planificación, Diseño, Construcción, Pruebas y Realimentación. Todo ello mediante una reevaluación de metas y tecnologías anualmente en un proceso sistemático.

Las principales ideas técnicas que se pretenden explotar dentro de GENI son:

- Los componentes del sustrato deben ser **programables**.
- El sustrato será **virtualizable**.
- Permitir a los usuarios finales integrarse en los servicios experimentales.
- GENI será modular, con una arquitectura y conjunto de interfaces claramente definidos.

Como uno de los elementos que han permitido la definición de GENI encontramos PlanetLab [17], que pretende facilitar el soporte experimental de nuevos servicios, sobre tres ideas fundamentales:

- Rodaja (*Slice*): recursos del sustrato ligados a un experimento específico.
- Virtualización: múltiples arquitecturas sobre una infraestructura compartida.
- Programable: virtualmente sin límites para los nuevos diseños.

PlanetLab sirve como un prototipo de GENI, y ayuda a mostrar que las diferentes facilidades son posibles. Sin embargo, GENI va más allá que PlanetLab en varias dimensiones: GENI soportará además un rico conjunto de tecnologías de nodos y expone el comportamiento de la red de bajo nivel (enlaces), permitiendo experimentos dentro de la red. GENI proporciona un rico conjunto de servicios de soporte, bajando la barrera para permitir a los investigadores beneficiarse de GENI.

Los requisitos de GENI son: neutralidad en la arquitectura y los servicios, diversidad en los bordes, facilidad de acceso a los usuarios, alcance global, análisis de instrumentación y datos, federación y sostenibilidad, composición dentro de cada "rodaja", políticas y gobernabilidad.

GENI se define mediante dos piezas centrales: el sustrato de la red física, que ofrece una colección de componentes que actúan como bloques de construcción y pueden ser nodos, enlaces y subredes; y el marco global de gestión, el tejido de bloques de construcción puestos en común mediante un mecanismo de cohesión, que se desarrollan como "rodajas" embebidas en el sustrato físico.

Como parte de la iniciativa GENI, se ha promovido FIND (*Future Internet Design*), como una arquitectura centrada en el esfuerzo de investigación que se beneficiará de las facilidades de GENI.

En resumen, GENI es una facilidad experimental abierta, a gran escala y realista, que pretende revolucionar la investigación en el campo de las redes globales de comunicaciones. Una meta global de GENI es cambiar la naturaleza del diseño de los

sistemas en red y distribuidos, para moverse desde un modelo completamente empírico a un proceso de diseño rigurosamente comprendido.

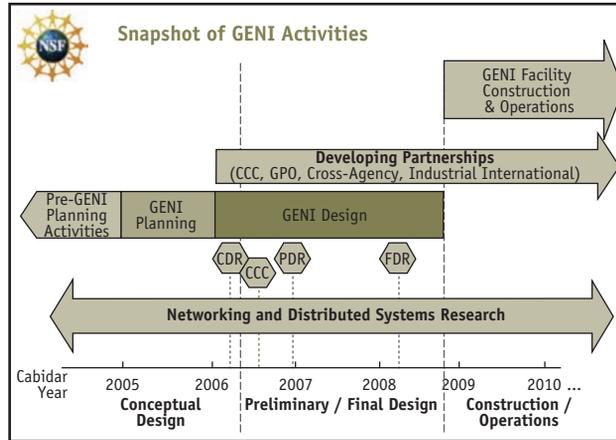


FIGURA 4.5. Resumen de actividades de GENI.

La siguiente figura muestra un esquema del sistema propuesto por GENI:

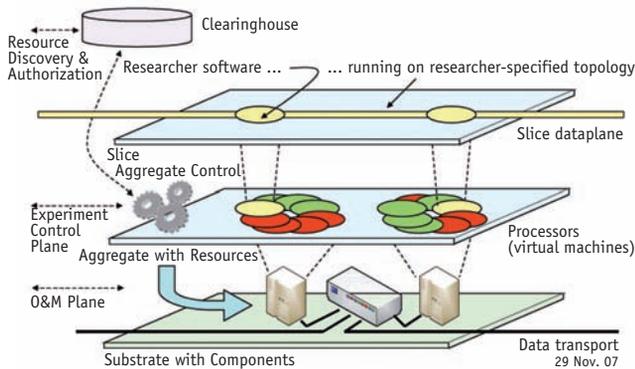


FIGURA 4.6. Sistema propuesto por GENI.

4.2.2 FIND

FIND (*Future Internet Design*) es una iniciativa a largo plazo del programa de investigaciones de la NSF NeTS. FIND invita a la comunidad de investigadores a considerar cuáles deben ser los requisitos para una red global a 15 años vista, y cómo podemos construir esa red si no estamos constreñidos por la Internet actual –si pudiéramos

diseñarla desde cero—. FIND propone investigaciones en el área de arquitectura de redes, principios y mecanismos de diseño, que permitan contestar a estas preguntas.

La filosofía del programa es ayudar en la concepción del futuro, liberándonos momentáneamente de las ligaduras del estado actual de la tecnología de redes. Las investigaciones propuestas por FIND deben abordar preguntas como:

- ¿Cómo podemos diseñar una red que sea fundamentalmente más segura y disponible que la Internet de hoy? ¿Cómo podríamos concebir el problema de la seguridad si pudiéramos empezar desde cero?
- ¿Cómo podrían las funciones de diseminación, gestión de localizaciones o gestión de identidades encajar mejor en una nueva arquitectura de red?
- ¿Cómo podrían interactuar la economía y la tecnología para crear el diseño global de una red futura?
- ¿Cómo podemos diseñar una red que preserve una sociedad libre y abierta?

FIND se centra en el diseño y la arquitectura extremo a extremo no en subredes o tecnología individuales, de tal forma que se pueda reinventar Internet de forma que: mantenga su fuerza, soporte nuevas tecnologías como móviles inalámbricos, sensores y redes ópticas; permita la creación de nuevas aplicaciones y servicios mediante nuevas tecnologías, sea segura, robusta, gestionable, orientada a servicios... y permita la viabilidad económica de diferentes actores.

FIND se organiza en tres fases (exploración, convergencia y experimentación a gran escala), donde la duración de cada fase depende del progreso en las investigaciones. Se estima que cada fase abarcará 3 años mientras se ofrece a los investigadores la oportunidad de aportar propuestas para las fases anteriores se dispone de nuevas y atractivas ideas. Este enfoque interactivo de FIND pretende actualizar FIND y educar a los nuevos investigadores sobre cómo diseñar, construir y desplegar sistemas y arquitecturas a gran escala.

La primera fase del proyecto se centra fundamentalmente en los componentes o partes de una arquitectura como nuevos esquemas de seguridad, nombrar o enrutamiento. FIND se encuentra actualmente (finales 2008) en el tercer año de esta primera fase.

En la segunda fase del programa se insta a los investigadores a formar equipos y proponer arquitecturas de red novedosas utilizando los desarrollos y conocimientos adquiridos durante la primera fase.

Finalmente, la tercera fase de FIND implica la implementación de estas arquitecturas novedosas, creando el código y probándolo antes mediante emulación y simulación y entonces experimentar con ellas mediante redes de escala nacional (de los EE.UU.) con usuarios y datos reales.

Un aspecto interesante de la propuesta FIND son los criterios de éxito definidos. El éxito no se identifica con un único criterio, sino con una variedad de los mismos. Por ejemplo, FIND se considerará un éxito si las investigaciones basadas en él producen una nueva generación de investigadores jóvenes, que piense más creativamente, entienda como diseñar y construir sistemas a gran escala y crear nuevas aplicaciones y servicios.

También se considerará un éxito si tiene un impacto sobre la Internet actual de la misma manera que IPv6 ha actuado sobre IPv4 sin ser realmente desplegado. Si la virtualización realmente funciona y la comunidad investigadora crea una o más arquitecturas nuevas que funcionen en paralelo con la Internet actual. Finalmente, FIND se considerará un éxito si es capaz de producir nuevas arquitecturas que resulten en una nueva Internet que sea tan convincente que reemplace a la Internet actual.

4.2.3 PlanetLab

PlanetLab [17] está formado por un conjunto de ordenadores organizado como un entorno de pruebas para la investigación sobre redes de ordenadores y sistemas distribuidos. Fue creado en 2002 y en junio de 2008 estaba compuesto por 880 nodos y 460 nodos a lo largo de todo el mundo. Cada proyecto de investigación dispone de una “rodaja” o acceso como *máquina virtual* a un conjunto de nodos.

El acceso está limitado a las personas afiliadas a las corporaciones y universidades que alojan los nodos PlanetLab. Sin embargo, sobre PlanetLab se han desplegado diversos servicios públicos gratuitos, incluyendo Codden, el *Coral Content Distribution Network* y Open DHT.

Los experimentos realizados sobre PlanetLab han sido cruciales para la definición de GENI dentro del NFS.



FIGURA 4.7. Nodos actuales de PlanetLab.

4.3 Actividades en Japón

En Japón la principal iniciativa sobre la Internet del Futuro es AKARI (*Architecture Design Project*) [18]. AKARI pretende implementar una red de nueva generación para 2015, desarrollando una nueva arquitectura de red y creando un nuevo diseño de red basado en esa arquitectura. La filosofía de AKARI es la búsqueda de una solución ideal mediante la investigación en nuevas arquitecturas de red desde cero, sin estar limitados por las actuales condiciones de la Internet. La meta de AKARI es crear un diseño novedoso de cómo debe ser la futura red. Para completar esta visión de una red futura embebida como parte de la infraestructura de la sociedad se debe seleccionar cada tecnología fundamental o sub-arquitectura y el diseño global debe simplificarse mediante la integración.

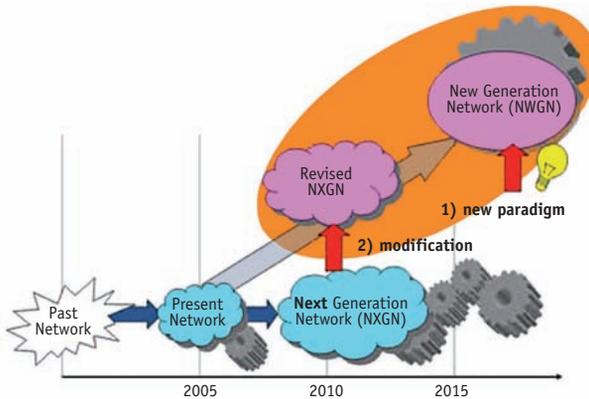


FIGURA 4.8. Planificación de AKARI.

AKARI identifica tres principios fundamentales para el diseño y creación de una arquitectura de red de nueva generación (ver Figura 4.8):

- Principio KISS (*Keep It Simple, Stupid*). Este principio es una guía importante para incrementar la diversidad, extensibilidad y fiabilidad de Internet, de tal forma que se reduzcan las posibles complicaciones que puedan ocurrir. Para soportar el principio KISS se han seleccionado los siguientes criterios de diseño: *End-to-End*, para que la red no se construya orientada a una aplicación o servicio específico; *Crystal Synthesis*, donde la simplificación es la base de la selección e integración de diversas tecnologías; *Common Layer*, donde cada nivel de una red debe ser independiente y mantenible.
- Principio sostenible y evolutivo. La nueva generación de arquitectura de red debe definirse como una red sostenible y que pueda evolucionar y desarrollarse en

respuesta a los requisitos cambiantes. Para ello se han identificado los siguientes principios de diseño: *auto-adaptación*, que permita a la red adaptarse bajo condiciones de desarrollo continuo para tener una red sostenible; *redes robustas* a gran escala, que permitan abordar la complejidad y escala de los sistemas futuros sin ofrecer cuellos de botella o puntos singulares de fallo; *control distribuido y escalable*, que permita tener redes auto-organizadas o redes con topologías variables; *redes abiertas*, que proporcionen a los usuarios facilidades para crear nuevas aplicaciones.

- Principio de conexión con la realidad (*Reality Connection principle*). Muchos de los problemas en Internet ocurren porque las entidades en el espacio de la red están disociados del mundo real de la sociedad. Se pretende integrar estos dos mundos mediante los siguientes principios: separación de direcciones físicas y lógicas, autenticación bidireccional y trazabilidad.

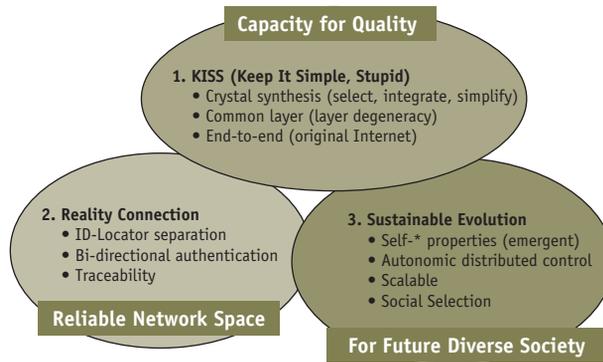


FIGURA 4.9. Principios de arquitectura sostenible de AKARI.

4.4 Actividades en Corea

Dentro de los esfuerzos de Corea, podemos encontrar las siguientes iniciativas: KOREN2, Kreonet, TEIN2, BcN testbeds, PlanetLab y IPv6 (Koreav6).

Estas iniciativas se centran en facilidades experimentales de pruebas de mediana y pequeña escala, mediante redes de prueba separadas, sin redes compartidas ni federadas.

Las actividades de Corea y de otros países de la zona se encuadran dentro del *Future Internet Forum* (FIF), que actúa de foro de puesta en común de las principales iniciativas de Asia.

4.4.1 KOREN

Korean Advanced Research Network (KOREN) es una red de investigación sin ánimo de lucro financiada por el Gobierno y creada en 1995.

4.4.2 FIF

Future Internet Forum (FIF) fue creado en 2006 para promover la colaboración en I+D sobre redes del futuro. Entre sus objetivos está crear comunidades de investigadores sobre: arquitecturas, tecnologías inalámbricas, servicios, políticas y entornos de pruebas. FIF está organizado por el *Open Standards and Internet Association* de Corea.

FIF se organiza en 5 grupos de trabajo: *Architecture Working Group*, *Wireless Working Group*, *Service Working Group*, *Testbed Working Group* y *Policy Working Group*.

4.4.3 TEIN2

TEIN2 (*Trans-Eurasia Information Network*) es la primera red de investigación y de educación a gran escala para la zona de Asia-Pacífico. TEIN2 conecta diez países de la región y proporciona conectividad directa a la europea GEANT2.

TEIN2 enlaza las redes nacionales de China, Indonesia, Japón, Corea, Malasia, Filipinas, Singapur, Tailandia, Vietnam y Australia a velocidades superiores a 1 Gbps. Esta red, a gran escala, pretende cubrir la brecha digital entre diferentes países de la región. Sus routers duales de Asia a Europa proporciona una elasticidad (*resilience*) interregional importante. El centro de Operaciones de la red (NOC) se sitúa en la Universidad de Tsinghu (China).

Esta red está financiada en parte por los programas de ayuda de la Unión Europea.

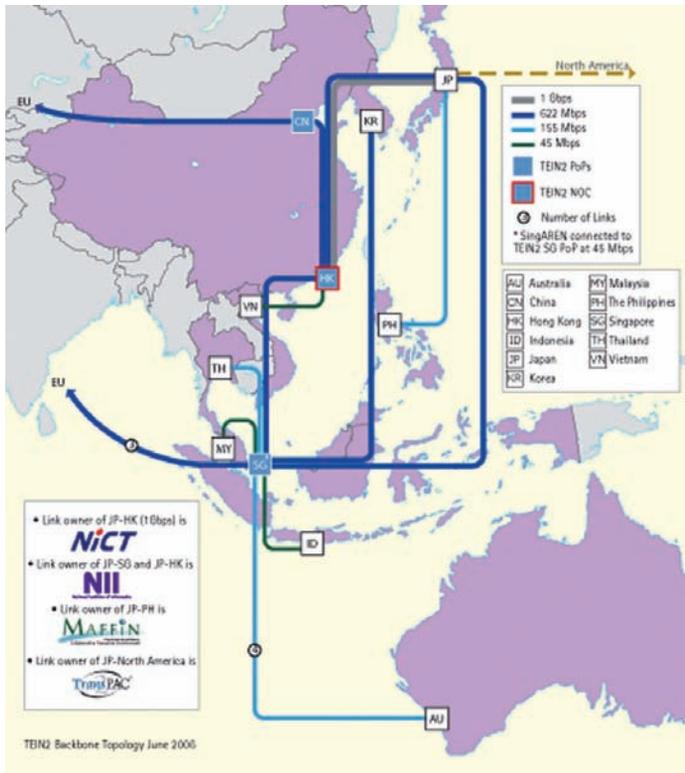


FIGURA 4.10. Red actual de TEIN2.

4.4.4 Koreav6

KOREAv6 es el nombre de un proyecto nacional estratégico iniciado para promover la utilización de IPv6, creado en Corea en 2003. El foco principal de KOREAv6 es popularizar IPv6 y verificar los aspectos funcionales del equipamiento y las soluciones IPv6. Por esto, KOREAv6 conduce servicios piloto IPv6, cuyo objetivo es proporcionar a las instituciones públicas, corporaciones privadas, escuelas y hogares, entre otros, servicios de Internet, P2P, VoD o servicios VoIP sobre redes IPv6.

4.5 Otros

Entre las principales iniciativas para construir una Internet del Futuro, existen otros grandes países que tienen su propio enfoque.

4.5.1 China

China ha construido una red de nueva generación utilizando IPv6 en lugar de IPv4, siendo en este momento líder en esta tecnología. El concepto de red de nueva generación se recoge bajo el término CNGI [14], donde se ha propuesto una estructura de investigación nueva y el desarrollo de métodos especiales para la transición entre las dos generaciones de Internet. Al construir la CNGI, China ha creado la mayor red mundial IPv6 y por primera vez ha desplegado routers IPv6 en escenarios domésticos. China lanzó el proyecto CNGI en 2003 y lo completó en 2005 en su primera generación, la CNGI-CERNET2.

4.6 Organismos internacionales

Además de las iniciativas apoyadas por los estados o grupos de estados, encontramos que el tema de la evolución de Internet o la Internet del Futuro, también se contempla desde diferentes organismos internacionales.

Evidentemente, el IETF (*Internet Engineering Task Force*) es uno de los organismos que mantiene actividades en este sector. Adicionalmente y debido a la proliferación de teléfonos móviles comentamos brevemente los trabajos del 3GPP en cuanto a la evolución de las actuales redes de móviles, lo cual debe ser tenido en cuenta para incluir el punto de vista de las Telcos.

4.6.1 IETF

El IETF es el organismo encargado de desarrollar los protocolos y la arquitectura de Internet. Dentro del IETF encontramos dos grupos que se encargan de los problemas relacionados con la evolución de Internet: el *Internet Architecture Board* (IAB) y el *Internet Research Task Force* (IRTF).

El IAB es a la vez un comité dentro del IETF y un grupo de supervisión de la *Internet Society* (ISOC). Sus responsabilidades incluyen la supervisión de las actividades relacionadas con la arquitectura dentro del IETF y el enlace con organismos externos.

Por otro lado, el IRTF está explícitamente encargado de promover las investigaciones importantes para la evolución de la Internet del Futuro, mediante la creación de pequeños grupos de investigación focalizados y que trabajen a largo plazo. Estos grupos trabajarán en temas relacionados con los protocolos de Internet, las aplicaciones, arquitecturas y tecnologías.

El IETF ofrece elementos puramente tecnológicos para el funcionamiento y evolución de Internet. Estos elementos pueden integrarse dentro de otras redes y servicios, y la evolución de los mismos dentro del IETF es dirigida tanto por consideraciones puramente técnicas, como por requisitos o solicitudes de otros organismos de estandarización, entre los cuales podemos encontrar el 3GPP.

4.6.2 3GPP LTE

3GPP LTE (*Long Term Evolution*) [15] es el nombre asignado a un proyecto para mejorar las normas internacionales de teléfonos móviles UMTS para abordar las futuras evoluciones tecnológicas.

Las metas del LTE incluyen: mejorar la eficiencia espectral, disminuir los costes, mejorar los servicios haciendo uso de nuevos espectros y proporcionando una mejor integración con otras normas. Las nuevas normas producidas por el LTE se incluirán dentro de la Release 8.

La arquitectura resultante de este trabajo se denomina EPS (*Evolved Packet System*) y comprende E-UTRAN (*Evolved UTRAN*) en la parte de acceso y EPC (*Evolved Packet Core*) en el núcleo.

Una parte importante del trabajo a realizar dentro de las actividades del LTE está dedicado a simplificar la arquitectura del sistema, mientras se pasa de una red circuitos UMTS + conmutación de paquetes a una arquitectura de sistema plana completamente IP (*All-IP*).

Podemos decir que 3GPP combina aspectos tecnológicos, pero su base fundamental es la empresarial y económica.

Ya se ha identificado un conjunto preliminar de requisitos para *LTE-Advanced*, que se esperan sea parte de la Release 10 del 3GPP. *LTE-Advanced* será una actualización del software para redes LTE que permita descargas de hasta 1 Gbit/s que soporte completamente los requisitos de 4G. Uno de los requisitos de las redes denominadas "4G" como las LTE es que están fundamentalmente basadas en TCP/IP, los protocolos centrales de Internet, con servicios de alto nivel como voz, vídeo y mensajería construidos sobre ellos.

CAPÍTULO 5

Las empresas españolas frente a la Internet del Futuro

5.1 Introducción (PÁG. 72)

5.2 La visión de las empresas españolas (PÁG. 74)

5.1 Introducción

La importancia que está adquiriendo la Internet del Futuro se manifiesta en la intensa actividad de I+D que se está desarrollando en este campo, tanto mediante iniciativas privadas, como a través de los principales programas de investigación internacionales. En Europa, la Internet del Futuro ha irrumpido con gran fuerza, generando grandes expectativas (<http://www.future-internet.eu/>), con el *Challenge 1* del Programa ICT del Séptimo Programa Marco dedicado por completo a esta línea. La Comisión Europea es consciente del potencial estratégico de esta temática que, como hemos visto, no sólo se refiere a las tecnologías de infraestructura que soportan la red, sino también a aquellas tecnologías y conceptos que favorecen su desarrollo y explotación, permitiendo un mayor y mejor aprovechamiento de los recursos que Internet ofrece: nuevos servicios, nuevas experiencias de usuario, nuevas formas de interacción, desarrollo de aplicaciones disruptivas, movilidad y ubicuidad, o diferentes modelos de negocio.

En marzo de 2008, durante una conferencia organizada por la Dirección General de Sociedad de la Información y Media de la Comisión Europea que tuvo lugar en Bled (Eslovenia), se sentaron las bases de lo que será la Aproximación Europea a la Internet del Futuro ("[Towards a European approach to the Future Internet](#)") [16], en lo que se ha llamado la "Declaración de Bled". En dicho marco, se establecieron las seis grandes áreas que engloba la Internet del Futuro, que ya hemos comentado: Red del Futuro, Internet de los Servicios, Internet de las Cosas, Internet por y para las personas (Seguridad de las Infraestructuras), Internet del Conocimiento (Tecnologías audiovisuales y 3D Internet), e Infraestructuras Experimentales, alrededor de las cuales se han aprobado ya gran cantidad de proyectos.

En paralelo, diversas Plataformas Tecnológicas Europeas, NEM (*Networked & Electronic Media*), ISI (*Integral, Satcom Initiative*), eMobility (*Mobile and Wireless Communication*), NESSI (*Networked European Software & Services Initiative*) y EPOSS (*Smart System Integration*), que soportan dicha Declaración, comenzaron también a trabajar de forma coordinada de cara al medio-largo plazo, diseñando un plan de acción para los próximos años. Con tal fin, están trabajando principalmente en dos acciones. Por un lado, la elaboración de un documento de visión sobre la Internet del Futuro de los próximos años, que focalice las fortalezas y potencialidades europeas, defina los retos (tecnológicos y no tecnológicos), así como los aspectos estratégicos a considerar, con el fin de mejorar el posicionamiento de la I+D europea frente al resto del mundo, así como de establecer los marcos de inversión necesarios para desarrollar con éxito la Internet del Futuro, infiriéndose ésta como catalizadora de los avances de la sociedad, de la satisfacción de las necesidades de los ciudadanos y como dinamizadora del crecimiento económico.

Este documento se centra en cuatro pilares: Internet de los Servicios Cooperativos, Internet de las Cosas, Internet para el Conocimiento e Internet por y para las personas/comunidades. Estos pilares estarán soportados por una infraestructura tecnológica y red de comunicación adecuadas: la Red del Futuro.

Por otro lado, se está trabajando en la redacción de una Agenda Estratégica de Investigación a nivel europeo (SRA, *Strategic Research Agenda*) que guíe el desarrollo de la Internet del Futuro en Europa. Para ello se están definiendo los grandes “topics”, destacando las comunicaciones inalámbricas (4G, 5G, M2M, NFC,...), Web 3.0, motores de búsqueda (texto, imágenes, vídeo, personalización), comunicaciones 3D, virtualización de redes, etc. En resumen, aquellas tecnologías o conceptos tecnológicos por los que Europa debe apostar y en los que debe invertir sus recursos.

En este contexto, España está trabajando con las principales potencias e instituciones europeas en la elaboración de ambos documentos, que redundarán en la obtención de la estrategia a seguir en los próximos años, identificando los temas clave a tratar para liderar esta revolución que está teniendo lugar, y conseguir que Europa se posicione adecuadamente.

Dentro de España, movimientos similares han tenido lugar. Empresas e instituciones españolas, a través de las Plataformas Tecnológicas eNEM (Tecnologías audiovisuales en red), eMOV (Comunicaciones inalámbricas), eSEC (Seguridad y confianza), eISI (Comunicaciones por satélite), eVIA (Tecnologías para la vida independiente y la accesibilidad), PROMETEO (Sistemas con Inteligencia Integrada) e INES (Iniciativa Española de Software y Servicios), están creando una nueva Plataforma Tecnológica Española, sobre Internet del Futuro, que aúne esfuerzos y reúna a los agentes más relevantes del sector.

Adicionalmente, la FIA celebró su segunda Asamblea ([Future Internet Assembly](#)) en Madrid los días 9 y 10 de diciembre de 2008. La Asamblea fue organizada por la Universidad Politécnica de Madrid, y durante su celebración se presentaron todos los proyectos relacionados con la Internet del Futuro aprobados en las convocatorias de la Call 1 y 2 del FP7. Sin solución de continuidad, los días 11 a 13 de diciembre, tuvo lugar el [Service Wave](#), foro que reunió a expertos investigadores y empresas de toda Europa, para discutir sobre las innovaciones, tendencias y retos de la Futura Internet de Servicios. La organización en España de los dos eventos más importantes a nivel europeo en esta temática da idea de la implicación de nuestro país en esta temática.

5.2 La visión de las empresas españolas

Son las empresas, junto con los centros de investigación y organismos públicos y privados, los que finalmente más contribuyan al desarrollo de la Internet del Futuro. Por lo tanto, es de crucial importancia conocer la posición estratégica de las empresas que pueden participar en este desarrollo y explotación. Con este fin, se ha realizado una encuesta de opinión dirigida a todas las entidades, tanto empresas como institutos de AETIC, que mostraron interés, junto a otras organizaciones directamente relacionadas con la Internet de Futuro.

5.2.1 Perfil de las entidades encuestadas

Las empresas que han colaborado en el informe, contribuyendo a su enfoque y aportando su visión a través de esta encuesta, aparecen en el anexo II. Se dispone en total de 20 aportaciones de 17 instituciones con distinto perfil, aunque predomina el empresarial. Si consideramos las áreas temáticas definidas por el “Challenge 1” del Séptimo Programa Marco (Red del Futuro; Servicios, software y recursos; Aplicaciones de empresas; Seguridad de las infraestructuras y servicios; Tecnologías audiovisuales en red y 3D; Infraestructuras experimentales), observamos que el área más popular para la mayoría de las entidades encuestadas para encuadrar su actividad es la de “Servicios, software y recursos” (aproximadamente un 30%). Este dato se deriva directamente del hecho de que se trata de la actividad TIC más común entre las empresas españolas. Sin embargo, debemos destacar que las empresas no se inscriben en una única área, sino que tratan también algunas de las otras áreas englobadas en dicho “Challenge”.

Por otro lado, si consideramos el porcentaje de actividad que, en promedio, dedican las entidades a la Internet del Futuro, se obtiene que un 50% de sus actividades a día de hoy está relacionado con estas tecnologías, mientras que pretenden incrementar este porcentaje a casi un 60%. La apuesta parece clara. Este valor es un promedio y debe entenderse como tal, ya que algunas empresas afirman dedicar ya el 100% de su actividad a esta temática.

5.2.2 Resultados

Una vez descrito brevemente el perfil de las entidades, se va a proceder a presentar los resultados del cuestionario, de forma agregada, teniendo en cuenta que se ha considerado la nomenclatura representada en la siguiente figura. Asimismo, en el Anexo I se incluye el cuestionario realizado.

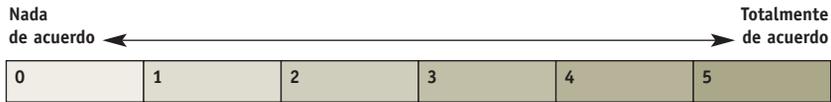


FIGURA 5.1. Leyenda de las gráficas.

En primer lugar comentamos las Figuras 5.2, 5.3 y 5.4, que corroboran que la investigación en las tecnologías de soporte a la Internet del Futuro es clave para que España y Europa incrementen su competitividad, afirmación con la que están de acuerdo todas las empresas, que apuestan por que su desarrollo será de gran importancia de cara a aumentar nuestra competitividad frente al resto de países, al mismo tiempo que mejoran sus propias oportunidades de negocio. Esto demuestra que las entidades creen en la IdF como una magnífica oportunidad de negocio para todos.

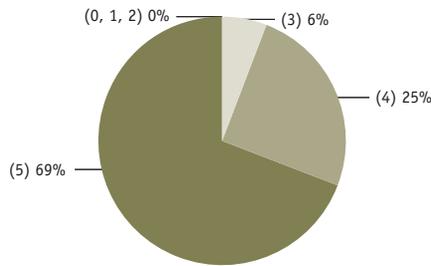


FIGURA 5.2. ¿Es la IdF clave para que España mejore su competitividad (5) o no lo es (0)?

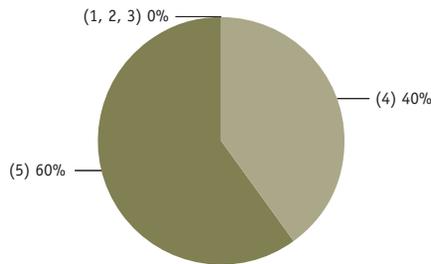


FIGURA 5.3. ¿Es la IdF una oportunidad para incrementar negocio para su empresa (5) o no lo es (0)?

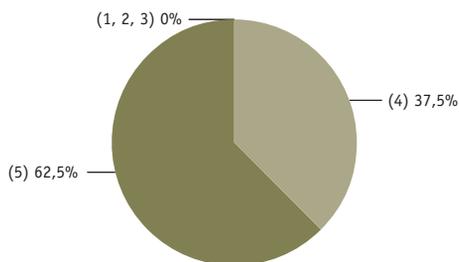


FIGURA 5.4. Para incrementar la competitividad del sector en España ¿es la IdF una oportunidad (5) o no lo es (0)?

Sin embargo, a pesar de la gran oportunidad que representa, parece que las entidades encuestadas no se sienten totalmente respaldadas por los instrumentos actuales a nivel nacional de apoyo a la Internet del Futuro, como demuestra la figura siguiente, en la que la un 46% de las empresas opinan que nos son buenos (2,1,0), mientras que un 50% manifiesta que está medianamente de acuerdo con los programas de financiación actual.

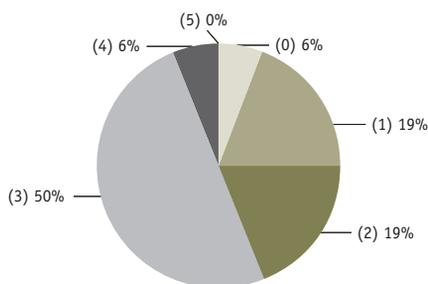


FIGURA 5.5. Los programas nacionales de apoyo a la IdF, ¿son adecuados (5) o no (0)?

Si nos centramos ahora en la evaluación del actual modelo de negocio de Internet, las entidades opinan que no es un éxito completo, sino que requiere la introducción de muchas mejoras, aunque su funcionamiento actual no es malo, como indica la Figura 5.6. Sobre cómo mejorarlo, es decir, si debe evolucionar de forma natural, o si requiere de un cambio, con el esfuerzo adicional que eso supone, las entidades piensan que la Internet es, sin duda, un grupo de tecnologías que requiere de un esfuerzo e inversión sólida, un cambio más allá de una natural evolución en el que cada año se mejora un poco la infraestructura y añaden nuevos servicios. Los encuestados piensan que esta nueva Internet requiere de un paso más disruptivo, que corte con la evolución natural y vaya más allá.

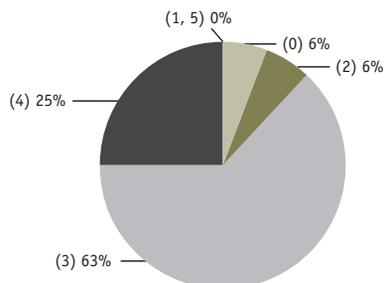


FIGURA 5.6. ¿Es el actual modelo de negocio en Internet un fracaso (0) o un éxito (5)?

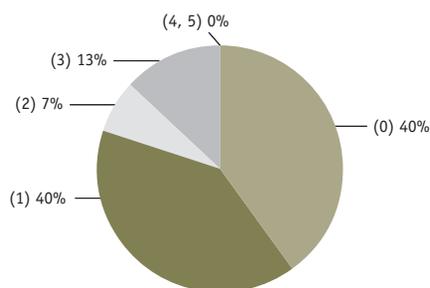


FIGURA 5.7. ¿Debe acometerse la IdF con un enfoque evolutivo (5) o disruptivo (0)?

Ratificando lo anterior, el 80% de las entidades piensan que el cambio que necesita Internet es profundo, lo suficientemente profundo como para tener que reinventarse. Queda patente por tanto que para la mayoría de los encuestados, aunque el actual modelo de Internet funciona bien, es necesario un gran cambio para afrontar los próximos retos a los que nos enfrentamos, y para los cuáles el actual modelo no es válido.

En realidad existe un intenso debate entre los expertos en relación a esta cuestión. Así por ejemplo, el grupo de trabajo de la Internet del Futuro en Francia, concluyó [20] que el enfoque debe ser esencialmente evolutivo, y pone como ejemplo de experiencia previa el *clean-slate design* de ATM, pero al mismo tiempo considera que debe aumentarse la inversión en investigación disruptiva.

Desde nuestro punto de vista, si se desea efectuar un salto importante en la tecnología y servicios de Internet, hay que deshacerse completamente de los corsés de las arquitecturas y tecnologías actuales a todos los niveles, y después identificar cómo rehacer o evolucionar la Internet actual para incorporar lo nuevo.

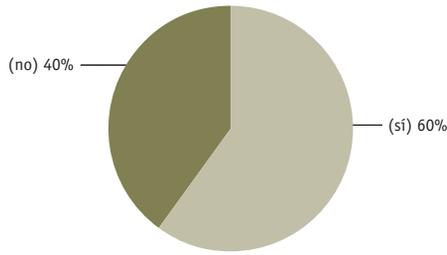


FIGURA 5.8. *¿Debe reinventarse la Internet completamente?*

Uno de los puntos más controvertidos en relación a ese cambio, viene dado por el debate sobre la neutralidad de la red. Aunque la mayoría piensa que sí es necesario romper esta neutralidad, también en este punto las opiniones están bastante divididas, en línea con el gran debate a nivel mundial sobre la conveniencia [21] o no [22] de mantener la denominada *net neutrality*.

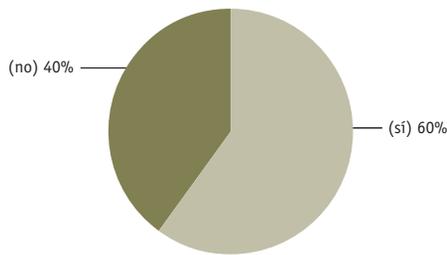


FIGURA 5.9. *¿Es necesario romper la net neutrality?*

Por último, en relación al grado de influencia que deben tener los distintos actores presentes en la cadena de valor de la Internet del Futuro, de cara a su diseño y planificación, las entidades piensan que quien más debe influir en el diseño de la IdF deben ser los usuarios, ya que al fin y al cabo son los que van a utilizar y quienes deciden en último término el éxito o fracaso de una aplicación. Debemos destacar que los usuarios no son únicamente las personas individuales que manejan Internet en el desarrollo de su actividad personal o profesional, sino también las grandes y pequeñas empresas que pueden hacer uso de las facilidades que la red ofrece, beneficiándose de sus nuevas funcionalidades y mejores infraestructuras.

Después de los usuarios, empatados en el segundo lugar, aparecen los operadores de telecomunicación y los proveedores de contenidos, es decir, los agentes encargados de mantener y explotar la red de transporte óptico e IP, y de aportar sus contenidos.

En último lugar aparecen los fabricantes de equipos y software, y la administración pública.

Debemos resaltar que todos los encuestados consideran de gran importancia a todos los actores citados, y aquí hemos añadido únicamente las matizaciones hechas.

Finalmente, mostramos en la siguiente figura las áreas de mayor interés de las empresas, para participar en proyectos relacionados con la Internet del Futuro.

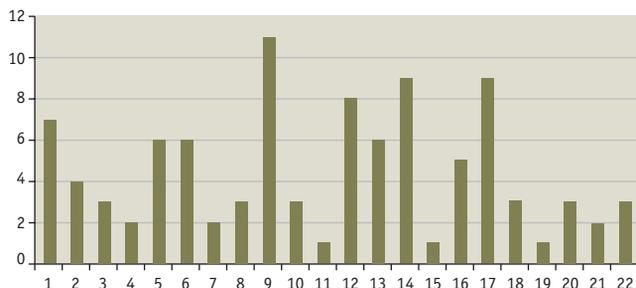


FIGURA 5.10. Áreas de interés de las empresas.

Leyenda	Interés de las empresas en participar en proyectos relacionados con...
1	Seguridad y confianza: autenticación de terminales y usuarios
2	Mejora de privacidad
3	Red de acceso
4	Red de transporte
5	Disponibilidad y fiabilidad de la red y los servicios
6	Servicios multimedia en el hogar
7	Contenidos digitales gratuitos universales
8	Nuevos contenidos y métodos de pago
9	Movilidad: acceso a Internet ubicuo inalámbrico
10	Integración con redes vehiculares
11	Entornos de realidad virtual distribuidos
12	Interfaces amigables
13	Convergencia: TV-telefonía-Internet
14	Inteligencia ambiental
15	Libertad y participación ciudadana
16	Hogar digital
17	Salud y bienestar
18	Entretenimiento: juegos, etc.
19	Soporte de trabajo en casa
20	Redes privadas
21	Seguridad ciudadana
22	Aplicaciones militares

TABLA 5.1. Leyenda Figura 5.10.

Si se dispone la información en forma de ranking, vemos cómo la movilidad es el área que más interés despierta, ya que casi el 65% de las empresas la han elegido entre las diferentes opciones. Destaca que en segunda y tercera posición están empatadas la inteligencia ambiental y las aplicaciones relacionadas con la salud, temáticas en las que España está bien posicionada.

Área de interés	% empresas
Movilidad: acceso a Internet ubicuo inalámbrico	64,71%
Inteligencia ambiental	52,94%
Salud y bienestar	52,94%
Interfaces amigables	47,06%
Seguridad y confianza: autenticación de terminales y usuarios	41,18%

TABLA 5.2. *Ranking de áreas de interés.*

En cambio, las áreas que menos interesan a las empresas encuestadas son los entornos de Realidad virtual distribuidos, Libertad y participación ciudadana y el Soporte de trabajo en casa.

También destacan la áreas adicionales a las propuestas en la encuesta como: Rol activo y social de las personas, y Formatos mixtos/web 3D. Algunos expertos vinculan el desarrollo del concepto de Web 3.0 con la interacción en 3D [22], entre otras posibles novedades.

5.2.3 Opiniones de los expertos

A continuación reflejamos buena parte de las opiniones particulares de los expertos encuestados. Por supuesto, no se trata de una revisión exhaustiva, sino que se citan aquellas más representativas.

Visión general de su empresa respecto a la Internet del Futuro:

La visión de las empresas que han respondido coincide unánimemente en la importancia estratégica de la Internet del Futuro en su sector y especialmente desde las carencias de la Internet actual. Se observan diferentes enfoques si la empresa es del sector TIC, en cuyo caso la visión se centra más en tecnologías específicas, o si se trata de fundaciones o empresas de servicios, en cuyo caso se enfatiza la transferencia tecnológica a otras empresas, y el desarrollo de servicios para el usuario final.

De entre todas las opiniones, destacamos las siguientes:

Aránzazu Sanz Merino / TST Sistemas: “Debido a la creciente demanda tanto de servicios como de número de dispositivos conectados, así como a la introducción de conceptos como movilidad y ubicuidad a la hora de acceder a la red, creemos necesario adoptar las medidas necesarias y efectuar un re-diseño completo que supla las deficiencias del diseño inicial de la misma”.

Alejandro Sánchez-Rico de las Heras / Ártica Telemedicina: “La Internet del Futuro abre nuevos caminos para alcanzar los objetivos que cada ciudadano se propone diariamente o en la vida. Ocio, compras y consumo, relaciones, trabajo, etc. ven modificar su patrón establecido hoy en día y, con lo que está por llegar, aún más. Por lo tanto en mi opinión la Internet del Futuro abre muchos caminos en distintos sectores de la sociedad lo que supone un cúmulo enorme de oportunidades para empresas de ofrecer a la sociedad nuevos servicios, nuevas soluciones. Actualmente en la sociedad libre y democrática de muchos países es en última instancia el usuario final el que decide el valor de las cosas. Las adquiere o utiliza, o no. Igualmente en Internet lo sigue siendo ahora y lo seguirá siendo en el futuro. Puede ser necesario un apoyo para el desarrollo de ciertos servicios muy innovadores y en este punto entran los apoyos de las ayudas nacionales o internacionales, pero será finalmente el usuario el que le ponga el sello de ser un servicio útil o de un derroche de inversión por su escasa utilidad”.

Xabier G. Kortazar / Fundación Tekniker: “El acceso a servicios (ya no serán aplicaciones) será ubicuo, adaptado a nuestro perfil, conocimientos, ubicación, periférico y modo de acceso. Estos servicios se hallarán en todas partes, y su configuración, integración e interoperabilidad serán transparentes para el usuario. La seguridad irá integrada y nos autenticaremos en un solo sitio mediante huellas, iris o lo que sea. Por otra parte, los sistemas serán capaces de entendernos, y serán capaces de contestar a nuestras preguntas más precisamente, basado todo ello en la web semántica”.

Fco. Javier Herrera Lotero / ROBOTIKER-Tecnalia: “Nuestra empresa lleva bastante tiempo potenciando diversos aspectos que van a confluír en Internet del Futuro como la conectividad de los dispositivos, AmI o la ubicuidad, sin dejar de lado la orientación netamente a negocio, tanto en la opción de las empresas como suministradores de un nuevo mercado como en la de utilización en las empresas industriales para mejorar los procesos”.

Juan José Galán-Vega / Gesfor: “En un mundo cada vez más globalizado la Internet del Futuro representa la materialización de la globalización en términos tecnológicos influyendo en todos los aspectos de la sociedad. La Internet del

Futuro se convierte en la base para el desarrollo social, económico e investigador en red. En definitiva será la nueva generación de 'utilities' del mercado.

Para ello es necesario poner de manifiesto las limitaciones de Internet en los tiempos actuales (Internet Actual) tanto en cuestiones de aprovechamiento tecnológico como en posibilidades de explotación de sistemas y servicios. El análisis pormenorizado de estas limitaciones pondrá de manifiesto las nuevas oportunidades que la Internet del Futuro pondrá a disposición de ciudadanos, administraciones públicas y empresas".

Miguel Angel López / SATEC: "Área aún poco definida en cuanto a objetivos y líneas de desarrollo, pero que suscita mucho interés y expectativas debido a la evolución de Internet desde sus comienzos hasta la actualidad".

Marcelo Bagnulo / IMDEA Networks: *"The Future Wireless Internet will be a pervasive, ubiquitous, and mobile networking service, allowing 'anytime, anywhere' connectivity having evolved away from the Internet's current, mainly wired, nature. An enormous variety of wireless gadgets – such as PDAs, smartphones, as well as presentation, sensor, actuator, and other devices – will be interconnected as well as being connected to the fixed infrastructure. The proliferation of wireless devices will supersede the current prevalence of the personal computer. Finally, a new generation of applications will emerge to exploit the new possibilities opened up by the Future Wireless Internet. IMDEA Networks exists to make this vision a reality"*.

Antonio Manuel Campos López / Fundación CTIC: "Los centros tecnológicos, y CTIC en particular, deben constituirse como una pieza fundamental de la competitividad empresarial. Están, por tanto, obligados a participar activamente en todas las iniciativas tecnológicas susceptibles de convertirse en un motor para la industria del sector en el que trabajan. Participar en la definición de la 'Internet del Futuro' no sólo permitirá a CTIC estar a la vanguardia tecnológica sino definir, en beneficio del tejido empresarial español, un medio que sin duda proporcionará incontables oportunidades de negocio para el sector TIC español".

Guillermo Gil Aguirrebeitia / ROBOTIKER-Tecnalia: "Las sociedades que participaron en la creación de Internet o las comunicaciones móviles son hoy día las más avanzadas. Existe una correlación entre participación en la construcción de la Sociedad de la Información y progreso. Hace falta una estrategia conjunta público-privada que permita a las empresas españolas y agentes de I+D tomar un rol mucho más 'activo' en la creación de la Futura red Internet, más allá de su promoción y uso. Esta estrategia debe contemplar la priorización de determinados campos, la metodología de cooperación y fomento

de investigación experimental, la constitución de una identidad única y diferenciada, y la difusión a toda la sociedad, de manera que se perciba la inversión en el desarrollo de la Internet del Futuro como una de las mejores opciones para afrontar los retos sociales en términos de productividad, sostenibilidad o calidad de vida”.

Sergio García Caso / Treelogic: “Conceptos como servicios ubicuos, información contextual, sensibilidad al contexto, entornos digitalmente aumentados... así como la necesidad de un diseño centrado en el usuario y la infraestructura para permitir al usuario convertirse en un generador de servicios ponen en evidencia la necesidad de actividades de I+D+i en la ‘Internet del Futuro’. En Treelogic tenemos claro que la innovación es la piedra angular de nuestro proyecto, y la base del crecimiento. Por ello, en este nuevo reto que supone la ‘Internet del Futuro’ la empresa quiere mantener un papel activo”.

José Miguel Alonso Martín / Ericsson: “Calidad de Servicio garantizada. Pago por servicio..., no más modelo de todo gratis. Mejores servicios proporcionados por los operadores para hacer de Internet fija y móvil un servicio universal, de ámbito global que llegue a todo el mundo y con una calidad garantizada”.

José Mora / Thales Alenia Space España: “Es de sobra conocido que la concepción actual de Internet está llegando a la saturación debido a problemas de crecimiento de las redes, sobrecarga en el tráfico, límite en el direccionamiento, proliferación de subredes, etc. Según la comunidad de expertos, se puede acometer el problema de dos formas: solución evolutiva, que trataría de evolucionar la arquitectura actual, o la solución exploratoria, en la que se partiría de cero en la nueva arquitectura.

En ambos casos, es necesario considerar las redes inalámbricas como parte fundamental de la solución, y en la que los sistemas de comunicación por satélite tienen un papel fundamental, debido a sus peculiares características de cobertura de amplias áreas de población.

En este sentido, Thales Alenia Space España tiene mucho interés en que este tipo de sistemas formen parte de la nueva Internet del Futuro, como solución ágil, probada y abordable de manera inmediata, tal y como se demuestra en los últimos sistemas multimedia operativos actualmente”.

Stefan Schuster y Jon Mikel Rubina / Fundación European Software Institute (ESI): “El crecimiento hacia la Internet del Futuro estará marcado por un incremento en la calidad de los servicios ofrecidos y una consecuente mayor confiabilidad de éstos. En consecuencia, esto capacitará nuevos procesos online en ámbitos multidisciplinares. Esta calidad vendrá dirigida por un seguimiento

metodológico de los procesos de negocio (incluso en el ámbito open source) y la adecuada combinación de estándares, metodologías y herramientas.

Tecnológicamente, vemos el pilar de evolución hacia la Internet del Futuro consistente en una plataforma de servicios estandarizada que permita la integración de una gran cantidad y diversidad de servicios. Bajo dicha plataforma, será posible la construcción de nuevos modelos de negocio y la innovación empresarial con nuevos servicios. El factor principal de este pilar es el descubrimiento de las arquitecturas adecuadas a las demandas futuras: interoperabilidad, sensibilidad al contexto, diversidad de dispositivos, usuario proveedor o el paradigma 'sistema de sistemas', entre otros".

Oportunidades estratégicas que cree que la investigación en la "Internet del Futuro" puede ofrecer a su empresa:

Las empresas ven en la Internet del Futuro una oportunidad de transferencia tecnológica y de negocio en sus distintos ámbitos de actividad, pero observan una gran indefinición en la idea aún identificando grandes áreas de negocio.

Xabier G. Kortazar / Fundación Tekniker: "Desarrollo de interfaces multimodales, desarrollo de servicios autoconfigurables e integración de la web semántica".

Ana Ayerbe Fernández-Cuesta / ROBOTIKER-Tecnalia: "La conceptualización y desarrollo de nuevos productos y servicios relacionados con la Internet del Futuro que pueda dar lugar a su transferencia hacia las empresas de diferentes sectores y a la creación de nuevas empresas de base tecnológica".

Juan José Galán-Vega / Gesfor: "La investigación en la Internet del Futuro puede significar un nuevo paradigma en el desarrollo tecnológico de las empresas TIC. Las necesidades y limitaciones actuales de la tecnología se convierten en oportunidades de negocio en el futuro. Por tanto, en la medida en que las empresas TIC nos sintamos partícipes de las necesidades futuras de los usuarios (*demand-pull*), haciéndoles participar en los procesos investigadores e innovadores, podremos conseguir resultados tecnológicos más próximos al mercado. De la misma manera, la investigación básica en Internet (*science-push*) nos permitirá plantear modelos alternativos de desarrollo que podrán ser analizados de forma crítica por el mercado y abrirán nuevas etapas en la transferencia tecnológica al mercado".

Roberto Pérez Marijuán / VISUAL PUBLINET: "Incremento de la productividad y posibilidad de trabajar desde lugares remotos por parte de diferentes personas en un mismo proyecto; mejor gestión de la información; mayor seguridad; nuevos mercados".

Antonio Manuel Campos López / Fundación CTIC: “El conocimiento temprano derivado de la participación de CTIC en la investigación en la Internet del Futuro se traducirá principalmente en servicios a empresas (asistencias técnicas y provisión de tecnologías), a administraciones (participación en la definición de políticas tecnológicas) y a organismos de estandarización (CTIC alberga la oficina española del W3C y participa activamente en la definición de estándares relacionados con la Web)”.

Wendy Moreno / Apif Moviquity: “Puesto que aún no está claro cuál será la evolución de Internet del Futuro, y cada uno la imagina-visiona a su manera, nosotros pensamos que las oportunidades estratégicas se basan en el impacto que las tecnologías móviles seguirán experimentando en la Internet del Futuro, además de como se ha dicho anteriormente, en nuevas interfaces, plataformas e infraestructuras (TDT, 3D, HDTV, DBV-H, son ejemplos de temas en los que nosotros prevemos un gran impacto para las actividades de nuestra empresa)”.

Guillermo Gil Aguirrebeitia / ROBOTIKER-Tecnalia: “Como entidad de Investigación y transferencia de tecnología, consideramos que el ‘momento’ en torno a la Internet del Futuro es una enorme oportunidad para desarrollar un sector de servicios avanzados y para apoyar a sectores tradicionales y emergentes”.

Sergio García Caso / Treelogic: “Formar parte activa en la investigación en la ‘Internet del Futuro’ puede significar para Treelogic distintas oportunidades como por ejemplo: – Previsión de tendencias en tecnologías TIC, – Know-How en tecnologías que próximamente estarán presentes en Internet, – Adaptación de productos y servicios de la empresa a la ‘Internet del Futuro’, – Diseño de servicios de alto valor añadido, – Soluciones TIC innovadoras que resuelvan problemas de nuestros clientes”.

Javier María Torres / Ericsson: “Proporcionar la infraestructura para que servicios en Internet se beneficien de gestión de identidades, calidad de servicio, etc.”.

José Mora / Thales Alenia Space España: “La investigación en la Internet del Futuro puede brindar para Thales Alenia Space España oportunidades en sistemas por satélite multimedia con procesado a bordo, y su integración con las redes terrestres como un nodo más de la red, de tal manera que el usuario final no sea capaz de saber la ruta por la que se está comunicando.

Asimismo, todos los aspectos relacionados con la interactividad en los servicios multimedia tienen cabida en dichos sistemas, sirviendo como canal de retorno y estableciendo el concepto de comunicación bidireccional en tiempo real.

El concepto de movilidad, como paradigma de las comunicaciones inalámbricas, debe ser fomentado y los sistemas vía satélite tienen un papel fundamental en la recepción (y transmisión) de la información, independientemente del vehículo utilizado: usuario a pie, en trenes, coches, aviones...”.

Principales áreas de aplicación (movilidad, salud, transporte, ocio, etc.) y desarrollo de la “Internet del Futuro” en la actividad de su empresa:

Multimedia, movilidad, sanidad, logística, procesos industriales, medio ambiente, ocio y seguridad vial, son las principales áreas de desarrollo de la Internet del Futuro para la mayoría de empresas. A destacar que la investigación en nuevas arquitecturas de seguridad se menciona en contadas ocasiones, siendo éste uno de los temas claves identificados en las distintas iniciativas institucionales.

Begoña Beobide Azpeitia / Vicomtech: “Destacamos sectores como el del Turismo, el del ocio y entretenimiento, y el audiovisual..., como sectores a los que más afectará el cambio tecnológico esperado con la nueva Internet del Futuro”.

Aránzazu Sanz Merino / TST Sistemas: “Principales áreas de aplicación: servicios en movilidad, aplicaciones de identificación RFID, servicios de localización y tele-asistencia sanitaria”.

Alejandro Sánchez-Rico de las Heras / Ártica Telemedicina: “La ubicuidad en el acceso a los servicios y las nuevas posibilidades que abre la Internet del Futuro para ofrecer utilidades y aplicaciones dentro de todos los sectores son las principales áreas de interés en nuestra empresa. El sector sanitario y otros muchos sectores evolucionarán a un nuevo formato creando una nueva cadena de valor en la que nuestra empresa puede también aportar su grano de arena”.

Tomás de Miguel / Red.ES: “Desarrollo de la administración electrónica, nuevas tecnologías y servicios para la e-Ciencia, nuevas formas de educación, nuevos servicios de información para el ciudadano”.

Xabier G. Kortazar / Fundación Tekniker: “*Manufacturing*, salud (tecnología social) y transporte inteligente”.

Fco. Javier Herrera Lotero / ROBOTIKER-Tecnalia: “Cadena de suministro, tecnologías asistivas, transporte, turismo y seguridad”.

Ana Ayerbe Fernández-Cuesta / ROBOTIKER-Tecnalia: “Nuestro interés se centra en el sector de la Sociedad de la Información y en las aplicaciones sectoriales al sector Logístico, y al de Turismo, Ocio y Entretenimiento”.

Juan José Galán-Vega / Gesfor: “Respecto a mercados, la Internet del Futuro representa un foco de interés importante en mercados como la integración de la vida independiente de mayores y discapacitados, la banca y su proximidad al usuario final, el turismo y su oferta al ciudadano basada en elementos tecnológicos, la educación y los elementos multimedia de fomento de la explotación de contenidos, por poner algunos ejemplos. Respecto a investigación básica, posiblemente la movilidad y la seguridad son dos de los puntos de interés relevantes para nuestra organización”.

Miguel Ángel López / SATEC: “Nuestra experiencia y ámbito de aplicación cubre prácticamente todas las áreas de aplicación: Multimedia, Movilidad, Sanidad, Industria, Medio Ambiente, etc.”.

Roberto Pérez Marijuán / VISUAL PUBLINET: “Organización empresarial, Acceso y gestión de la información, Movilidad”.

Marcelo Bagnulo / IMDEA Networks: *“We have identified what we consider are the major research challenges to be studied in IMDEA Networks. These research challenges are the following: Content Distribution Networks; Pervasive Internet Access; Security and Privacy; Resilient Scalable Network Control; Alternative business models.*

All of these aspects will be addressed by trying to find new and disruptive solutions, with the objective of leading to new or alternative business models in most cases. Each challenge presents complex problems to be dealt with, and relevant areas to work into”.

Antonio Manuel Campos López / Fundación CTIC: “Las TIC se aplican en la actualidad a la mayoría de los sectores productivos para dar valor añadido a los productos generados, por lo que las áreas de aplicación son numerosas. Citar, como ejemplo, que el conocimiento derivado de nuestra participación en la Internet del Futuro podría aplicarse a la obtención de dispositivos que mejoren la seguridad vial (nuevos sistemas de comunicación entre vehículos que permitan la detección temprana de situaciones de peligro en la vía y el asesoramiento al conductor), el envejecimiento de la población (sistemas de monitorización y soporte remoto para que personas mayores puedan llevar una vida independiente) hasta nuevas formas de redes sociales y modelos de negocio basados en el concepto de que los usuarios no sólo consumen sino que pueden proveer contenidos y servicios”.

Wendy Moreno / Apif Moviquity: “Movilidad de forma horizontal, por lo que la aplicamos en campos como la salud, e-Inclusion, seguridad, transporte, medio ambiente, etc.”.

Guillermo Gil Aguirrebeitia / ROBOTIKER-Tecnalia: "Consideramos que Internet tiene un efecto multiplicador en todas las disciplinas. Nuestro interés se prioriza en el propio hiper-sector de Telecomunicaciones y Sociedad de la Información, aunque para ello sea preciso combinar visiones interdisciplinares de los mundos de la salud, transporte, ocio, etc."

Sergio García Caso / Treelogic: "– Movilidad, Sector Salud (<http://rfid.treelogic.com>), Transporte (www.ewhere.es), Turismo (www.etour.es), Administraciones Públicas, Sector Banca, eInclusion (<http://einclusion.treelogic.com>)".

José Miguel Alonso Martín / Ericsson: "Salud, movilidad, seguridad, tele-trabajo".

Javier María Torres / Ericsson: "Movilidad, salud, identidad digital y gestión del usuario, seguridad".

José Mora / Thales Alenia Space España: "Dado el carácter de la empresa, que está más orientado al desarrollo de equipos y sistemas relacionados con las infraestructuras de comunicaciones, las aplicaciones mencionadas se ven como 'horizontales' a dicha actividad, dado que cualquiera de ella tendrá que hacer uso de las infraestructuras establecidas".

Acciones previstas por su empresa a corto-medio plazo respecto a la "Internet del Futuro" (participación en programas de I+D, participación en Plataformas/asociaciones, búsqueda de consorcios/colaboraciones con empresas, inversiones, etc.):

Se observa una estrategia común de las empresas respecto a su participación en plataformas, grupos de trabajo de Internet del Futuro dentro de las plataformas, y proyectos I+D nacionales (e.g. Plan Avanza) y europeos, en menor o mayor medida. Éste es un resultado en cierta forma esperado a priori, en el sentido de que los instrumentos de actuación están bastante predeterminados, y las empresas que están interesadas en I+D en TIC utilizan todos los medios a su alcance. Sin embargo, destaca la intensidad de este interés: varias de estas empresas (e.g. Vicomtech) lideran grupos de trabajo nacionales y están participando muy activamente en la definición de la visión y alcance de lo que se espera puede ser la Internet del Futuro en el ámbito de la Unión Europea. Asimismo, en su mayoría expresan su interés en formar parte activa de la futura Plataforma Tecnológica es.INTERNET, han participado en la difusión de este tema de investigación a través de jornadas, seminarios o congresos, y expresan su intención de incrementar la inversión en esta temática en los próximos años.

La actividad evidenciada por estos datos puede servir para que las empresas que no participan aún en estos instrumentos sopesen el valor de esta participación.

Necesidades identificadas para que su empresa aproveche el desarrollo de la Internet del Futuro (necesidades de infraestructura tecnológica adicional, desarrollo, formación, personal, apoyo institucional):

Las necesidades indicadas por las entidades encuestadas vinieron ordenadas por orden de frecuencia de la siguiente manera: 1) apoyo institucional, 2) formación, 3) disponibilidad de personal técnico cualificado, y 4) la creación de infraestructuras.

Además de las necesidades indicadas, los impulsores de la plataforma española para la Internet del Futuro destacan la importancia de fomentar la concienciación del tejido empresarial:

Guillermo Gil Aguirrebeitia / ROBOTIKER-Tecnalia: "...Hace falta promover la colaboración 'temprana' entre empresas, agentes empresariales y entidades de I+D para buscar oportunidades disruptivas e interdisciplinares y lograr masas críticas en determinados campos. Los pasos que se están dando, como el de la Plataforma Española para la Internet del Futuro, van a contribuir en esa dirección.

Es preciso el enfoque experimental, y el apoyo desde los instrumentos públicos para el desarrollo veloz de este enfoque experimental. El papel que los agentes de I+D (centros y universidad, principalmente, pero también determinadas empresas) pueden tener con la construcción de plataformas experimentales es fundamental. Hace falta generar, entre todos, 'momento' en torno a esta nueva ola de desarrollo de Internet, buscando la implicación y participación. La difusión, más allá del propio hiper-sector, es también fundamental".

¿Ha identificado su empresa algún obstáculo (a nivel nacional o europeo) en el desarrollo de su plan estratégico hacia la "Internet del Futuro"? (cite cuál):

Las empresas destacan como obstáculo el desconocimiento general existente en la industria TIC sobre lo que significa la Internet del Futuro y la falta de concreción en los objetivos planteados bajo este concepto. A esto se añade un cierto distanciamiento entre los planteamientos de los expertos que han generado la visión de la Internet del Futuro, considerado por algunos encuestados excesivamente futurista, y lo transferible al mercado a corto plazo. La falta de guías, grandes proyectos de referencia, plataformas de experimentación... puede representar un coste de oportunidad elevado. Es muy importante que se dé apoyo institucional en los programas de investigación tanto a los enfoques disruptivos como a los evolutivos.

Comentarios adicionales relevantes recogidos sobre la Internet del Futuro.

Fco. Javier Herrera Lotero / ROBOTIKER-Tecnalia: “Es necesario que las expectativas que se creen sean proporcionales a las capacidades reales de modo que no se alimenten burbujas especulativas que lastren las iniciativas desde el punto de vista financiero. Para ello, se necesita un trabajo en común previo para conocer y reconocer a los actores de toda la cadena, apuntalar los puntos débiles y planificar lo que deba ser común, esto es, todo aquello que posibilite una futura competencia basada en valor añadido. Hay que pensar en, y en ciertos casos repensar, los conceptos de intimidad, propiedad, derechos de uso y gestión”.

Juan José Galán-Vega / Gesfor: “El éxito a medio plazo de una iniciativa de este tipo no estará basado en la tecnología desarrollada, sino en los servicios que puedan ser provistos con base a ella”.

Stefan Schuster y Jon Mikel Rubina / Fundación European Software Institute (ESI): “Se trata de una temática de trabajo marcada por: (1) poca concreción del límite del concepto, (2) excesiva diseminación de ideas, (3) falta de valoración crítica de las aportaciones de la comunidad. Ante estas circunstancias, esto conduce a una competitividad muy amplia y cuyos resultados en términos de productividad pueden quedar en entre dicho”.

CAPÍTULO 6

Ocho oportunidades tecnológicas para las empresas españolas en la Internet del Futuro

6.1 Accesos a Internet inalámbrico y redes vehiculares (PÁG. 93)

6.2 Internet de las Cosas (PÁG. 95)

6.3 Nuevas redes de transporte e IP (PÁG. 97)

6.4 Seguridad y confianza en Internet (PÁG. 99)

6.5 Multimedia en red en pleno proceso de convergencia de servicios y redes (PÁG. 101)

6.6 Internet como catalizador de la innovación y la productividad de la empresa (PÁG. 102)

6.7 Empresa 2.0 y organizaciones virtuales (PÁG. 103)

6.8 Calidad de vida de los ciudadanos (PÁG. 104)

Intentamos resumir y concretar en ocho las áreas objetivo de I+D+i relacionados con la Internet del Futuro que desde nuestro punto de vista ofrecen un mayor potencial de expansión tecnoeconómica para la industria española TIC. Estas áreas catalizarán gran parte de la actividad de investigación y de desarrollo de nuevas ideas en este sector en los próximos años. Deliberadamente, no nos ceñimos en esta apartado a clasificaciones externas.

Las 5 primeras oportunidades identificadas (1, 2, 3, 4 y 5) se centran en aspectos específicos de las empresas del sector. Las dos siguientes (6 y 7) implican además a empresas de otros sectores. Finalmente, la última (8) se centra en los usuarios finales, los ciudadanos.

6.1 Acceso a Internet inalámbrico y redes vehiculares

La comunicación entre y desde vehículos, incluyendo el acceso a Internet, es un importante foco de interés de la industria del transporte, de la Comisión Europea y de los investigadores en redes telemáticas móviles. Efectivamente, gracias a la elevada autonomía energética de los vehículos y la existencia de un interés común entre los usuarios de la red, la comunicación entre vehículos constituye uno de los escenarios más realistas de aplicación de las redes ad-hoc en la actualidad y un espacio de gran potencial de desarrollo de nuevos servicios a corto y medio plazo. Más, habida cuenta de que la industria automovilista no tardará en incorporar sistemas de comunicación radio en los vehículos, materializando el concepto de VANET (*Vehicular Ad-hoc Network*), que incluye no sólo la comunicación vehículo-a-vehículo, sino también la comunicación vehículo-infraestructura. Las oportunidades se concretan en los ámbitos:

- Seguridad vial. Importantes ejemplos de este tipo de iniciativas son el consorcio Car2Car [10], fomentado por fabricantes europeos de vehículos, y que está centrado en mejorar la seguridad en las carreteras mediante comunicación inteligente entre vehículos (*Intelligent Transportation Systems*). La solución básica parte de 802.11 ampliado con facilidades de reenvío ad-hoc basado en direccionamiento y routing geográfico, y define una arquitectura de intercambio de mensajes que permitiría advertir de accidentes, obstáculos, retenciones, etc. Si bien el uso de 802.11 en lugar de un sistema radio específico y en una banda inferior puede verse como un lastre inicial para esta plataforma, las posibilidades de desarrollo de aplicaciones para este tipo de entornos es muy importante, y se evidencia en el hecho de que ETSI ha creado recientemente un comité para la normalización de los ITS.
- Internet. La ampliación de las posibilidades de las VANET anteriores con el acceso a Internet móvil, bien a través de otros vehículos como mediante conexión a infraestructura de operador en redes celulares (3G, WiMax Mobile, etc.) dispara las posibilidades de nuevos servicios en un vehículo. Por un lado, el acceso a servicios multimedia on-line de entretenimiento como IP-TV. Por otro, los servicios sensibles al contexto integrados con los sistemas de navegación GPS del vehículo, como son los sistemas de información turística que incluyen la reproducción automática de vídeos, propuesta de rutas, logística de viajes, etc., así como el tele-diagnóstico de averías. Es evidente que la información circundante al vehículo puede ser de interés colectivo, por ejemplo, a través de sistemas de provisión y gestión de información de tráfico en tiempo real, e incluso en el ámbito de la colaboración ciudadana.
- El acceso a Internet en medios de transporte colectivos como barcos, aviones y trenes, ha atraído desde hace tiempo el interés de las empresas transportistas por la demanda de los usuarios y la mayoría de sistemas incipientes basan su acceso en comunicación vía satélite, pero se están estudiando también soluciones celulares y

ad-hoc. Dispositivos de gestión de movilidad, tarificación, esquemas de negociación automático de itinerancia, arquitecturas de federación de sistemas de gestión de identidades, etc. son oportunidades tecnológicas relevantes en esta área.

- Gracias al uso de tecnologías inalámbricas móviles, las redes de flotas pueden expandir las posibilidades de sus sistemas de seguimiento, más allá de lo que permiten sistemas de baja capacidad como TETRA, o las basadas en GPRS/3G. Los servicios pueden integrar además tecnologías de Internet de las Cosas para el seguimiento de mercancías.
- En cuanto a las propias tecnologías de acceso inalámbrico de banda ancha que posibilitan los servicios anteriores, encontramos oportunidades en el desarrollo de herramientas de planificación de redes inalámbricas, en la resolución del reto tecnológico de la agregación inalámbrica troncal y en la explotación de frecuencias para el propio desarrollo del medio rural.

6.2 Internet de las Cosas

Desarrollar el potencial de nuevos servicios que promete desatar el paradigma de la “Internet de las Cosas”, se ha identificado como uno de los principales ejes de innovación de la Internet del Futuro en los próximos años [9]. Efectivamente, la visión de un mundo en el que todo objeto o recurso que nos rodea está conectado a la red permite anticipar cambios radicales en infinidad de procesos y actividades económicas de toda índole, y con ellos, una demanda de nuevos dispositivos, de interfaces de utilización, de redes de acceso específicas, de servicios de procesamiento, suscripción e intercambio de información. Se trata de generar servicios relacionados con la identidad, estado y localización de objetos, en busca de una mayor productividad, y se espera que sean las áreas de producción industrial, logística (transporte), seguridad ciudadana, medio ambiente y salud las primeras beneficiarias.

Sin embargo, los proyectos que desarrollen la Internet del Futuro deberán resolver de manera efectiva múltiples de los retos que plantea la implementación de esta visión. Estos retos, de ninguna manera sencillos de afrontar, son en sí mismos oportunidades de negocio importantes para las empresas españolas y europeas. Entre ellos se encuentran:

- La gestión y explotación ordenada y segura de la Información provista por los millones de sensores desplegados por la red, incluyendo cámaras, lectores RFID de nueva generación, sistemas de pago basados en NFC, etc. El reconocimiento de imágenes estereoscópicas son sólo componentes de los múltiples servicios de tratamiento de información que pueden generar.
- El transporte seguro de flujos continuos de datos producidos por los dispositivos en red. De hecho, es muy probable que los requisitos de disponibilidad de conectividad para flujos de datos considerados como vitales abran el paso a nuevos estándares de garantía de protección en las redes para determinados servicios.
- La garantía de privacidad y de protección de datos que se precisa es crítica. En muchos casos, los sistemas de información van a transportar, analizar y cruzar datos de carácter personal, incluyendo la identificación y localización de bienes –se pretende que los nuevos RFID identifiquen los objetos individualmente de manera global– y personas. La literatura de ciencia ficción ya ha mostrado el mal uso que se puede hacer de un mundo completamente vigilado y controlado.
- La previsible regulación (marco legal) que se impondrá requerirá de sistemas de implementación de la misma y de garantía de los derechos fundamentales de los ciudadanos.
- El desarrollo de modelos de negocio que permitan participar de manera sostenible de los beneficios a los diferentes actores en la cadena, comenzando por los productores

de información, pasando por los procesadores de canales de eventos, y terminando en los consumidores finales de servicios basados en la Internet de las Cosas.

- La transferencia efectiva de tecnología de sensores de parámetros médicos en forma de dispositivos llevables o implantados, requiere inversiones importantes que sólo justificarán producciones masivas. Pero el tremendo potencial de negocio que puede representar para los seguros de salud, y por otro lado, el ahorro en seguimiento hospitalario que implicará en el contexto de la sociedad que envejece, unido a la ubicuidad y disponibilidad de la Internet del Futuro, va propiciar una revolución en el campo de la captación y supervisión inteligente de parámetros médicos.
- Las redes de robots y *el wearable computing* abren un paradigma nuevo en el que las cosas tienen una cierta inteligencia y se comunican entre sí. El potencial en forma de negocio o/y bienestar ciudadano de estas tecnologías hasta ahora sólo consideradas en el contexto aeroespacial y militar está por desarrollar.
- El reto TIC vs medioambiente. En contraposición al actual crecimiento exponencial del consumo energético en TIC, y la previsible contribución de la Internet de las Cosas a este consumo, las propias tecnologías de sensores y actuadores pueden suponer un ahorro muy importante de energía masiva (por ejemplo, los sistemas de iluminación inteligente). El desarrollo de este tipo de sistemas representarán un importante volumen de negocio en entornos metropolitanos y en el hogar. De igual manera, la Internet de las Cosas permitirá el riego inteligente, la supervisión de recursos naturales, la mejora de las cosechas y la explotación ganadera, aumentar la sostenibilidad del medio rural, etc. Todo esto representa una amplia gama de nuevas aplicaciones en red que precisan de ideas, ingeniería y gestión continuada.

6.3 Nuevas redes de transporte e IP

Los requisitos de transporte de los servicios previstos para la Internet del Futuro va requerir cambios importantes en la red de soporte. Por un lado, la Internet de las Cosas precisará ubicuidad, seguridad, fiabilidad y disponibilidad; la capacidad y el grado de interactividad que requerirán las aplicaciones tele-inmersivas va a demandar retardos extremadamente bajos, con accesos de Gb/s y troncales de cientos de Tbit/s. Estos requisitos van a propiciar una revolución en la forma en la que se diseñan y se operan las redes IP a medio plazo, precisando una mayor interacción con una red óptica de transporte mucho más inteligente. Las oportunidades radican en saber integrar a tiempo los avances tecnológicos que surgirán en el camino hacia una Internet óptica de alta disponibilidad:

- En una primera fase, las actuales redes ópticas de transporte verán incrementada su versatilidad con señalización y provisión dinámica de circuitos, probablemente siguiendo el modelo ASON (*Automatic Switched Optica Network*) sobre topologías muy malladas, y con un modelo de red translúcida (con regeneración 2R/3R). Pero para que este avance sea posible las tecnologías ópticas de conmutación dinámica de circuitos, amplificación, conversión de longitud de onda, etc. deben mejorar substancialmente en cuanto a fiabilidad y coste y ofrecer capacidades no soportables a nivel electrónico con MPLS (*Multiprotocol Label Switching*) para que exista demanda real por parte de los operadores. Los problemas de interoperabilidad física de equipos de diversos fabricantes es otro reto que hay que salvar para dar este salto, y a la vez constituye una oportunidad de negocio. En una segunda fase, los dispositivos de conmutación óptica de paquetes y de tratamiento óptico de información a velocidad de línea irán sustituyendo paulatinamente a sus contrapartidas electrónicas. La conmutación híbrida opto-electrónica requerirá software a bajo nivel: de gestión y control de dispositivos ópticos, y a nivel de protocolo (integración con IP, con las bases de datos de ingeniería de tráfico y los sistemas de gestión).
- Conmutación y transmisión óptica integrada. La conversión electro-óptica y el tratamiento electrónico de paquetes para su conmutación y encolado sigue siendo el cuello de botella en las prestaciones de las redes IP. Los esperados avances en la realización de circuitos y memorias ópticas a medio-largo plazo abrirán un campo de posibilidades muy importante para los fabricantes de equipamiento troncal, al reducirse las conversiones electro-ópticas en la red. La arquitectura de Internet pública evolucionará hacia esquemas de intercambio de tráfico más ricos que las actuales relaciones de tránsito y *peering* a nivel IP. Un ejemplo son la puntos de interconexión ópticos de Internet, en cuyo desarrollo existen también oportunidades.
- A nivel IP, existen múltiples aspectos de mejora en los que aportar soluciones. Muy probablemente el enrutamiento en Internet sea un problema en el que el enfoque

debe ser disruptivo en lugar de evolutivo, con el fin de dar lugar a la escalabilidad, movilidad y seguridad que precisa la Internet del Futuro. Hay oportunidades en el enrutamiento seguro, el soporte multitrayecto y multiproveedor, en la integración de redes ad-hoc móviles, en la integración de la Internet de la Cosas con la Internet de las personas, en la integración de Internet con subsistemas no-IP como las redes de sensores inalámbricas, etc. La identificación de nodos y el uso de información de posicionamiento puede jugar un papel muy importante en este contexto.

- La conversión de Internet en una red multiservicio (hasta el momento integrando fundamentalmente tráfico Internet, VPN, telefonía y TV) ha impulsado grandes inversiones en routers troncales de altas prestaciones por parte de los ISPs en la última década. La Internet de las Cosas –fuente continua de eventos– y el tráfico multimedia de proveedor requerirá nuevas herramientas de análisis y de ingeniería de tráfico inteligentes, apoyadas bien por tecnologías como MPLS/GMPLS, bien por las nuevas posibilidades de gestión de tráfico que ofrezca el nuevo sistema de routing. El enriquecimiento de las relaciones interdominio en cuanto a soporte de QoS, uso flexible de recursos de transmisión, etc. son de nuevo fundamentales para que el concepto multiservicio sea realmente global y no limitado a un solo operador. Asimismo, sigue restringido en muchos operadores el servicio multicast al usuario final porque el operador prefiere cursar y facturar el mayor tráfico posible al proveedor de contenidos (excepto cuando el proveedor es el propio ISP); pero existe un gran potencial de servicios globales en esta facilidad y modelos de negocio viables. Otra gran oportunidad viene del reto de la provisión de servicios *ultrabroadband* ad-hoc sobre Internet a medida, para aplicaciones como los entornos de realidad virtual distribuidos, con todas los servicios que se desarrollarán sobre ellos como interfaz de cibernavegación del futuro, así como para soportar backup masivos, edición y producción digital remota, y el soporte a grandes infraestructuras de investigación en red, tales como grid computing, que materializan el concepto de e-ciencia.
- Gestión de infraestructuras de comunicaciones. Las redes y servicios telemáticos basados en IP y conectados a la Internet pública se han convertido en una de las infraestructuras clave para el funcionamiento de cualquier organización. La creación y gestión de estas infraestructuras de comunicaciones para terceros es una importante fuente de negocio en la actualidad, pero los servicios por desarrollar y gestionar en base a estas infraestructuras en la Internet del Futuro constituyen una oportunidad estratégica en los próximos años. A medio plazo, hay interesantes oportunidades en el desarrollo de herramientas para facilitar la operación de estos proveedores, que incluyan la automatización del control y gestión de la provisión de servicios, funciones de AAA, protección, recolección e ingeniería de datos, sistemas de alarmas, personalización, etc. La aplicación de las tecnologías de virtualización para desplegar y gestionar redes y servicios de manera escalable y eficiente son un ejemplo de oportunidad en este sector.

6.4 Seguridad y confianza en Internet

La seguridad es quizás uno de los aspectos más débiles de la Internet actual. Los usuarios son atacados por todo tipo de software malicioso, inundados con spam y sus ordenadores son afectados por el spyware. Los mecanismos de seguridad en la Internet actual son bastante pobres y algunas de las facilidades de red necesitan ser mejoradas urgentemente: los servicios proporcionados por el DNS deben hacerse mucho más seguros; de igual forma debe proporcionarse urgentemente capacidades de autenticación y control del spam.

Por otro lado, la mayoría de los problemas de seguridad no se deben al núcleo de la red, si no a los nodos terminales en los ordenadores personales conectados a la misma. En todo caso, cualquier intento de incrementar los niveles de seguridad y confianza deben involucrar a estos nodos terminales.

Gran parte de los problemas de seguridad están relacionados con las aplicaciones distribuidas: autenticación, derechos de acceso, robustez y fiabilidad de estas aplicaciones. Estos aspectos deben ser resueltos por los proveedores de servicios y en este momento no se dispone de las herramientas adecuadas para ello. La seguridad y la robustez deben extenderse a través de los diferentes niveles, ya que la seguridad y la fiabilidad ofrecidas al usuario final dependen de las aplicaciones distribuidas y del nivel de red.

Algunos de los problemas de seguridad en la Internet actual pueden solucionarse de alguna forma mediante las tecnologías actuales, pero en la Arquitectura de Seguridad de la Internet del Futuro se deberán abordar algunos aspectos clave:

- Se requerirá una mejora sustancial de la privacidad, mediante métodos avanzados de encriptación (disponibles públicamente a bajo precio).
- Conversión entre diferentes identidades en sistemas diferentes (actualmente un cuello de botella), donde se necesitará un sistema único de identidad, de tal forma que la gente pueda disponer de un "número único", como puede ser un una etiqueta RFID personalizada o una tarjeta tipo SIM.
- Los aspectos de privacidad adquirirán una gran importancia.
- Protección frente a spam en el correo.
- Control de la propagación y eliminación de gusanos.
- Asegurar la integridad de los nodos terminales.
- Enrutamiento (plano de control) y reenvío (plano de datos) entre nodos controlado.
- Será fundamental preservar la compatibilidad con los sistemas existentes (sistemas telefónicos, Internet IPv4/IPv6, etc.).

- Seguridad jurídica en medios de pago. Factura electrónica.
- Defectos a todos los niveles. DNS, routing, servidores, etc.
- Federación de sistemas de gestión de identidades.
- Detección de intrusiones. Mecanismos defensa ataques DoS (*denial-of-service attack*), etcétera.

6.5 Multimedia en red en pleno proceso de convergencia de servicios y redes

La arquitectura de protocolos de Internet –ya sea como Internet pública o como tecnología de implementación de servicios transparente al usuario final– se ha convertido en el elemento integrador de todo tipo de servicios. La Internet del Futuro debe ser capaz de integrar las actuales redes fijas, móviles, de televisión, etc. Todo ello teniendo en cuenta: el comportamiento móvil y nómada de los usuarios, proporcionar almacenamiento en la parte de la red como complemento a los equipos de usuario, interfaces de acceso web para las aplicaciones basadas en la red, conectividad de red omnipresente (*anytime, anywhere, anyhow*), y el incremento de la duración del suministro de potencia, entre otras.

Para ello deben extenderse las actuales capacidades de las redes IP para soportar de forma adecuada flujos multimedia de gran ancho de banda, con capacidades de Calidad de Servicio, seguridad y gestión de grupos.

Tanto los terminales como los servicios de red deben evolucionar para satisfacer las necesidades de los usuarios, y especialmente para incluir nuevos paradigmas de servicios como:

- **Las redes sociales móviles inalámbricas:** compartición, publicidad y descubrimiento de contenidos y perfiles, reenvío, solución a aspectos de confianza (mecanismos basados en autenticación federada, en teoría de la reputación, etc.). La integración de los sistemas multimedia con las redes sociales es una de las tendencias naturales inmediatas en la Internet del Futuro.
- **Gestión integral de la movilidad corporativa:** mediante herramientas de seguridad y confidencialidad, tecnologías de bloqueo de terminales, reconocimiento biométrico, virtualización de aplicaciones y servicios, etc.
- **Juegos 3D:** con soporte adecuado del ancho de banda, calidad de servicio y control de *jitters* y latencia.

6.6 Internet como catalizador de la innovación y la productividad de la empresa

Internet se ha convertido en una herramienta clave para el desarrollo de cualquier actividad dentro de nuestra sociedad. Podríamos decir que es la “máquina herramienta” de la sociedad de la información. Sin embargo, en España, aún se desconocen muchas de las posibilidades que ofrece, y de las posibilidades que la Internet del Futuro podría abrir y/o potenciar en muchos campos de otras industrias.

En línea con los objetivos y difusión de este estudio, se debe promover la implicación de todas las empresas posibles en la elaboración de una agenda estratégica de I+D+i a nivel nacional donde se contemple la influencia de la Internet del Futuro en los diferentes sectores.

Por lo tanto, se hace necesaria una labor de difusión e integración de Internet y más específicamente de Internet del Futuro en las actividades económicas en general para potenciar, entre otros, los siguientes puntos:

- Integrar Internet en las actividades de innovación de cualquier actividad.
- Los usuarios como generadores de servicios “emprendedores de garaje”.
- Internet en las pequeñas y medianas empresas.
- Grandes empresas: operadores, proveedores de equipos, desarrolladoras de software.

6.7 Empresa 2.0 y organizaciones virtuales

El concepto de Empresa 2.0 ha sido sugerido por A. McAfee: “Es la utilización de plataformas de software social emergente dentro de las empresas”, donde si la web 2.0 está dirigida a los usuarios, la Empresa 2.0 está dirigida a los empleados. El enfoque 2.0 aplicado a la empresa permitirá por lo tanto adaptar todos los procesos internos y de comunicación con el exterior de las empresas utilizando las herramientas 2.0 y la Internet social. El desarrollo de este concepto, su integración con los recursos on-line de la empresa y la inclusión de elementos 3.0, como la inmersión 3D (e.g. OpenSim, IBM), representan una excelente oportunidad de negocio.

Cada vez más las empresas se organizan dentro del concepto de cooperación para trabajar en unidad o en colaboración durante un cierto periodo de tiempo (que puede llegar a ser indefinido), donde cada empresa aporta al colectivo sus conocimientos específicos y no es necesario que domine todos y cada uno de los campos para llevar a cabo una actividad o proyecto. A este nuevo modelo de organización se le llama Organización Virtual.

Virtual se define como algo que no existe en la realidad. Así, una definición típica de organización virtual es “una red temporal de agentes independientes enlazados por tecnología para compartir conocimientos, costos y acceso a los mercados”. Otras definiciones se enfocan hacia organizaciones que no posee un lugar físico fijo, “una organización distribuida geográficamente y cuyo trabajo es coordinado por medio de comunicación electrónica”.

La creación y operación de estas empresas virtuales requiere de una infraestructura de Servicios de Internet que debe ser operada por técnicos y empresas cualificadas, lo cual no siempre está al alcance de las organizaciones virtuales. Aparece por lo tanto una nueva oportunidad de negocio en la gestión de infraestructuras de Servicios Internet, mediante: servicios de hosting y similares, integración con sistemas de *backoffice*, Intranet, sistema de workflow de la organización, etc. En el ámbito de la oficina móvil, la creciente ubicuidad de banda ancha y la capacidad de almacenamiento de los terminales móviles permitirá resolver muchos problemas de sincronización de datos e incluso dar lugar a empresas cuyos datos estén completamente distribuidos en terminales móviles, con un cierto apoyo fijo al sistema desconectado.

6.8 Calidad de vida de los ciudadanos

La investigación relacionada directa o indirectamente con la mejora de la calidad de vida de los ciudadanos es otro gran campo de oportunidades para las empresas españolas en la Internet del Futuro. Estas oportunidades se materializan principalmente en:

- Desarrollo de la libertad de expresión y la publicación electrónica. La facilidad de comunicación de ideas que supone Internet no sólo ha mejorado la libertad de expresión en múltiples formas, sino que ha hecho posible el que cualquier persona, y no sólo los medios de comunicación de masas establecidos, puedan hacer llegar su mensaje hasta los demás ciudadanos, y unir su opinión a la de muchos otros ciudadanos para transmitirla a las administraciones. Dado el interés en este tipo de sistemas, cabe esperar el desarrollo de nuevos paradigmas de auto-publicación y suscripción electrónica más sofisticados pero más sencillos de usar que los actuales combinando tableros, boletines de correo, canales o *feeds* RSS y cuadernos de bitácora que lleguen automáticamente a los interesados de manera personalizada o según grupos de interés.
- Solidaridad. Otro reto es conseguir globalizar también las libertades en la Internet del Futuro. La movilización de firmas de muchas personas en pocas horas gracias a Internet ha detenido ejecuciones en varios países. En general, la disponibilidad de herramientas que permitan desarrollar adecuadamente la sinergia de los voluntarios, acercando necesidades y recursos, es un interés público que debe facilitarse también desde las administraciones. Las redes sociales son un recurso especialmente interesante para este fin.
- E-igualdad [11]. Las aplicaciones para fomentar la igualdad entre los ciudadanos gracias a las tecnologías TIC y a Internet en particular atraerán inversiones de la administración y de las grandes empresas y superar así desigualdades de género, por razones de nivel económico, enfermedad, cultura, edad, nacionalidad, etc. Tecnologías de accesibilidad que rompan la brecha digital son especialmente importantes.
- Seguridad ciudadana. La Internet del Futuro, reconcebida con la seguridad como principio de diseño, permitirá la detección de actividad criminal tanto en la red como en la vía pública, vigilada de manera anónima por sistemas informáticos conectados a la infraestructura de Internet de las Cosas. El diseño y gestión de este tipo de plataformas a nivel público o corporativo es otra oportunidad a explorar. Se incluyen aquí también dispositivos y herramientas específicas para extinguir la violencia de género, sistemas de gestión de crisis (situaciones de emergencia), control de tráfico, etc.
- Salud. Como se ha descrito anteriormente, éste será un negocio en expansión, a medida que la Internet del Futuro permita desplegar masivamente elementos de

inteligencia ambiental. Destacamos sistemas de soporte al envejecimiento activo y más longevo, de integración y mejora de la vida de los discapacitados, herramientas para controlar que las personas viven una vida familiar sana, incluyendo el seguimiento de la alimentación, forma física, consejeros de salud, control de stress del trabajador, etc.

- **Formación.** Hay un reto importante en iniciativas que pretenden basar la enseñanza en cursos y ejercicios on-line desde la infancia, con tutores electrónicos, con libros digitales, con acceso controlado a contenidos, libros y cuadernos táctiles conectados, aulas virtuales que comparten profesores, acceso del medio rural al arte, etc. Existe gran material de formación abierto que con las herramientas adecuadas de catalogación y organización de contenidos en programas formativos, pueden convertirse en una universidad virtual accesible a todo el mundo.
- **e-Administración.** Éste es otro gran centro de actividad en pleno desarrollo que ha visto limitada su funcionalidad por la lenta implantación de la firma electrónica (y por la propia realidad de la brecha digital que desaparecerá en las nuevas generaciones). La calidad y variedad de los servicios que las administraciones sirven a sus ciudadanos tiene una gran variedad y se basan habitualmente en soluciones ad-hoc, en general costosas, problemáticas y no mantenidas apropiadamente. La normalización de los servicios en-línea a los ciudadanos en las administraciones debe ser verificable. La Internet del Futuro precisará de herramientas de certificación de servicios web.
- **Trabajo y entretenimiento.** Ambos aspectos de la vida del ciudadano se han cambiado con Internet radicalmente. Herramientas para dar soporte a la conciliación de la vida familiar y laboral, para la búsqueda de trabajo, siguen creciendo en actividad. Las formas de entretenimiento irán evolucionando también con el desarrollo de interfaces inmersos en la Internet del Futuro.
- **Comercio.** El comercio minorista no ha sabido beneficiarse hasta el momento de las posibilidades que ofrece Internet, y podrá hacerlo si la nueva generación de Internet incluye facilidades que aproximen las tiendas a los usuarios y facilite la federación de establecimientos. La tienda cercana es calidad de vida progresivamente menospreciada, y la información disponible en la red sobre ellas es insuficiente. Existencias, precios, garantías y derechos ofrecidos podrían inventariarse automáticamente y consultarse en tiempo real con la nueva generación RFID, y un agente software puede guiar la compra. A otra escala, la Internet del Futuro es una oportunidad para fomentar el comercio justo, la transparencia respecto a la elaboración legal y cadena de plusvalías del producto que consumimos y el establecimiento de puentes de desarrollo con el tercer mundo.

CAPÍTULO 7

Referencias

- [1] Página web: http://en.wikipedia.org/wiki/Hype_cycle_Gartner_hype_cycle.
- [2] Future Internet Research: The EU framework. Dr. J. Schwarz da Silva. Director "Converged Networks and Services". DG- Information Society and Media. European Commission.
- [3] EIFFEL white paper at: <http://future-internet.eu>.
- [4] Página web: <http://www.emobility.eu.org>.
- [5] Página web: <http://www.nem-initiative.org>.
- [6] Página web: <http://www.nessi-europe.com>.
- [7] Página web: <http://www.isi-initiative.eu.org>.
- [8] Brussels, 29.09.2008. COM(2008) 594 final. Communication from the commission to the European parliament, the council, the European economic and social committee and the committee of the regions. Communication on future networks and the internet.
- [9] Communication from the commission to the European parliament, the council, the European economic and social committee and the committee of the regions. Future networks and the internet. Early Challenges regarding the "Internet of Things".
- [10] Página web: <http://www.car-to-car.org/>.
- [11] Página web: <http://www.e-igualdad.net/>.
- [12] Página web: <http://cordis.europa.eu/fp7/ict/fire>.
- [13] Página web: <http://www.4ward-project.eu/>.
- [14] CNGI: <http://www.cstnet.net.cn/english/cngi/cngi.htm>.
- [15] 3GPP. LTE-Specifications:
<http://www.3gpp.org/ftp/Specs/html-info/36-series.htm>.
- [16] Página web: http://www.fi-bled.eu/Bled_declaration.pdf.
- [17] Página web: <http://www.planet-lab.org/>.
- [18] Página web: <http://akari-project.nict.go.jp/eng/index2.htm>.
Página web: <http://anf.ne.kr/fif>.
- [19] Ponencia de Francois BACCELLI (INRIA/ENS) en ICT2008 Lyon. Future Internet Part 1: European Challenges for the Future Internet and New Business Opportunities.
http://ec.europa.eu/information_society/events/cf/item-display.cfm?id=748.
- [20] Página web: <http://www.savetheinternet.com/>.
- [21] Página web: <http://www.handsoff.org>.

- [22] Página web: <http://www.web3d.org/>.
- [23] Future Media Internet. Informe de expertos participantes en el workshop organizado por la CE en Bruselas en enero 2008.
- [24] eMobility Technology Platform Whitepaper: "Future Internet, From Mobile and Wireless Requirements Perspective".

vt
mi+d