

bit

2019 | Editan COIT y AEIT | nº 213 | 6€



Satélites, llegar más lejos para ver y comunicarnos mejor

Entrevista

Marta Balenciaga, decana-presidenta del COIT y presidenta de la AEIT



5G

La [r]evolución móvil

Transformación Digital. Todo Conectado

#AllConnected #CyberSecurity #AI #Hybrid IT #5G #MultiCloud #DataGovernance
#WorkSpaces #Analytics #EdgeComputing #IoT #Mobility #WiFi

Barcelona
25-26 SEP

Málaga
10 OCT

Santiago
24 OCT

Valencia
7 NOV

Zaragoza
21 NOV

Conoce las últimas tendencias tecnológicas y los grandes proyectos TIC en España. Un espacio de encuentro y divulgación tecnológica en cinco grandes ciudades españolas, en las que se darán cita **destacados fabricantes IT internacionales, partners tecnológicos regionales y responsables IT del sector privado y público.**

PATROCINADORES GLOBALES



+ Síguenos en @asLAN_es y participa #TourASLAN

+ www.aslan.es/Tour



Creamos espacios de encuentro y divulgación tecnológica gracias al apoyo de más de 120 empresas asociadas. Iniciativas conectadas con:



COIT

Almagro, 2 - 1ª Izda.
28010 · Madrid
Tel. 91 391 10 66
www.coit.es

Director

Juan Carlos López

Comité de redacción

Marta Balenciaga
Francisco Javier Gabiola
Juan Carlos López
José Fernando García
Alexia Rodríguez
José Casado
José Miguel Roca
Teresa Pascual
Félix Pérez

Comunicación COIT

Yasmina Méndez

Fotografía

Chus Blázquez/ICS

Edición y diseño

ICS COMUNICACIÓN

Coordinación

Carlos Martí

Edición

Elena Alonso

Diseño y maquetación

David G. Rincón

Publicidad

publicidad@coit.es

Suscripciones

bit@coit.es

Depósito Legal

M-23.295-1978

Imprime

Tauro Gráfica

Nueva generación

Tradicionalmente, cada hito distintivo de la evolución tecnológica ha ido marcando lo que se ha denominado una 'nueva generación'. Así, cada avance en los dispositivos electrónicos, desde las válvulas a los circuitos integrados, pasando por el transistor, ha permitido a la computación transitar por distintas generaciones. Igual ha ocurrido con los lenguajes de programación o, por supuesto, con las comunicaciones móviles. El carácter disruptivo de algunas de estas generaciones ha dado lugar a auténticas revoluciones, por su capacidad de obrar cambios no sólo de carácter 'cuantitativo' sino también de tipo 'cualitativo'.

Y es este uno de esos momentos, en los que la quinta generación de comunicaciones móviles ofrece una palanca de desarrollo para otras tecnologías, lo que permitirá avances que pueden estar llamados a revolucionar el mundo tal y como lo conocemos. Junto con la inteligencia artificial, el internet de las cosas, la analítica de datos, ciberseguridad, realidad aumentada, etc., la tecnología 5G está creando un contexto en el que casi cualquier cosa puede llegar a ser posible.

► La quinta generación de comunicaciones móviles ofrece una palanca de desarrollo para otras tecnologías, lo que permitirá avances que pueden estar llamados a revolucionar el mundo

Y una vez más, las comunicaciones están precisamente en la base de este fenómeno. Como ocurrió en el pasado con el desarrollo de las primeras redes hasta la creación de Internet, la capacidad de enviar datos y comunicarse, ahora de la forma en que la tecnología 5G lo hace posible, y ya no sólo personas sino también máquinas, nos encamina hacia un cambio trascendental, que puede llegar a transformar aspectos esenciales de nuestras vidas. Dar forma a esta (r)evolución es la tarea que, como ingenieros de telecomunicación, tenemos por delante.

Pero cada generación se ha de construir sobre los logros de las anteriores. Y así nos lo enseña una generación de profesionales que fue capaz de enfrentar retos sin precedentes, como el de la conquista del espacio. Una generación que vivió momentos clave en la evolución tecnológica y que, con su legado, nos muestra que creatividad y capacidad de adaptación son constantes en el desarrollo de nuestra profesión. Algo que, sin duda, implica la necesidad de continuar entendiendo la ingeniería desde una perspectiva siempre abierta y comprometida.

Junta de Gobierno del COIT



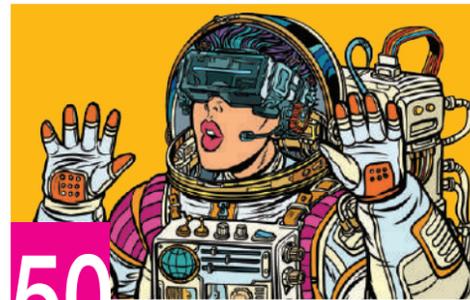
42

Entrevista
Marta Balenciaga
 Decana-presidenta del COIT y
 presidenta de la AEIT



6

Especial
 5G la [r]evolución
móvil



50

Mujer e ingeniería
 Telecomunicaciones.
 Pasado, presente y futuro de la mujer



66

Satélites
 Llegar más lejos para ver
 y comunicarnos mejor

Índice

03 Editorial

04 Sumario

06 Especial 5G

5G La [r]evolución móvil

08 5G Más allá de las personas

13 Opinión. La tecnología que nos mece, por Teresa Pascual

14 El espectro, herramienta clave para el éxito del 5G

18 El 5G ha llegado para quedarse

24 Algunas pistas para comprender mejor el 5G

26 Operadores. En primera línea de los desafíos

32 Opinión. El dilema de la seguridad, por Samuel Álvarez

34 Empresas usuarias. Mejoras y servicios diferenciados y más competitivos

40 Opinión. Sector de las telecomunicaciones: más estratégico, imposible, por Ramón Millán

42 Entrevista. Marta Balenciaga, decana-presidenta del COIT y presidenta de la AEIT

49 Opinión. COIT / AEIT Diagnóstico y tratamiento, por Javier Domínguez

50 Mujer e ingeniería. Telecomunicaciones. Pasado, presente y futuro de la mujer

54 Opinión. Más perfiles TIC en los consejos de administración, por Inmaculada Sánchez

56 Siete retos de la Ingeniería

58 Opinión. El nuevo consejo de RTVE: un concurso fallido, por Ángel Luis Gonzalo

60 Acercándonos al espacio. Un sector que innova, produce, exporta y genera empleo

64 Radiografía del sector de defensa y aeroespacial

66 Satélites. Llegar más lejos para ver y comunicarnos mejor

73 Perfil. Javier Ventura-Traveset, excelencia profesional en el campo de la navegación por satélite

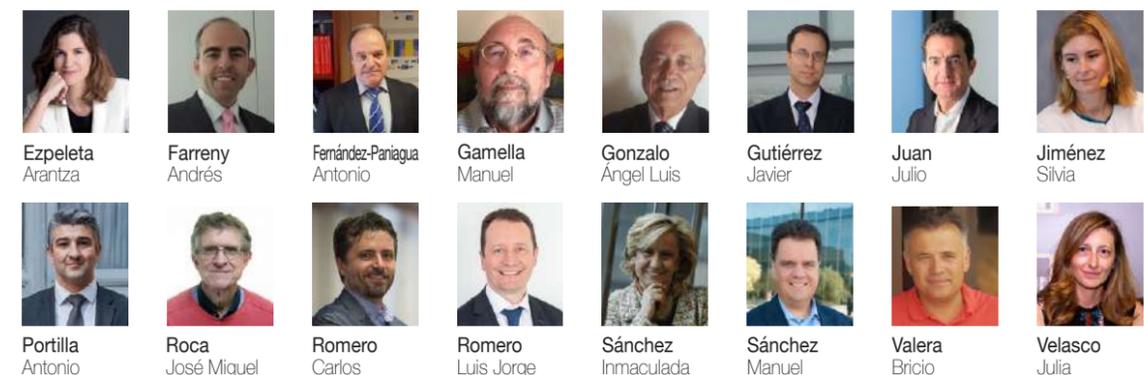
74 Y el hombre llegó a la luna. 11 retos superados que lo hicieron posible

78 Información territorial

80 Out of office

82 Imprescindibles

Colaboradores en este número





5G

La [r]evolución móvil

Una vez más, una tecnología en el ámbito de las comunicaciones, la nueva generación móvil 5G, está en condiciones de crear el escenario preciso para que, junto con el resto de las denominadas 'tecnologías habilitadoras digitales', **nuestra sociedad camine hacia una nueva revolución digital**. Con mejores prestaciones en velocidad, latencia, capacidad de interconexión, consumo y fiabilidad, 5G supondrá una revolución en la manera de comunicarse, estando llamada a ser el motor para el desarrollo de nuevas aplicaciones y modelos de negocio, con nuevas y mejores oportunidades para multitud de sectores.

Pero ¿estamos realmente 'preparados' para el 5G? ¿Es exagerado el entusiasmo? Mucha gente se pregunta si esta nueva tecnología realmente despertará el interés de empresas y usuarios y, en caso afirmativo, cuándo lo hará. Son muchos todavía los **retos que abordar y etapas que cubrir**: disponibilidad de espectro, despliegue masivo en la red de acceso (antenas), disponibilidad de equipos y terminales, verticales de aplicación y casos de uso, regulación y normativa... y, en general, madurez tecnológica (y también social) para soportar todo lo que su enorme potencial promete.

La administración pública, los operadores, fabricantes, desarrolladores de servicios, empresas usuarias y asociaciones profesionales están realizando los esfuerzos necesarios para situarse en una posición de liderazgo global. **Pero también debemos dirigirnos a la sociedad en general** para conseguir que, al comprender las enormes capacidades de esta nueva tecnología, se sume a esta revolución hacia un futuro con enormes posibilidades.

►AUTOR → Luis Jorge Romero.
Director general del ETSI.

5G más allá de las personas

La historia es tozuda y tiende a repetirse. En estos momentos en los que nos enfrentamos al despliegue de la nueva generación de comunicaciones móviles 5G, analizar lo que ha ocurrido desde que nació esta tecnología resulta un ejercicio **necesario para entender algunas claves** que, sin duda, pueden resultar clarificadoras.

Uno de los grandes errores en el estándar LTE fue descartar la voz como parte integrante básica del sistema

Lecciones aprendidas

Aunque estemos en los inicios del 5G, la historia nos enseña unas pocas lecciones que conviene no olvidar.

- 1 Cada generación ha supuesto grandes ganancias respecto de la anterior.
- 2 Las comunicaciones móviles necesitan un estándar global.
- 3 La cooperación de todos los actores es indispensable.
- 4 Hay que crear la capacidad tecnológica primero; el caso de negocio solo vendrá después.

Ahora que todo el mundo habla de 5G, es una magnífica oportunidad para contar un poco la historia que nos ha traído hasta aquí. Es una historia, matizada y sesgada (como lo son la mayoría) que ofrece mi punto de vista sobre la evolución de la tecnología, pero que puede ayudar a comprender cómo será ese futuro 5G del que todos hablan. Seguro que habrá muchas otras perspectivas, todas ellas igual de correctas (o incorrectas), y que me dejo mucho en el tintero. Al menos, añadiré algo de información que nos ayude a entender mejor el momento que vivimos.

Echando la vista atrás

Las comunicaciones móviles se remontan a antes de los años 50, pero el concepto de reutilización celular de frecuencias no aparecerá hasta los 80. Inventado en los laboratorios Bell, en EE.UU., el primero en comercializarse (1981, banda de 450 MHz) fue un estándar europeo desarrollado en los países nórdicos (el NMT, *Nordic Mobile Telephone*). Tras él entraron al mercado otros (AMPS, TACS y luego el NMT900), uno o más por país.

Hasta entonces la Conferencia Europea de Correos y Telecomunicaciones (CEPT) concentraba la actividad de normalización en telecomunicaciones en Europa. En 1984 se firma un Memorando de Entendimiento (MoU) entre la CEPT y la Comisión de las Comunidades Europeas (hoy Comisión Europea) para que la primera produjera estándares y especificaciones comunes para certificación conjunta a nivel comunitario en sectores prioritarios, como el de la telefonía móvil.

Más tarde, en 1987 la Comisión publica un "Green Paper" para la consecución del mercado único, que resultará el gran promotor de las telecomunicaciones en Europa como requisito imprescindible para éste. En 1988 nace ETSI, como escisión de la CEPT, con el encargo de liderar la estandarización de los sistemas de telecomunicación en Europa con el GSM como principal abanderado.

Aunque fueron empresas europeas las que más contribuyeron al desarrollo del LTE, Europa se situó a la cola del despliegue de redes

GSM: El "Groupe Spécial Mobile"

En 1982, la CEPT crea el "Groupe Spécial Mobile" para desarrollar un sistema móvil paneuropeo que en la banda de 900 MHz. El GSM fue un hito tecnológico importante. Permitía utilizar el mismo teléfono en múltiples países, separación física entre suscripción y teléfono (tarjeta SIM), envío de datos y los primeros "servicios de valor añadido": mensajes cortos, desvíos y bloqueos de llamada, identificación de llamante... aunque su mejora más importante fue la posibilidad de desplegar una red mundial por partes, en la que cualquier equipo de cualquier fabricante podía conectarse y funcionar, lo que permitió economías de escala hasta entonces insospechadas.

Por fin, ¿datos?

Una de sus características más destacadas era la transmisión de datos, pero 9600 bps no parecía ser suficientemente atractivo. El GSM se siguió desarrollando, incorporando mejoras a lo largo de los 90. Pero se comenzaba a pensar en un nuevo sistema que resolviese la necesidad insatisfecha de banda ancha.

A medida que se empiezan a desarrollar los estándares básicos del nuevo sistema UMTS (*Universal Mobile Telecommunication System* o 3G), se percibe desde Europa (ETSI) la necesidad de contar con la colaboración de otras regiones del mundo. Estados Unidos avanzaba sobre las interfaces de radio y Japón sobre la arquitectura del núcleo de red, pero tener varios sistemas distintos en el mundo no era aceptable. Por esta razón, se acordó crear el "3rd Generation Partnership Project", más conocido como 3GPP, que aglutinó a los organismos de estandarización de todas las regiones.

El UMTS tenía la misión de ofrecer la verdadera banda ancha móvil y,

además, desbancar a un sistema GSM muy desarrollado. Los primeros terminales eran voluminosos y pesados y su autonomía limitada. La itinerancia (*roaming*) aún no estaba totalmente conseguida. Y, lo peor, la ganancia en transmisión de datos era aceptable, pero no espectacular.

Entre tanto, se lanzaron las licencias para el despliegue y operación de los sistemas 3G. El negocio de la telefonía móvil crecía a ritmos agigantados. Habilitar una nueva banda de frecuencias significaría grandes beneficios, lo que desembocó en importantes desembolsos para acceder a esas licencias.

A partir del año 2001, fecha del lanzamiento de 3G, comenzó la carrera por incrementar el ancho de banda. Había mucha presión por recobrar las inversiones. Los operadores buscaban frenéticamente la "killer application" con la que monetizar sus nuevas redes móviles y se demandaba, a la vez, más ancho de banda. Así que 3G desarrolla nuevas capacidades para la transmisión de datos: HSPA y HSPA+.

Pero la "killer application" seguía sin llegar. El WAP (una especie de Internet móvil, pergeñado en los años finales del GSM) nunca fue atractivo. La videollamada no despegó. Internet estaba en pleno desarrollo, pero era de difícil acceso para las interfaces de los móviles existentes. Se pensó entonces que no había que buscar una "killer application" sino múltiples casos de uso.

Internet móvil

De repente, Apple presenta el iPhone en 2007. A pesar de que hubo muchos escépticos, el dispositivo tuvo una acogida excepcional en el mercado. Por fin había surgido la "killer application" o, mejor dicho, el "killer enabler". 3GPP seguía su ritmo de estandarización, avanzando en las distintas versiones hacia un nuevo sistema, LTE (*Long Term Evolution*). Los operadores europeos habían pasado por la experiencia del despliegue (y licencias) de 3G y empezaban a ver a ver el retorno de sus inversiones. ¿Qué estrategia debían seguir?

Nada detendría la evolución de la tecnología. En 2006 un grupo de operadores se unieron en la NGMN (*Next Generation Mobile Networks Alliance*) con el objeto de definir los requisitos mínimos para el lanzamiento comercial de una nueva generación de comunicaciones móviles. Para la NGMN no se debía lanzar una red 4G si no se conseguía un salto de capacidad y funcionalidad considerable: "10 veces

más". Y no sólo en términos de ancho de banda, también en incremento de eficiencia, reducción de latencia o consumo de energía. Se marcó el año 2010 para su lanzamiento comercial. El esfuerzo de NGMN fue determinante para hacer del LTE el único estándar 4G. No obstante, no todo fue perfecto. Uno de los grandes errores en el estándar LTE fue descartar la voz como parte integrante básica del sistema. Subsananar este error añadió complicaciones posteriores,

M^a Teresa Pascual Ogueta
Ingeniera de Telecomunicación

La tecnología que nos mece

La nueva infraestructura 5G que viene nos cambiará mucho la vida o solo un poco. Serán los servicios que se sustenten en ella los que determinarán o no su éxito, pero también el precio que haya que pagar por su disfrute.

Hay hallazgos que han producido cambios formidables e inesperados, la imprenta o Internet son ejemplos, pero otros inventos fueron efímeros y muchos ni siquiera despuntaron. Cuando triunfan, cambian la manera de comunicarnos, de trabajar, de gozar, en definitiva, de vivir. Pero no son capaces de crear sentimientos ni deseos que no tenga la humanidad desde hace milenios. No promueven la bondad, ni fomentan la maldad, tampoco impulsan una determinada ética. Son herramientas que facilitan que las personas desplieguen todo su potencial con más facilidad y en mayor medida.

En los primeros años de la expansión de Internet, debida a dispositivos baratos y fáciles de usar, se habló de la libertad nunca vista que tenían las personas para expresarse. Internet era la nueva Arcadia donde la libertad era el

santo y seña. Después, además de ser una herramienta poderosa que ofrece posibilidades nunca imaginadas, también se ha convertido en el instrumento de control más exhaustivo y eficaz que ha existido. Esto solo cambiará cuando haya suficiente masa crítica de quienes lo utilizan, demandando más control sobre quienes dominan el negocio tecnológico.

El afán de dominio es una constante en la historia. Es el intento de una parte, pequeña quizá, de la humanidad por el dominio sobre otras personas y sobre los recursos disponibles. Lo sabemos desde que tenemos capacidad para averiguar lo que ocurrió en otro tiempo. La tecnología más avanzada no evita la ambición desmesurada de poder, incluso la facilita, pero también la propia tecnología ofrece recursos para hacer ese poder más vulnerable.

A pesar de que debido a la educación y a la tecnología ha habido profundos cambios sociales, la especie humana es, en esencia, la que siempre fue. Quienes nacen ahora utilizarán todo el conocimiento acumulado a lo largo de los siglos. No necesitarán inventar lo que ya existe, ni descubrir todo lo que ya se conoce, pero nacen tan vulnerables como hace milenios. Tienen que aprender a hablar, a andar y a adaptarse al mundo al que llegan. Cuando crezcan, sentirán la misma emoción que sus ancestros ante el amor o el deseo. Sabrán del miedo y la angustia. Experimentarán el odio y la rabia. Se rebelarán contra las injusticias o contribuirán a que se produzcan, y dispondrán, para crecer como personas, de herramientas poderosas que antes no existían.

De momento, gracias al trabajo de quienes nos antecedieron, la educación y la calidad de vida se han extendido considerablemente, al menos en una parte del planeta, pero quienes nazcan ahora, cuando lleguen a la madurez, sentirán como el poeta del siglo XV: "...Cómo se pasa la vida, cómo se viene la muerte tan callando..." ■

La educación y la tecnología han provocado profundos cambios sociales, pero la especie humana es, en esencia, la que siempre fue



Para saber más

En un momento en el que la popularidad de la tecnología y de las redes 5G se ha multiplicado exponencialmente, es bueno situar esta innovación en su contexto real. Para ello, puede ser interesante acudir a la literatura que está generando el tema. A modo de introducción al universo del 5G, se destacan aquí cuatro informes que cubren: las características e impacto ('Cuadernos de Tecnología Evoca. El impacto del 5G. Evoca. 2018'); el potencial de la combinación con otras tecnologías ('Intelligent Connectivity: How the Combination of 5G, AI, Big Data and IoT Is Set to Change Everything. GSMA. 2019'); la puesta en marcha de redes y servicios ('5G Observatory Quarterly Reports. European 5G Observatory'. Comisión Europea e Idate. 2019), o los aspectos geopolíticos ('The Geopolitics of 5G'. Eurasia Group. 2018 -4).

Autor: José Miguel Roca, Ingeniero de Telecomunicación

teniendo que utilizar la voz sobre GSM o 3G, o más adelante la voz sobre LTE (VoLTE).

Y ahora, ¿qué?

LTE y su evolución trajo conectividad casi continuada, descarga de vídeos, videollamadas, acceso a todo tipo de redes sociales... más aún, por la capacidad de la tecnología se comenzaron a desarrollar casos de uso muy específicos, como el soporte a servicios críticos y de emergencias. En la primera mitad de la década de los 2010, cuando ya comenzaban a despuntar ideas de "lo que vendría después" (redes más capaces), se volvió a plantear el dilema de: "bueno, pero todo esto, ¿quién lo paga?"

La situación fue diferente según la región. Los operadores en EE.UU. se lanzaron al despliegue de redes LTE bajo una fuerte competencia. Siguió los operadores de Corea del Sur, Japón y China.

En Europa, la situación era más complicada y los operadores necesitaban mantener más tiempo las redes 3G antes de lanzarse sobre la nueva generación. Así, para nuestra sorpresa, aunque fueron empresas europeas las que más contribuyeron al desarrollo del LTE, Europa se situó a la cola del despliegue de redes.

Ahora, una nueva generación llama a la puerta. ¿Qué aporta el 5G? Es una red más capaz: más ancho de banda (x10) y densidad de dispositivos y menos latencia. Además, mejora la disponibilidad y disminuye el consumo de energía. Por primera vez en la historia, se ha pensado en necesidades de comunicaciones y conectividad más allá de las personas.

5G tiene una componente software muchísimo más importante, que flexibiliza su funcionalidad y adaptabilidad al entorno de maneras nunca vistas. Se habla de virtualización de funciones de

red, de "computación en los bordes", de automatización... Todo esto traerá consigo un incremento sustancial en la complejidad de gestionar y operar el sistema, y también un aumento de los puntos críticos de seguridad. Son riesgos conocidos, pero se confía en la Inteligencia Artificial para dar solución a los problemas que se planteen. Paradójicamente, será la tecnología la que ayudará a la operación y gestión más eficiente del sistema y hará que éste resulte más seguro que los actuales.

La 5G no servirá exclusivamente para permitir que las personas se comuniquen o intercambien información, sino que ofrecerá soluciones a las necesidades de conectividad y comunicación de cualquier tipo de actividad: agricultura, salud, transporte, fabricación, edificios, ciudades... todo. El ecosistema se amplía y, con él, la complejidad -o tal vez, la riqueza-. ■

El 5G no servirá solo a las personas sino que ofrecerá conectividad y comunicación a cualquier tipo de actividad: agricultura, salud, transporte, fabricación, edificios, ciudades...



►AUTOR → Antonio Fernández-Paniagua.

Subdirector general de Planificación y Gestión del Espectro Radioeléctrico. DG de Telecomunicaciones y Tecnologías de la Información. Secretaría de Estado para el Avance Digital. Ministerio de Economía y Empresa.

El espectro, herramienta clave para el éxito de 5G

La implantación de la nueva tecnología 5G no va a suponer un mero cambio tecnológico de las redes de telefonía móvil, como en el caso de la evolución del estándar 3G al 4G, sino que se espera que tenga un impacto mucho mayor. Dado que el 5G tendrá **un efecto transversal sobre el conjunto de la economía y de la sociedad**, se espera que sea el componente tecnológico esencial en la transformación digital de la sociedad y de la economía.

El Grupo de Política del Espectro de la Unión Europea ha desarrollado una hoja de ruta estratégica sobre la disponibilidad de frecuencias para el desarrollo del 5G

Para el éxito en la introducción de esta nueva tecnología, es fundamental la evolución de las infraestructuras y redes de telecomunicaciones, y también del desarrollo de todo un

pulsar y coordinar los esfuerzos en la Unión Europea para el despliegue de las redes y servicios 5G. El Plan considera que el despliegue rápido de 5G supone una oportunidad estratégica para Europa y resalta la necesidad de una actuación coordinada entre los Estados miembros, planteando objetivos a corto plazo para 2020 y más ambiciosos con vistas a 2025.

Uno de los elementos clave, identificados en este Plan de acción 5G para Europa, es la disponibilidad, en el momento adecuado, de las bandas de frecuencias identificadas inicialmente como prioritarias para la implantación de esta nueva tecnología.

La importancia estratégica que tiene el despliegue de la tecnología 5G en Europa ha sido confirmada también por los máximos responsables de los Estados miembros. De esta manera, en julio de 2017, los ministros competentes en esta materia de los diferentes países suscribieron la Declaración Ministerial de Tallin sobre 5G, en la que se identifican los pasos necesarios para alcanzar el éxito en el despliegue de 5G en Europa. En diciembre de este mismo año acordaron una Hoja de ruta para el desarrollo y el despliegue de la tecnología 5G en la Unión Europea. Entre los requisitos necesarios para ello, se hace referencia de nuevo a la necesidad de poner a disposición del sector una mayor cantidad de espectro de un modo predecible y rápido.

La estrategia general en España está contemplada en el Plan Nacional 5G 2018-2020, publicado el 1 de diciembre de 2017, que tiene como principal objetivo situar a nuestro país entre los más avanzados en el desarrollo de esta nueva tecnología, de manera que cuando

alcance su madurez tecnológica y comercial, se puedan aprovechar al máximo las oportunidades que va a ofrecer a empresas y ciudadanos. Este Plan para el periodo 2018 a 2020 se elaboró tomando como base las aportaciones y las conclusiones de la consulta pública realizada en julio de 2017.

Hoja de ruta europea

En línea con lo expuesto, el Grupo de Política del Espectro de la Unión Europea (RSPG) ha desarrollado una hoja de ruta estratégica, en lo que se refiere a la disponibilidad de frecuencias para el desarrollo de 5G en Europa. Este grupo ha aprobado tres 'Opiniones' hasta el momento, identificando las bandas prioritarias para el despliegue de 5G e incidiendo en la necesidad de asegurar que las condiciones técnicas y regulatorias de todas las bandas de frecuencias ya armonizadas para la prestación de servicios de comunicaciones móviles inalámbricas se adapten para la prestación de 5G. Ha abordado también asuntos estratégicos, incluyendo algunos aspectos regulatorios y de gestión del espectro radioeléctrico para las redes 5G, destacando la apuesta de la disponibilidad de la banda 3400 a 3800 MHz como clave para el lanzamiento exitoso del 5G en Europa y la necesidad de su reorganización para que los operadores dispongan de suficiente espectro contiguo en la misma.

Como resultado, se considera fundamental para el desarrollo del 5G en Europa la disponibilidad de frecuencias en tres bandas, 700 MHz, 3400-3800 MHz y 24,25-27,5 GHz. La banda 700 MHz se ha asignado ya en seis Estados miembros (Alemania, Francia, Italia, Dinamarca, Finlandia y Suecia), la banda 3400-3800 MHz, se ha asignado en diez Estados miembros (Alemania,

En España se están llevando a acciones para garantizar la disponibilidad, en los plazos adecuados, de las diferentes bandas de frecuencias necesarias

Italia, Reino Unido, España, Irlanda, Hungría, República checa, Austria, Finlandia y Letonia), y en lo que se refiere a la banda 24,25-27,5 GHz, únicamente se ha asignado una parte de la misma en Italia.

España: garantizar la disponibilidad en plazo

En nuestro país se están llevando a cabo diferentes acciones destinadas a garantizar la disponibilidad, en los plazos adecuados, de las diferentes bandas de frecuencias necesarias para la prestación de los servicios de comunicaciones sobre redes 5G. Las principales actuaciones realizadas para conseguir este objetivo son:

- Modificación del Cuadro Nacional de Atribución de Frecuencias (CNAF): su principal objetivo fue posibilitar una adecuada disponibilidad de bandas de frecuencias, que permitan el impulso y el desarrollo de las redes y servicios 5G en España. Estableció también el límite de 120 MHz, como cantidad máxima de espectro de que puede disponer un mismo titular en la banda 3400-3800 MHz.
- Reserva de frecuencias para la realización de pruebas piloto contempladas en el plan nacional 5G (bandas 3400-3800 MHz y 24,25-27,5 GHz).
- Subasta de la banda 3600-3800 MHz, tras la cual, y teniendo en cuenta el espectro del que ya disponían los operadores en esta banda, Orange dispone de 100 MHz, Vodafone y Telefónica de 90 MHz, y MasMóvil de 80 MHz. Está pendiente llevar a cabo un proceso de reorganización de la banda con objeto de que los mencionados operadores dispongan de este espectro de manera contigua.
- Proceso para la liberación de la banda 700 MHz (segundo dividendo digital). La Decisión (UE) 2017/899 del Parla-

mento Europeo y del Consejo, de 17 de mayo de 2017, establece que, a más tardar el 30 de junio de 2020, los Estados miembros autorizarán el uso de la banda de frecuencia de 694-790 MHz (banda 700 MHz) para los sistemas terrestres capaces de prestar servicios de comunicaciones electrónicas de banda ancha inalámbrica. El Ministerio de Economía y Empresa publicó el 29 de junio de 2018 la Hoja de ruta para la liberación del segundo dividendo digital, y el 25 de junio de 2019 se publicó el Real Decreto que aprueba el Plan Técnico Nacional de la TDT y regula el proceso para la liberación del segundo dividendo digital. Se mantiene la totalidad de la oferta disponible de canales de televisión digital terrestre, y se establece la liberación de la banda 700 MHz para la prestación de servicios asociados a la telefonía móvil de quinta generación (5G), banda que será fundamental para la extensión de la cobertura de la tecnología 5G a todo el territorio, y en particular a las zonas rurales.

Habida cuenta de lo indicado, los dos aspectos más importantes a abordar en el futuro próximo para asegurar la adecuada disponibilidad de bandas de frecuencias para la implantación del 5G en España son: la reorganización de la banda 3400-3800 MHz para que los operadores puedan disponer de espectro contiguo y la licitación de la banda 700 MHz con el fin de que las frecuencias de esta banda puedan comenzar a ser utilizadas de manera efectiva, a partir del 30 de junio de 2020, para la prestación de servicios de comunicaciones electrónicas inalámbricas de banda ancha, en particular 5G.

Para el futuro, teniendo en cuenta que

las redes 5G tendrán que proporcionar mucha mayor velocidad y capacidad, proporcionar servicios que requerirán de una fiabilidad muy alta y de muy baja latencia, y dar soporte

también a la conexión masiva de dispositivos a la red, hay que identificar bandas de frecuencias adicionales para la prestación de esos nuevos servicios 5G, lo que comenzará a hacerse en la Conferencia Mundial de Radiocomunicaciones de la UIT, que se celebra en Egipto a partir del 28 de octubre de 2019. ■



►AUTOR → José Casado.

Chief Strategist, Digital Transf. Nokia. Miembro del GT de Transformación Digital del COIT.

El 5G ha llegado para quedarse

Nuestra sociedad es móvil por naturaleza, nos desplazamos como nunca lo habíamos hecho antes por trabajo, por entretenimiento, por vacaciones... No queremos estar atados a la conexión fija. Necesitamos redes móviles cada vez **más veloces, más capaces y más eficientes**. Comienza el despliegue del 5G.



Las ventajas del 5G frente al 4G

- 1 La posibilidad de mejorar la capacidad de las redes móviles, más densidad de usuarios y mayores velocidades. Multiplica por al menos 10 el número de dispositivos gestionados. Administra 1 millón de dispositivos por km² y una mezcla heterogénea de terminales y sensores.
- 2 La velocidad en un enlace de bajada se multiplica hasta alcanzar al menos 1Gb/s frente a los pocos cientos de Mb/s del 4G. El streaming o el video 4kHD nunca más se verán limitadas.
- 3 La latencia o tiempo de respuesta se reduce a menos de 10 milisegundos (ms) e incluso 1 ms en función de diferentes parámetros como la naturaleza del servicio, la ocupación de red, etc.
- 4 En cuanto a la gestión de calidad de servicio, el 4G se cimenta en una política básica de "best effort" mientras que el 5G asume compromisos (SLAs) asignados puntual y dinámicamente.
- 5 El 5G gestiona redes virtuales independientes sobre la misma red física por su diseño basado en conceptos de arquitectura de sistemas software y no de arquitectura de elementos del 4G.
- 6 Usa tecnologías de antenas de múltiple entrada y múltiple salida que permiten ser sustituidas por agrupaciones de mini-antenas, radiar menos potencia y más focalizada.
- 7 El 5G supone una eficiencia energética y ahorros de energía en los sensores de 'internet de las cosas' (IoT) que hacen innecesario cambiar la batería de estos en plazos de 5 a 10 años.
- 8 Por su interés estratégico para la competitividad global, las cuestiones relativas a la ciberseguridad asociadas al 5G son mayores que cualquier generación G anterior.

Casos de uso según B2C o B2B

Posibilidades infinitas	Tecnologías	Nuevos casos de negocio	Nueva revolución
	Hoy	2020-25	
Usuarios	10M personas	+100M 'cosas'	
Velocidad	100 Mbps	100x rápido	
Latencia	>>10ms	10x menos	
Nivel de servicio de Red	El mejor esfuerzo para todos	Acuerdos de nivel de servicio comprometidos	
Redes lógicas	1	Muchas (Redes virtuales "slices")	

Fuente: elaboración propia a partir de datos de Nokia.

Nadie duda de que estamos en una sociedad basada en el dato. Lejos queda ya la economía sustentada primero en la fuerza laboral y luego en el capital. Nos encontramos ante la 'cuarta revolución industrial': la inteligencia distribuida en las redes de comunicaciones (la primera, segunda y tercera fueron, respectivamente, el vapor, la electricidad y los sistemas informáticos).

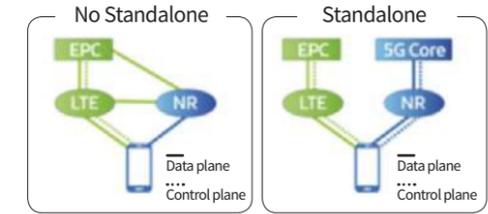
Somos la sociedad del 'Big Data' y del 'Internet de las Cosas', del 'todo' conectado con un fin establecido. Por ello, hay una generación de datos continua desde cada dispositivo: su dirección IP, el contenido que se ha transmitido o el servicio que se ha prestado a través de él, sus aplicaciones en uso y también información sobre su usuario y su ubicación, etc. Es la 'economía del dato'.

Los operadores reconocen lo mucho y mejor que aporta el 5G, pero también saben que el 4G tiene todavía un amplio recorrido tanto técnico como económico

Por todo lo anterior, necesitamos las redes móviles. Hemos visto nacer una generación cada 10 años, aproximadamente: 1G en los 80, 2G en los 90, 3G en los 2000, 4G en los 2010, y 5G en los 2020. Estas redes móviles han evolucionado desde las técnicas analógicas a las digitales, de la voz a los SMS, a los datos a cada vez mayor velocidad, al uso por las personas y también por las cosas (cámaras, terminales de pago, etc.).

El 5G es un salto mayúsculo en las capacidades ya acumuladas por el 4G. Va a posibilitar formas y rangos de comunicación antes no vistos. Como en sus generaciones previas, acabar su estandarización está llevando años: el 5G empezó a definirse en 2012 pero ya

Migración del 4G al 5G



5G Actualización

- 1 La interfaz aérea
- 2 El core

El 5G puede ser desplegado usando el Core LTE. Cuando el interfaz core se actualiza obtenemos 5G SA (Standalone)

Progresión de los estándares aprobados por la 3GPP



Fuente: José Casado.

hay despliegues pre y comerciales en las versiones aprobadas.

Estado de despliegue

La versión 15 del estándar 5G se aprobó en 2018 en sus dos facetas de radio: asociada al 4G existente y de radio independiente. La versión 16 estará a finales de 2019 o primeros de 2020, y la versión 17 se prevé en el 2021. Mientras, y debido a los lógicos decalajes necesarios para implementar los estándares en equipos (y terminales), hemos visto los primeros despliegues de 5G con radio asociada al 4G este año, así como los primeros terminales. Pero, si somos precisos, éstas son redes 5G todavía asociadas al núcleo de la red 4G (core) que funcionan solo en alguna de las bandas de frecuencias en las que está previsto que lo hagan.

Hacer disponibles estas bandas de frecuencias supone liberar y subastar estas bandas entre los operadores. Y ello tiene sus implicaciones, como tener

que llevar a cabo la segunda migración de los canales de la TV digital terrestre (TDT), lo que se denomina 'el segundo dividendo'. En Alemania y en Italia se han pagado ya más de 6.000 millones de euros en cada país por el espectro para el 5G... Y ya se argumenta que cuanto más se paga por el espectro, menos (o más tarde) se invertirá en el despliegue de los equipos de red 5G.

Los operadores se enfrentan a un escenario en el que, reconociendo lo mucho y mejor que aporta el 5G, las redes 4G tienen todavía un amplio recorrido tanto técnico como económico. Si agregando portadoras se multiplican las velocidades actuales, ¿por qué tener prisa en dar el salto a la nueva generación 5G cuando la actual 4G no está aún amortizada? La pregunta es: ¿existe un caso de uso que no sea viable hoy en 4G (técnica y/o económicamente)? La realidad es que los casos de uso actuales son viables, y decir esto no está en contra de reconocer que en la red

5G funcionarán 'mejor'. Qué casos de uso serán los que necesiten sí o sí del 5G no lo sabemos, pero nadie duda de que será alguno de los asociados a determinados nuevos usos y actividades (ver el cuadro adjunto).

El primer caso de uso inviable en 4G será el que dispare y acelere el despliegue masivo del 5G. Para entonces, no nos olvidemos de que la fibra de las redes fijas será la única infraestructura capaz de procesar la ingente capacidad de tráfico generada por cada emplazamiento radio del 5G. El mundo será de fibra y 5G. Es este potencial de los casos de uso (nuevos posibles en 5G y actuales en 4G pero mejorados en el 5G) lo que lleva a reconocer que la economía y la competitividad de un país y sus empresas nunca serán posibles sin el 5G.

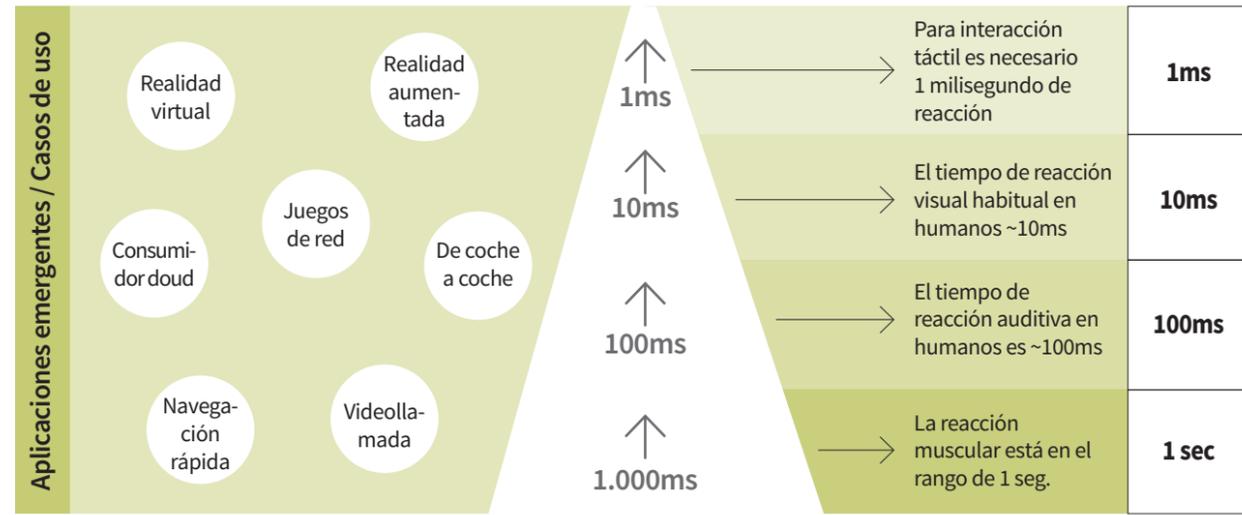
Operadores y proveedores

Esta reflexión concentra el interés estratégico de China y Estados Unidos, y ha desatado su disputa comercial por liderar el despliegue y beneficios del 5G. Huawei presume de ir unos meses por delante de sus competidores, pero, como compañía china que es, siempre genera duda que exija condiciones de libre comercio fuera mientras que dentro del propio país no se actúa de manera recíproca con las compañías de otros países. Las derivadas del incumplimiento de la prohibición de venta de tecnología clave a terceros países o el acceso a componentes de fabricantes foráneos, que ha promovido Estados Unidos son también, entre otras cosas, parte de la disputa.

Los operadores móviles se encuentran por tanto en la tesitura de continuar o no con Huawei como



Casos de uso según el criterio de latencia



Fuente: elaboración propia a partir de datos de Nokia.

La versión 16 estará a finales de 2019 o primeros de 2020, y la versión 17 se prevé en el 2021

proveedor. Si continúan con la compañía china, pueden tener daños colaterales debido a las prohibiciones de Estados Unidos al respecto. Pero si deciden darle de lado en el futuro, ¿cómo evolucionará la planta 4G existente tanto en la parte radio como en la parte core? Por un lado, la parte radio 'multiRAN' es altamente dependiente del suministrador y es la que concentra el 80% de la inversión 'capex' (Capital Expenditure). No se puede desmontar y rehacer. Por otro lado, la parte core es la que gestiona la inteligencia de la red móvil y es más 'fácil' de migrar, pero solo una vez que se haya llegado al estándar definitivo 5G, aún suponiendo el 20% de la inversión 'capex'.

No debemos olvidar, que la estrategia de los operadores móviles en sus departamentos de compras es tener siempre al menos tres proveedores posibles (y no sólo dos que sería el escenario en el caso de que se vetase a Huawei), por aquello de los miedos a no poder presionar suficientemente en los precios.

Para acabar de complicarlo, el potencial del 5G como red masiva ultra-eficiente, de super-conectividad basada en los conceptos del mundo del software, de la arquitectura de sistemas, del funcionamiento con aplicaciones (APIs), de la virtualización de funciones y de la segmentación en redes lógicas sobre una única red física, hace que las cuestiones de ciberseguridad asociadas al 5G se realcen por su propio potencial de ser estratégico para la competitividad global, aun a pesar de ser la ciberseguridad un aspecto nativo en el diseño del 5G. Dicho de otra forma, ¿podemos fiarnos de que quien suministra la infraestructura 5G a los operadores móviles no hace uso interesado del dato transmitido por ella? Y entiéndase aquí el concepto de 'dato' en el sentido que citaba al principio del artículo: es el 'Big Data' y el 'Internet de las cosas', es la 'economía del dato'.

Casos de uso: ¿cuál será el catalizador?

Todo desarrollo tecnológico pasa por la necesidad de monetizar su uso; es

decir, encontrar un caso de uso por el cual el cliente esté dispuesto a pagar. De esta forma se amortizan (y deseablemente se generan beneficios), por el esfuerzo inversor y de operaciones de una infraestructura de comunicaciones. El 5G no puede ser menos, y así lo ha sido siempre en la historia de las telecomunicaciones y sus operadores de servicios (los telcos), incluidas las anteriores generaciones G de las redes móviles.

Con ello en mente, cualquier aplicación, utilidad, solución a un problema o necesidad, mejora de un servicio existente, soporte de un nuevo modelo de negocio, etc. que use la infraestructura móvil 5G, se puede considerar un caso de uso desde el momento en el que alguien que se beneficie de ello esté dispuesto a pagar por usarla.

Si nos apartamos por tanto de la visión ingenieril, estamos hablando de casos de uso que desarrollan valores a nivel individual, empresarial o socio-eco-

Casos de uso según B2C o B2B

	Contenidos locales	Enrutamiento de datos locales	Procesamiento de datos locales	Funciones de red local
B2C	Realidad virtual en vivo con vídeo 4K y audio estéreo	Descarga de vídeo 100 veces más rápida en tiempo real	Búsquedas interactivas basadas en realidad aumentada	Multicast temporal para localizaciones de alta densidad de uso
B2B	Crecimiento de 8 veces de las aplicaciones empresariales basadas en la nube	Latencia asegurada de extremo a extremo <<20ms	80-90% de eliminación de datos IoT upstream	Supervivencia total basada en servidores de comunicación locales

Fuente: elaboración propia a partir de datos de Nokia.

El primer caso de uso inviable en 4G será el que dispare y acelere el despliegue masivo del 5G

nómico del tipo de los indicados en el cuadro adjunto: mejoras en calidad de vida; aceleración de los procesos de innovación; aumento de la seguridad de la vida humana y reducción de los accidentes; perfeccionamiento de los procesos logísticos; avance en los sistemas de salud; aumento de la conectividad y trazabilidad de las personas o las cosas y, en general, mejora de la eficiencia de los procesos industriales, de los costes de transporte, de la seguridad y la vigilancia de los domicilios, etc.

En esta línea de vislumbrar el uso desde el punto de vista del usuario y no partir para ello de las capacidades técnicas del 5G, podemos empezar a concretar la enumeración de los casos de uso usando una de las tres grandes ventajas que aporta el 5G para mejorar la capacidad de las redes móviles: la latencia en relación con la gestión de comunicaciones donde los tiempos de respuesta son críticos.

Los casos de uso que tienen en cuenta la realidad virtual (RV) y la realidad aumentada (RA) requieren de latencias (o tiempo de respuesta) inferiores a un caso de uso donde lo que se busca es una imagen de calidad para una videollamada, donde primará más la mejora

de la capacidad de las redes móviles (entendida como más densidad de usuarios y mayores velocidades) y menos el retardo en milisegundos (ms).

En el caso de uso del vehículo conectado (Vehicle-to-everything V2X) no es lo mismo la necesidad de detectar vehículos próximos en movimiento (*platooning*) que poner en marcha el sistema de entretenimiento e información del vehículo (*infotainment*). En el primer caso, unos milisegundos de más pueden suponer no frenar suficientemente rápido, no detectar un obstáculo, etc. En el segundo caso, este mismo retraso solo puede tener como consecuencia que la película que voy viendo o la información que el vehículo envíe al taller se demoren unos milisegundos más, lo que no cambia nada.

Si pensamos en los juegos *online* (*e-gaming*), fácilmente podemos razonar que en un juego de competición la rapidez de respuesta a las jugadas y a los movimientos del adversario pueden influir en las posibilidades de ser vencedor o perdedor en el juego. Por tanto, si la latencia parece clave, más allá de la pura velocidad de conexión con el servidor del juego *online*. La cuestión es ¿cuántos jugadores, y cuánto dinero estarían dispuestos a pagar por tener

un compromiso de 'Acuerdo de Nivel de Servicio' (SLA) de latencia en su contrato con el operador? Es un caso de negocio del caso de uso. La tecnología no es el problema.

Si pensamos en que el 5G es el viabilizador de otras tecnologías como el 'Edge computing' y la Inteligencia Artificial, los casos de uso se pueden segmentar o vislumbrar en otro esquema (ver cuadro adjunto), según que la naturaleza del modelo de negocio sea B2C o B2B. En cualquier caso, sí, hay pocos terminales 5G aún y no son baratos, pero eso fue siempre así al principio de cada una de las generaciones G. Son cosas de las economías de escala. Lo cierto es que el 5G ha llegado para quedarse, dada su abrumadora ventaja tecnológica. No sabemos aún cuál será el caso de uso que provoque la explosión de su despliegue masivo pero lo habrá, porque se estima que en 2024 un 25% de los usuarios de redes móviles en el mundo serán ya 5G. ■



Se estima que en 2024 un 25% de los usuarios de redes móviles en el mundo serán ya 5G

►AUTOR → José Casado

Chief Strategist. Digital Transf. Nokia. Miembro del GT de Transformación Digital del COIT.

Algunas pistas para comprender mejor el 5G

Como ya hemos indicado en el reportaje que antecede estas páginas, el calendario del 5G ha de aunar las licitaciones para la disponibilidad del espectro, la finalización de los estándares (basados en patentes previas) y el despliegue de las redes pre-comerciales. Además, se han de identificar los casos de uso que aceleren su demanda frente al existente 4G. Aquí van algunos **datos claves para comprender** todos estos procesos.

“¡Necesito 5G!”



Fuente: elaboración propia a partir de datos de Nokia.



Fuente: elaboración propia a partir de datos de Nokia.

Despliegue geográfico

Contribuciones técnicas al 5G. Diciembre de 2018



Fuente: statista.com iPlytics GmbH y Eurasia Group. EL PAÍS.

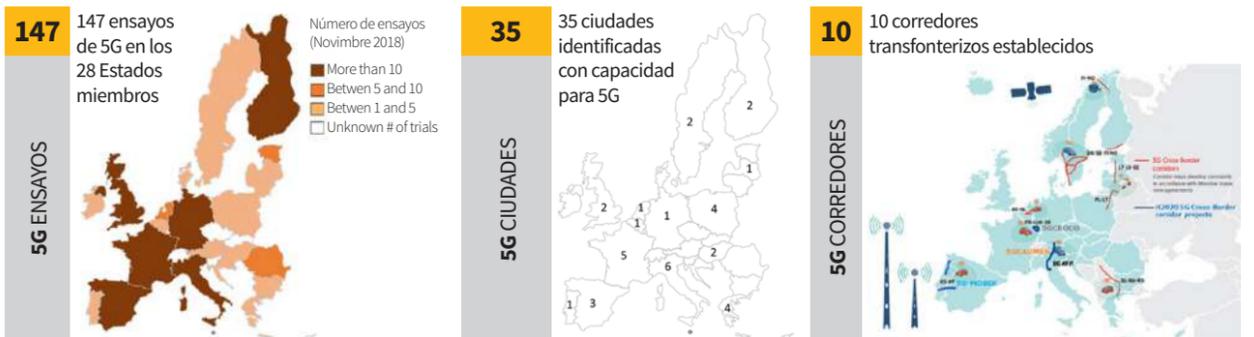
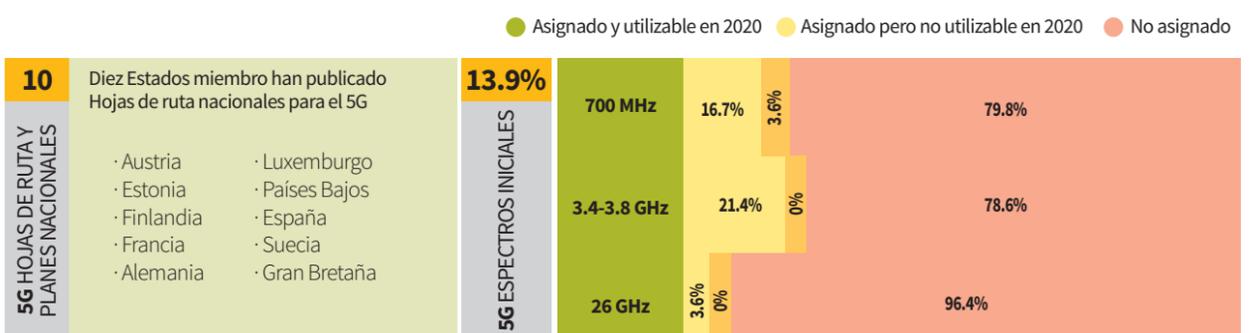
Tres grandes proveedores
Básicamente hay tres grandes proveedores de infraestructura de redes móviles: Ericsson, Nokia y Huawei. Y pujando por sumarse al grupo: Samsung y ZTE.

Contratos de despliegue
Tanto Ericsson como Nokia y Huawei han anunciado públicamente tener firmados de 30 a 50 contratos de despliegue 5G (datos a Junio 2019).

Despliegue por países
En <https://www.speedtest.net/ookla-5g-map> se pueden ver datos por país de despliegues comerciales, pre-comerciales, y pre-release del estándar.

Liderazgo por continentes
Estados Unidos.
Europa: Suiza, España, Italia y el Reino Unido.
Asia: se concentra en Corea del Sur, y a distancia Australia, pero es cierto que China acaba de adjudicar cuatro licencias de 5G y han anunciado estar en 50 ciudades para fin de año.

El Segundo dividendo (datos a junio 2019)



Fuente: IDATE DigiWorld.



Operadores En primera línea de los desafíos

De los actores involucrados en hacer viable la nueva generación móvil 5G, los operadores **son los primeros en enfrentarse a los desafíos que plantea que esta tecnología esté finalmente disponible para los ciudadanos.** La subasta del espectro y el despliegue de infraestructura son las barreras iniciales a las que los operadores deben hacer frente con un importante esfuerzo inversor, además de otros retos y dificultades como la regulación, normativas urbanísticas, seguridad... Y todo ello aún sin conocer (al menos completamente) si los casos de uso que precisen de esta tecnología y los modelos de negocio asociados permitirán generar el retorno suficiente que haga el servicio viable económicamente.



Grupo MASMOVIL

► AUTORES → Bricio Valera, head of Access network y Belén López Granados, head of Regulatory and Public Affairs. Grupo MASMOVIL.

Grupo MASMOVIL tiene en marcha diferentes pruebas Piloto 5G para probar, desarrollar y validar la implementación 5G en su red. Incluye el despliegue de nodos en varias ciudades españolas y se basa en la arquitectura de NSA (*Non Stand-Alone*), que es la que está actualmente estandarizada y disponible y que incluye un ecosistema relativamente completo.

Cuando la arquitectura SA (*Stand Alone*) quede estandarizada y su ecosistema esté disponible, se podrá comenzar con un despliegue más masivo implementando servicios de mMTC y URLLC con sus diferentes casos de uso especificados en 5G. No es previsible comenzar con el despliegue de la arquitectura 5G SA antes de 2021, fecha en que el ecosistema estará maduro y los operadores habrán realizado las adaptaciones necesarias en sus sistemas y arquitectura de red.

Despliegue con modelo compartido

Creemos que el modelo de despliegue óptimo pasa por la compartición con otros operadores, ya sea de forma pasiva -compartición de infraestructuras-, o activa, bajo las arquitecturas ya presentes en anteriores tecnologías (2G/3G/4G) y que también están estandarizadas para la nueva tecnología de 5G (MORAN, MOCN, National Roaming...).

El papel de la Administración es clave para facilitar el despliegue de la fibra necesaria para proveer de transmisión suficiente a los nodos 5G y para facilitar la legalización de las nuevas estaciones base de acuerdo con los nuevos condicionantes técnicos necesarios para adaptar los estándares actuales de certificación.

Además, la mayor demanda de *sites*, que es previsible se produzca con 5G para cubrir las necesidades de mayor capacidad y velocidad con *Small Cells*, hacen que las facilidades que la Administración pueda

dar a los operadores sean claves para que su despliegue sea viable.

La intervención de la Administración es necesaria para optimizar el reparto actual del espectro en la banda de 3.5 GHz, ya que la actual fragmentación supone un impedimento para aprovechar las características mejoradas de capacidad y velocidad del 5G.

Competir en igualdad de condiciones

Los tres operadores tradicionales acaparan la totalidad del espectro en bandas bajas. De ahí la importancia de que la próxima subasta de 700MHz se realice mediante un marco regulatorio que facilite que aquellos operadores que no disponen de espectro en bandas bajas puedan acceder a una porción del mismo ya que de esta manera podrán competir en igualdad de condiciones que el resto de operadores.

Basado en la experiencia internacional, el marco normativo que rija la subasta debería permitir proporcionar una opción (*opt-in*) a operadores que no dispongan de espectro en bandas bajas, reservando por ejemplo dos bloques de 2 x 5Mhz en dicha banda y fijando un precio de reserva asequible para dichos bloques. El resto de bloques quedarían disponibles para el resto de operadores que ya disponen de espectro en dicha banda. Esta propuesta debería de ir acompañada de una revisión de los *caps* actuales, sin que ello afecte negativamente a la posibilidad de llevar a cabo negocios sobre el mercado secundario del espectro.

Proyecciones a futuro

Es bien conocida la cantidad de nuevos casos de uso que serán posibles gracias a las mejoras en velocidad y latencia de la tecnología 5G: telemedicina, coche autónomo, realidad aumentada, etc. También otros actualmente en desarrollo por

fabricantes de equipos, operadores y verticales. Además, la industria debe ser capaz de encontrar una o varias *killer applications* que permita a los operadores un retorno razonable a las importantes inversiones previstas para la implementación de esta nueva tecnología.

Dado que 5G es todavía una tecnología en proceso de estandarización y pocos son aún los terminales compatibles con 5G, el 4G seguirá constituyendo la tecnología principal. No podemos olvidar que la tecnología 5G NSA se basa en el 4G existente, imprescindible para su funcionamiento. Tecnologías como 2G/3G, con capacidades de transmisión de datos muy inferiores, quedarán únicamente destinadas a proveer servicios de voz y MTC de bajo tráfico, habilitando la compatibilidad con terminales antiguos que aún todavía muchos clientes mantienen.

También se prevé que nuevas tecnologías ya presentes como WiFi 6, que proporcionan unas velocidades de acceso muy altas, puedan interactuar y complementar la tecnología 5G, de forma que los operadores puedan mejorar a través de ellas la oferta a sus clientes.

Entre los retos a los que nos enfrentamos, la seguridad seguirá siendo un aspecto clave en las redes móviles, aumentando si cabe su relevancia con la implementación de 5G. El incremento de nodos, la complejidad de la red con la implementación de nuevos servicios que utilicen datos de los clientes y los dispositivos conectados, harán necesario incrementar los estándares de seguridad implementados por los operadores.

En Grupo MASMOVIL estamos preparados para participar en esta carrera y para que la tecnología 5G nos permita mejorar nuestro servicio y continuar teniendo los clientes más satisfechos de España. ■



Orange

► AUTOR → Manuel Sánchez Malagón, director de Planificación de Red, Orange.

En sus 20 años en España, Orange ha jugado un papel muy relevante en inversión en infraestructuras e innovación en productos y servicios, hasta convertirse en el que hoy en el segundo operador convergente del mercado español, donde ofrece sus servicios a más de 20 millones de clientes y acumula una inversión superior a los más de 31.000 millones de euros. La compañía es hoy uno de los principales referentes del liderazgo de España en Europa en convergencia y en el despliegue de redes de fibra óptica, 4G y, ahora, en los primeros pasos de 5G.

Despliegue con garantías para los clientes

Orange quiere adoptar un papel protagonista en el desarrollo de 5G en España y, no en vano, somos el operador con mayor cantidad de espectro -100 MHz- en la banda 3,4 - 3,8 GHz, una de las más adecuadas para estos servicios futuros. Sin embargo, el lanzamiento de estos servicios ha de llevarse a cabo con las mayores garantías de calidad y fiabilidad para los clientes, de cara a que estos puedan disfrutar de todos sus beneficios. Y esto aún llevará algún tiempo debido a condicionantes tales como la asignación de frecuencias, la definición de los estándares de latencia y conexión masiva de objetos, la seguridad, el desarrollo de aplicaciones de valor o la presencia de suficientes teléfonos inteligentes compatibles en el mercado. En Orange tenemos claro, además, que nuestra apuesta irá por lo que se llama 5G Stand Alone o 100% 5G, que se basa en una red 5G independiente de la infraestructura 4G, diferenciándose así de experiencias anteriores con arquitectura Non Stand Alone (NSA), que utiliza la red 5G únicamente como una ampliación de capacidad de la red 4G.

Pensando en las ventajas de 5G - mayor velocidad, más objetos conectados y menor latencia- a día de hoy, solo está claro el estándar de velocidad, mientras que

los otros dos no llegarán hasta el 2020 o 2021. En otras palabras, hoy en día solo podemos ofrecer a los clientes el atributo de mayor velocidad, pero no podemos ofrecerles aún la menor latencia o más objetos conectados. Pero incluso para poder ofrecer la mayor velocidad, necesitamos que los clientes tengan smartphones 5G. Y actualmente hay pocos y caros.

Por ello, para Orange no hay urgencia y preferimos seguir trabajando en todos los aspectos que rodean a 5G para asegurar que, cuando sea lanzada esta tecnología, cumpla con todas las expectativas de los clientes, algo que vemos más cercano a finales del año próximo o incluso 2021. Para esta extensión de 5G será fundamental, además, la colaboración con ayuntamientos y Administraciones Públicas, así como una homogeneidad en la normativa municipal para el uso de mobiliario urbano y el acceso a la infraestructura existente y una simplificación en los procesos de puesta en servicio.

Mientras tanto, en colaboración con entidades, empresas de diversos sectores industriales y fabricantes, desarrollará distintas experiencias encaminadas a probar las múltiples posibilidades de esta nueva tecnología. En este sentido, Orange España está llevando a cabo pilotos en ocho ciudades con distintos casos de uso, como el turismo inmersivo, el automóvil conectado, la Industria 4.0, el soporte experto remoto aplicado a la industria y las emergencias, la seguridad (videovigilancia y reconocimiento facial), entre otros. Todos los pilotos que se están realizando actualmente ayudarán a iniciar la curva de aprendizaje de 5G.

En Valencia, por ejemplo, Orange tiene previsto desarrollar casos de uso en distintos sectores. En junio de 2019 Orange y la Universitat Politècnica de València presentaron distintos casos de uso de la nueva tecnología móvil 5G, con aplicaciones a

la robótica y a la conducción autónoma, como ejemplos de los futuros desarrollos que se pueden llevar a cabo con este estándar. Esta presentación de casos de uso sirvió como avance de los encuentros europeos "Global 5G Event" y "EuCNC 2019", también en Valencia y en los que representantes de distintos sectores industriales analizaron las múltiples oportunidades que ofrece esta nueva tecnología. Durante la primera jornada del "Global 5G event", los más de 600 congresistas presentes pudieron contemplar la primera videoconferencia holográfica 3D en España, es decir, dos señales de vídeo emitiendo en tiempo real sin casi latencia desde diferentes escenarios de la ciudad.

Subasta y reorganización del espectro

El pasado año se realizaron las primeras subastas en la banda 3,6 - 3,8 GHz, una de las más adecuadas para estos servicios futuros. En este proceso, Orange consiguió 100 MHz. Sin embargo, aún se precisa una reorganización del espectro completo 3,4 - 3,8 GHz para que todos los operadores dispongamos de nuestro espectro de manera contigua.

Además, la banda de 700MHz actualmente está ocupada por la TDT y no estará disponible para su explotación por parte de las operadoras antes de junio de 2020, tras la correspondiente subasta que deberá ser convocada por el Ministerio.

Nuevos casos de uso y modelos de negocio

Las prestaciones avanzadas del 5G, así como su seguridad y fiabilidad, facilitarán nuevos casos de uso y modelos de negocio, como el coche conectado, robots que controlen cadenas de montaje, equipos remotos para cirugía... aplicaciones hasta ahora inconcebibles con las redes que conocemos. Además, el beneficio ligado a 5G en los sectores salud, automóvil, energía y transporte, apunta a 100.000 millones de euros, según la Comisión Europea. ■





Telefónica

▶AUTOR → Javier Gutiérrez Álvaro, director de Estrategia y Desarrollo de Red y TI de Telefónica España.

Más capacidad acorde a la demanda

Siempre he sostenido que el despliegue de una nueva tecnología celular viene motivado por dos circunstancias. La primera, sería la necesidad de disponer de más capacidad, siendo habitual que la nueva tecnología proporcione más capacidad por la disponibilidad de nuevas bandas y/o mayor eficiencia espectral. La segunda, que permita el desarrollo de nuevos servicios que constituyan una demanda del mercado. Las dos anteriores solo tienen sentido cuando, además, la tecnología está madura; y esto, que parece una obviedad, es especialmente relevante en España, donde el despliegue de fibra hasta el hogar (FTTH) es tan relevante que gran parte de las necesidades de conectividad de alta velocidad en los hogares -que está siendo el principal *driver* de desarrollo en el mercado norteamericano- están ya cubiertas.

En este sentido, en Telefónica España llevamos desde principios de 2018 trabajando en todos esos frentes. Y seguiremos haciéndolo en 2019. Primero, probando la tecnología en campo que tenemos en funcionamiento en varias ciudades y asegurando la madurez tanto de equipos como de terminales, viendo qué nos puede aportar en términos de capacidad y nuevas prestaciones. Y segundo, conceptualizando y probando nuevos usos que puedan estimular esa nueva demanda de mercado. Estamos preparados para impulsar su despliegue. Si bien estamos perfectamente preparados para dar el pistoletazo de salida y saltar al mercado cuando sea necesario, pensamos que esto no ocurrirá antes de 2021. Es importante hacerlo en el momento justo, aquel en el que exista una demanda real del tipo de servicios que nos habilitará el 5G.

El papel de la Administración es, por supuesto, muy relevante, tanto en el

ámbito de la gestión del espectro, procurando un acceso razonable al mismo y una disponibilidad efectiva lo más cercana posible a su subasta, como en el apoyo que pueda prestar mediante la colaboración público-privada para impulsar casos de uso y generar un ecosistema de innovación.

Subasta según disponibilidad efectiva

La subasta de la banda de 700 MHz es muy relevante para lograr una extensión geográfica importante del 5G y conseguir penetración en interiores. Nuestra opinión es que la subasta debería realizarse en el momento en que exista certidumbre sobre su disponibilidad efectiva. Esto vendría precedido de los debidos pilotos que permitan a los operadores verificar sus prestaciones, ver las implicaciones de su despliegue y, en definitiva, estar mejor preparados.

Sobre el modelo de subasta la clave está en que se evite caer en la mera intención recaudatoria y que constituya un mecanismo razonable para que el acceso al espectro se produzca en las condiciones adecuadas, tanto de precio como de duración de las concesiones, que debe ser lo más larga posible (mínimo 20 años). Además, las obligaciones de cobertura, de existir, tendrán que ser racionales y proporcionadas. Todo ello es necesario para que los operadores adjudicatarios puedan invertir en el despliegue de las redes sin una carga previa por el acceso al espectro que, en vez de propiciar, lastre el desarrollo del 5G.

Los usos los determinará el mercado cuando conozca las posibilidades

Es difícil circunscribir los usos potenciales a unos pocos verticales de negocio. Nosotros estamos viendo cómo, a

medida que los diferentes sectores conocen y entienden las prestaciones que el 5G será capaz de traernos, conciben nuevos usos y servicios y enriquecen el ecosistema. Por el momento, parecen claros determinados usos relacionados con el vehículo conectado, IoT masivo -muy próximo al concepto de Industria 4.0 y *smartcities*-, control remoto de robots y maquinaria o retransmisión de contenidos en VR/AR (Realidad Virtual y/o Aumentada). Surgirán muchos más conceptos, sin ningún lugar a dudas.

Centrándonos en los habilitadores más operativos del despliegue del 5G creo que hay dos temas muy relevantes que deben resolverse. El primero, es la reordenación de la banda de 3,5 GHz -de la que se subastó la banda 43 hace más de un año-, que debe acometerse para garantizar a los operadores que disponen de su espectro contiguo y que pueden usarlo de manera eficiente. En segundo lugar, será preciso instalar nuevos equipos en un número ingente de emplazamientos, por lo que será de gran ayuda que la gestión de los proyectos sea ágil y sujeta a una normativa clara, sencilla y estable.

Y la seguridad...

Respecto a la seguridad, será especialmente clave en el 5G y debe existir una normativa -en la que está trabajando la CE con los Estados miembros- que cumpla varias condiciones fundamentales: estar armonizada a nivel europeo; soportar los estándares de GSMA/3GPP relativos a seguridad; estar coordinada con otras iniciativas adicionales de seguridad (GDPR, directiva NIS); ser eficiente en costes y que tenga el mínimo impacto en TTM (Time To Market) así como que cualquier certificación de equipamiento se realice a nivel europeo por una entidad verificadora independiente. ■



Vodafone

▶AUTORA → Julia Velasco, directora de Ingeniería de Red, Vodafone.

Vodafone fue el pasado mes de julio el primer operador español en lanzar comercialmente la tecnología 5G, con una cobertura de en torno al 50% de la población en 15 ciudades, y con la inclusión de los servicios 5G en todas sus tarifas (incluyendo las ilimitadas).

Este despliegue se ha realizado sobre las frecuencias que Vodafone obtuvo en la subasta de espectro de la banda de 3.600 MHz el pasado 2018, y en la que la compañía se convirtió en el único operador en disponer de 90 MHz de espectro contiguos para 5G.

Vodafone irá ampliando esta cobertura inicial en los próximos meses y años. Para ello será fundamental la puesta a disposición de los operadores de la banda de espectro de 700 MHz, que es la banda principal para la extensión de cobertura.

Modelo de despliegue

Respecto al modelo de despliegue, anunciamos el pasado mes de abril la firma de un acuerdo con Orange, para la compartición de infraestructura de red móvil mediante la tecnología RAN *sharing*, con excepción de las ciudades de mayor población. Este acuerdo garantiza la independencia de los dos operadores, pero ayudará, sin duda, a que ambos realicen un despliegue de la tecnología 5G a mayor velocidad y con mejores niveles de cobertura de lo que podrían afrontar de forma independiente, asegurando, en cualquier caso, la competencia y la posibilidad de diferenciación de los dos operadores en las grandes ciudades.

Subasta multi-ronda

En opinión de Vodafone el procedimiento idóneo para el otorgamiento de las concesiones es el de subasta multi-ronda económica ascendente, idealmente realizada por medios electrónicos, con precios de salida e incrementos razonables,

y con niveles de transparencia adecuados que permitan a los participantes en cada momento tomar las mejores decisiones para su estrategia.

Resulta fundamental que el procedimiento de licitación de este espectro no favorezca a unos agentes frente a otros (es decir, que no haya bloques reservados ni procedimientos discriminatorios), y que el objetivo de dicha licitación sea la de generar un entorno pro-inversor para garantizar el despliegue exitoso de la nueva tecnología, frente a un objeto cortoplacista y reduccionista de maximizar la recaudación.

Tanto los precios de salida de los distintos bloques de frecuencias como la tasa por reserva de espectro que se fije para esta banda de frecuencias o las reglas que se aprueben para dicho proceso (*caps*, incrementos, etc.) jugarán un papel importante en el resultado final. Al respecto, no hay que olvidar que el marco regulatorio permite la existencia de distintos negocios jurídicos de mercado secundario de espectro.

Si nos centramos en la banda de 26 GHz (que es la que se considera como susceptible para realizar reservas específicas), Vodafone considera que en el momento actual debe asignarse al menos 1 GHz de espectro (26,5 – 27,5 GHz) para que ellos lo utilicen indistintamente para todo tipo de aplicaciones. Esta banda será óptima para la prestación de servicios relacionados con aplicaciones verticales. No somos partidarios de la atribución de reservas de espectro para usos específicos, y consideramos que la asignación de espectro a los operadores garantiza el mejor uso del espectro a medio-largo plazo, tanto en términos técnicos como económicos.

Penetración y retornos

La evolución del tráfico 5G es relativamente incierta, si bien hasta las previsiones

menos optimistas coinciden en la necesidad de mayores cantidades de espectro y de inversión en redes, por el crecimiento del tráfico y de nuevos servicios como el vídeo HD. Este incremento del tráfico no se corresponderá de forma directa con un aumento de los ingresos por parte de los operadores de comunicaciones electrónicas. Esta realidad hace aumentar la incertidumbre del modelo de negocio que soportará la tecnología 5G y alienta la necesidad de una política pro-inversora para posibilitar y facilitar su desarrollo.

El reto fundamental es la creación de un entorno favorable para la inversión en redes que permitan materializar la sociedad del Gigabit y, por tanto, que favorezca la innovación, huyendo de modelos regulatorios restrictivos que supongan en la práctica innovar previo permiso. Asimismo, es importante la aplicación de una política de espectro que facilite y armonice la situación en Europa y se aleje de los modelos fragmentarios que simplemente extraen valor de la industria. También es vital la adopción de facilidades de despliegue en materia de urbanismo y de *small cells*, etc.

Vodafone está plenamente preocupada y comprometida con la seguridad. Pero también considera que cualquier obligación que se imponga en este ámbito debe ser razonable y proporcional, y no debe comprometer en ningún caso la viabilidad de los despliegues de las redes 5G (ni en coste, ni en plazos) ni imponer restricciones discriminatorias o dirigidas contra suministradores específicos.

La Comisión Europea aprobó con fecha 26 de marzo de 2019 una Resolución sobre la ciberseguridad en las redes 5G, y la compañía está de acuerdo con que cualquier obligación a adoptar debe realizarse a nivel europeo, y debe ser aplicada globalmente a todos los suministradores. ■



Samuel Álvarez
Ingeniero de Telecomunicación. TEDxTALK Speaker

El dilema de la seguridad 5G da alas a IA e IoT, un cóctel que hay que controlar

La llegada de la tecnología 5G va a permitir un desarrollo incluso más amplio y ‘poderoso’ del resto de tecnologías habilitadoras digitales. El desarrollo de la Inteligencia Artificial está llegando a ‘su adecuado punto de cocción’, y el Internet de las Cosas casi ya posibilita que ‘todo’ hable con ‘todo’. El cóctel está servido, un combinado que será difícil de controlar según en qué manos caiga. La seguridad va a ser para todo el mundo **el principal caballo de batalla** y será preciso elaborar un código ético que defina las líneas rojas y límites de su utilización.

Hace ya la friolera de más de tres décadas se estrenó una película de culto, cuyo guion se basaba en la idea de que una red inteligente, de máquinas conectadas, tomaba el control del sistema y aniquilaba a la humanidad. En aquella época era eso, ciencia ficción; una alucinación lejana y qué menos que imposible teniendo en cuenta el estado de la técnica en aquel momento.

Si hoy en día volvemos a revivir la película, con nuestro análisis ingenieril, de

forma crítica y vehemente, y analizamos la viabilidad de la situación, es probable que ya no se nos dibuje una risa burlona en el rostro con la expresión de imposibilidad, y más bien nos entre un ligero escalofrío respecto a cuán real y cercano podría estar ese escenario, conociendo el estado de la técnica y la tecnología que ahora tenemos.

Evidentemente, por un lado, se requiere de un ingrediente de Inteligencia Artificial (IA), que quizás hoy no tengamos

en “su adecuado punto de cocción”, a pesar de que hay sistemas que deban ser apagados literalmente, porque han inventado un lenguaje para hablar entre ellos que el ser humano no comprende. O sistemas de IA que reproducen una obra artística que un experto tasador no podría diferenciar de la pieza original. Es decir, vamos por ese camino; cuánto quede, quizás ahora no se sabe, pero lo que sí está claro, es que no mucho, o, al menos, ahora sí lo creemos viable y posible. Y como las

Si la entropía sube, la incertidumbre asciende; y si la incertidumbre asciende, el riesgo también lo hará

desdichas nunca vienen solas, a esta situación hay que sumarle otro punto rojo: el absoluto desgobierno o existencia de código ético que defina las líneas y límites a partir de las cuales se blinde el libre albedrío de un sistema de IA.

Por otro lado, tenemos un acrónimo que ha inundado nuestras vidas de forma desbordante, el querido ‘Internet de las Cosas’ (IoT). Ríos de tinta se han escrito sobre él, y lo que te ‘rondará morena’. Posibilidades del perfecto control de sistemas, máquinas y elementos electrónicos; todos gobernados al compás de un director de orquesta refinado, descentralizado y con capacidad de pulsar acordes imposibles que mueven miles, millones de elementos al son de la melodía que se requiera representar. Un director de orquesta, entusiasmado con que el movimiento sutil de sus manos haga sonar al unísono millones de yottabytes sin distorsión o desafine alguno. Todo hiperconectado, confiando en que los canales de comunicación y medios de transmisión nunca fallen, nunca colapsen y nunca, jamás, puedan manipularse. Tiene gracia, porque ya sabemos que esto hoy en día es posible, y lo seguirá siendo, solo que ahora, con tanta “cosa conectada”, con más difícil gobierno y gestión.

Finalmente, y para rematar este cóctel de acrónimos que conforman un “eje del mal”, tenemos la quinta generación de las comunicaciones móviles. La carrera hacia 5G comenzó hace muchos meses y todos los participantes tienen ya en su visión la línea de llegada. Pero aún se encuentran lejanas cuestiones preocupantes que no son baladíes, debido a que los participantes de la carrera se pierden solo en el ímpetu y la excitación social, industrial y económica que nos impulsa a la nueva era digital de la quinta generación. Pero ¿alguien está pensando en la ciberseguridad de este mundo tan hiperconectado y de tiempo real, cuando aún esta cuestión sigue siendo una realidad sin control para la situación tecnológica que tenemos en vigor actualmente?

La brecha de seguridad existente, ubicada entre la propia capacidad tecnológica del 5G y la capa de servicios que se apoyan en anchos de banda de vértigo y en latencias imperceptibles, resulta demasiado grande para que hoy en día se cante victoria.

Durante nuestro paso por la ingeniería y la universidad, muchos de nosotros vimos, disfrutamos y sufrimos diversos y variados conceptos aplicados a las

telecomunicaciones. Pero en concreto aprendimos uno de forma efectiva y que se aplica a todos los ámbitos de la vida y por supuesto a nuestra profesión: si la entropía sube, la incertidumbre asciende; y si la incertidumbre asciende, el riesgo también lo hará. Por lo tanto, la conclusión evidente es que habrá que poner nuevos y mejores mecanismos y herramientas que ayuden al buen control y gobierno del riesgo, así como plantear qué reglas ayudarán a resolver, mitigar o recuperar situaciones de riesgo consumado.

El 5G sin duda marcará un antes y un después en cuestiones de calidad de servicio hiperconectado. Aunque lamentablemente, y si no enfatizamos la necesidad de la ciberseguridad, también marcará el sufrimiento por nuevos y sofisticados ciberataques y vectores de daño, como la manipulación o alteración de servicios y sistemas de conducción automática o los servicios prestados mediante la interacción hombre-máquina que se realizarán a distancia. Y esto sin entrar a abordar las cuestiones de privacidad de las personas, cuestión que deberá ser contada en otra historia.

¡Ah!, y por si alguien dudaba de la película... era “Terminator”. ■

Si no enfatizamos la necesidad de la ciberseguridad, el 5G también traerá **nuevos y sofisticados ciberataques y vectores de daño**

Empresas usuarias

Mejoras y servicios diferenciados y más competitivos

Más allá de los ciudadanos individuales, serán las empresas las que, por necesidad en sus negocios, justifiquen y den sentido a la tecnología 5G. Bien sea por razones inherentes a las características de los servicios que ofertan, bien por el uso de otras tecnologías habilitadoras digitales que deben ser soportadas en comunicaciones de mayores prestaciones, las empresas pueden encontrar en el 5G **la única forma de mejorar sus procesos internos o de ofrecer servicios diferenciados, competitivos y de valor**. Los llamados 'casos de uso' en sectores determinados deberán ser el motor fundamental que impulse el despliegue masivo y comercial de esta nueva generación móvil.





Accenture

►AUTOR → Julio Juan, director general de la Industria de Comunicaciones, Medios y Tecnología en España, Portugal e Israel, Accenture.

El 5G tiene una gama de capacidades que impulsan numerosas posibilidades de uso: IoT de baja latencia, vídeo de gran ancho de banda, 3D, coche autónomo, TV inmersivas, etc. Sin embargo, según una encuesta realizada por Accenture, 51% los ejecutivos españoles todavía piensan que hay “muy pocas cosas” que 5G les permita hacer frente a la red 4G. No obstante, el 70% reconoce que les dará una ventaja competitiva. Las percepciones varían de sector a sector, pero es el mundo industrial donde se considera que la red 5G tendrá un impacto más revolucionario.

En este proceso, a la complejidad de las redes 5G se añade el delicado equilibrio de varios factores, entre los que se incluyen el rendimiento, la latencia, la fiabilidad y el número de dispositivos. Afrontar este desafío requerirá un nuevo paradigma en aspectos como la financiación, diseño, construcción y operaciones de red. Esto tendrá repercusiones en ámbitos operativos clave: los requisitos de espectro, los acuerdos de asociación, las características de la red, las herramientas de gestión y el análisis de datos. En comparación con el 4G, la tecnología 5G abordará una gama más amplia de espectro. Este permanecerá como un elemento crítico, y su disponibilidad y a qué coste (las compañías de telecomunicación tienen un alto endeudamiento en caso de negocio de final) impactará en los modelos de despliegue.

Por otro lado, el despliegue de la tecnología 5G requerirá el desarrollo de acuerdos dirigidos a compartir activos. Muchos servicios de alta fiabilidad demandarán cobertura en áreas remotas que están al margen de las redes actuales. En este sentido, una industria

en la que el operador aprovecha su infraestructura y red de comunicaciones y es accesible tanto para los clientes minoristas del operador como para los de la empresa puede ser un éxito para ambos.

Características de la red

La tecnología 5G proporciona varias capacidades de red adicionales que permiten la coexistencia de casos de uso mixto. A diferencia de las generaciones anteriores de tecnologías inalámbricas, la interfaz NR (New Radio) permite cierta flexibilidad estructural que posibilita que los recursos de la red se dividan entre aplicaciones de elevado ancho de banda y baja latencia dentro del mismo canal de frecuencia. La segmentación de la red, otra capacidad relevante, permite un servicio de extremo a extremo con cualidades predefinidas y un nivel predeterminado de seguridad de los datos, lo que brinda un marco más completo que las redes 4G.

Cuando observamos la necesidad de un mayor número de nodos debido a la corta distancia de propagación o bandas mmWave, una gran parte de la complejidad de la red la presentan las nuevas capacidades, como la segmentación de la red, la interfaz aérea flexible y la necesidad de nuevos tipos de acuerdos de compartición de activos y seguimiento (acuerdos del nivel de servicio). Por lo tanto, el uso de nuevas herramientas de gestión de redes, que aprovechan la Inteligencia Artificial, será clave para el éxito del 5G.

Su potencial completo no se alcanzará mediante el diseño de una única red que preste el mejor servicio posible en ese momento, sino que se debe analizar un sofisticado conjunto de datos

para determinar qué tipo de capacidades de red serán necesarias y en qué ubicaciones. Los operadores o proveedores de infraestructura que quieran liderar la red tendrán que aportar muchas decisiones para asegurar inversiones adecuadas. Desde la planificación del espectro y priorización de casos de uso, nuevos modelos de negocio y estrategia de dispositivos, hasta los complejos modelos de operaciones a implantar mientras se mantiene el control del OPEX. El éxito comercial de la tecnología 5G se verá también enormemente influido por la adopción de modelos de ingresos B2B y capacidades de atención al cliente. Elaborar modelos de las necesidades y comportamientos de los clientes B2B conllevará una complejidad adicional y, por consiguiente, requerirá un cuidadoso análisis.

Los cambios que promete 5G no tendrán lugar de la noche a la mañana, estarán lejos de la forma en la que tradicionalmente han operado las redes inalámbricas y con un enfoque más centrado en la solución. El ritmo de estos cambios dependerá no solo de los actores del ecosistema inalámbrico, sino también de las empresas, los consumidores y los reguladores. En última instancia, se recurrirá a un mayor número de herramientas que permita la cooperación y la creación conjunta de soluciones

La colaboración será imprescindible. El 72% de los directivos reconocen necesitar ayudar para imaginar las posibilidades futuras y los potenciales casos de uso. Todos, pero especialmente el sector industrial, debe empezar a prepararse para la revolución 5G que llegará. La carrera ha comenzado. Acelerar es crítico. ■



Acciona

►AUTOR → Arantza Ezpeleta Puras, directora general de Tecnología e Innovación de Acciona.

Uno de los titulares protagonistas en el ámbito de las telecomunicaciones durante este 2019 ha sido el inicio del despliegue comercial de la tecnología 5G. Aunque hemos oído hablar mucho de su papel en las guerras comerciales entre las grandes potencias, el público en general no tiene claro cuál será su papel en nuestro día a día más allá de alguna mejora de las actuales prestaciones.

Sin embargo, desde el ámbito empresarial llevamos tiempo analizando sus potenciales aplicaciones y preparándonos para su aprovechamiento. IDC prevé que el volumen de datos digitales pase de 40 ZB en 2019 a 175 ZB en 2025 y que, para ese año, el 60% sea generado y gestionado por empresas. En ACCIONA, como grupo internacional con una importante diversidad de actividades empresariales, tenemos una amplia visión del potencial de esta tecnología.

La actual cuarta revolución industrial (o segunda era digital, según se mire), en la que nos encontramos de lleno, necesita mayores capacidades de velocidad y seguridad, menores tiempos de latencia y todo ello con un menor consumo energético. El 5G responde a estas necesidades.

Cualquiera de los ámbitos de la transformación digital en los que estamos inmersos las compañías se apalancará en este avance; desde el despliegue del 'lo', la robótica avanzada o la inteligencia artificial hasta la utilización de la realidad mixta. Lejos de querer proponer un listado de potenciales aplicaciones del 5G basándome en futuribles o intangibles, me gustaría exponer algunos casos concretos en nuestra realidad empresarial.

5G en la construcción

Ejemplos reales podemos encontrar en el sector de la construcción, una de las principales actividades de ACCIONA,

donde el 5G será un importante habilitador de la interacción entre las personas y las máquinas (HCI) así como de la mejora de la experiencia de usuario (UX). En concreto, nos está permitiendo gestionar de forma remota maquinaria pesada de manera más eficiente y reduciendo riesgos innecesarios. A mediados del año pasado realizamos, utilizando redes 5G junto con robótica avanzada e inteligencia artificial, la puesta en marcha del primer *dumper* autónomo de 55 tn en nuestro parque de maquinaria.

Siguiendo en el ámbito de la robótica, otra de las aplicaciones es la automatización de tareas logísticas en la actividad de distribución. El mayor ancho de banda nos permite incrementar por cien el número de dispositivos conectados, así como lograr comunicaciones casi instantáneas; mejoras muy relevantes en entornos limitados como plataformas de distribución o almacenes. Esta es otra de las líneas en las que estamos trabajando y en la que hemos conseguido presentar en el MWC de Barcelona de este año -junto con Cisco, Orange y Samsung- el primer robot de logística teleoperado con 5G.

La evolución de otros sectores como el desarrollo de infraestructuras de energía renovable se verá beneficiado sin duda de este nuevo estándar. La mayor sensorización de activos, la utilización de drones para su monitorización en tiempo real y el desarrollo de analítica predictiva y prescriptiva nos permite aumentar la disponibilidad y vida útil de nuestros activos, incorporar sistemas de gestión y almacenamiento de energía más complejos y aumentar su grado de descentralización. La implantación de aplicaciones 5G para la gestión de estas infraestructuras críticas aumentará su confiabilidad, brindando tanto para las empresas como para la

Administración Pública mayor seguridad de suministro.

Realidad virtual

Otra de las aplicaciones que claramente nos están mostrando un importante recorrido es la utilización de la realidad virtual y aumentada tanto en ámbitos productivos como asociados al ocio. Solo por mencionar algunos casos de uso, la utilización de la RV en marketing está siendo ampliamente demandada (un claro ejemplo son los tours virtuales en el sector inmobiliario). Respecto al sector del entretenimiento, más allá del impacto obvio en el mundo del videojuego, se están descubriendo oportunidades de nuevos negocios. Los asistentes al festival de Cruilla (Barcelona) 2019 pudieron probar y experimentar por primera vez un *live streaming* de 360° en un proyecto de aplicación de la tecnología 5G a la realidad virtual de ACCIONA junto a Cellnex, MasMovil, Qwilt, impulsado por el festival y Mobile World Capital Barcelona. Imaginense la sensación de estar virtualmente sobre el escenario con su artista predilecto en directo o en la pista junto a su deportista favorito.

Este artículo pretende ser concreto, pero lógicamente podemos imaginar más utilidades: el despliegue -parece que más real de lo que pensamos- de todo tipo de vehículos autónomos en nuestras calles o de nuevos servicios sociales o sanitarios solo podrán venir de la mano de esta tecnología. Resulta complejo, más aún en estos tiempos tecnológicamente vertiginosos, predecir con exactitud cuál será la importancia del despliegue del 5G en nuestras vidas. Todo parece indicar que tendrá un papel muy relevante en el desarrollo empresarial, sin embargo, aún existen retos y desafíos que debemos afrontar de manera conjunta administraciones, operadores, empresas y usuarios. ■



IBM

►AUTOR ► **Andrés Farreny Vallés**, Sales manager Telco&Media, IBM Spain.

El 5G es un área fundamental para los operadores de nuestro país. Sin embargo, la cuestión que está sobre la mesa de los comités de dirección de todos los operadores es cuáles van a ser las aplicaciones que harán despegar el 5G en la industria y cuándo. Desde el otro lado de la ecuación, fuera de los departamentos de innovación, no estamos viendo aún mucha inquietud sobre cómo hacer uso de las ventajas que ofrece el 5G para seguir transformando los negocios.

En general parece haber un consenso de que aún no es el momento para acelerar el despliegue de la red. Los operadores apuntan a tener desplegada su red en 2021 y el ecosistema, público y privado, empieza a organizarse con el objetivo de que 2020 sea el año en el que se determine donde podrá estar la demanda y el negocio.

Actualmente, los operadores están explorando la tecnología de 5G con los diferentes fabricantes y *partners*, desarrollando múltiples pilotos en áreas. Por ejemplo, *Gaming on the move*, como uno de los grandes atractivos para la comunidad de jugadores ya que la baja latencia ofrecerá la misma experiencia que el juego conectado a través de la fibra del hogar. Combinando la latencia y el incremento de ancho de banda aparecerán nuevos servicios de *gaming* en la nube y podremos tener videoconsolas de altas prestaciones en la nube.

Por otra parte, se espera un incremento en consumo de servicios de video *streaming* de contenidos en 4K así como en 8K. Ya hay compañías como Huawei que están lanzando televisores que combinan 5G y 8K. En lo que res-

pecta a los hogares inteligentes conectados: el aumento del ancho de banda o la aparición de nuevos equipos y sensores de bajo consumo abrirá la puerta a nuevos objetos conectados que se podrán controlar de forma inteligente. Empezaremos a ver nuevos dispositivos conectados como cámaras, cerraduras, electrodomésticos, etc. Será un hogar hiperconectado y gestionado de una forma mucho más eficiente y en tiempo real. En el caso de la seguridad en el hogar cada segundo cuenta y las bajas latencias permitirán controlar los incidentes de seguridad y poder reaccionar mucho más rápidamente.

En logística y automoción

En el área de la logística y automoción se espera la mejora en la gestión del tráfico de flotas de vehículos o poder disponer de información completa de los múltiples componentes del vehículo y realizar así toma de decisiones en tiempo real o tener la posibilidad de conducir vehículos de forma remota sin conductor gracias a la baja latencia.

Respecto al ámbito sanitario y de seguros, los médicos tendrán a su alcance muchos más datos provenientes de nuevos sensores para mejorar la monitorización de los pacientes en tiempo real y realizar mejores diagnósticos. La posibilidad de realizar intervenciones a distancia mediante robots de intervención remota será otra aplicación gracias a la mejora de la latencia y el ancho de banda que ofrece el 5G.

Para la Industria 4.0 la necesidad está en la conectividad que enlazará las máquinas, los procesos, los robots y las personas para crear capacidades de producción más versátiles y dinámicas. En las fábricas modernas las paredes,

techos y el suelo de la fábrica son objetos fijos pero el resto de los componentes serán objetos que se conectarán a modo de *'plug and play'* para poder adaptarse a las necesidades de producción en cada momento.

Design Thinking

Desde IBM venimos colaborando en 5G con tecnología y servicios como, por ejemplo, en la creación de factorías de innovación de servicios 5G mediante la aplicación de IBM *Design Thinking* y técnicas de prototipado rápido de aplicaciones de negocio con una fuerte componente de inteligencia artificial, realidad aumentada, *cloud* y *devOps*. A través de nuestra aproximación *hybrid multicloud*, junto con nuestra reciente adquisición de Red Hat, ofrecemos una plataforma de *edge computing* basada en código abierto y en contenedores, segura y escalable que ofrece la flexibilidad y agilidad necesaria del despliegue y operación de estas nuevas aplicaciones.

Estamos también colaborando en un área que creemos será clave para la viabilidad de esta nueva red y la reducción de sus costes: la automatización de la operación y orquestación de funciones virtuales mediante el uso de inteligencia artificial con IBM *Watson*, analítica predictiva, automatización y abierta e independiente de fabricantes de los componentes de la red.

5G llega a nuestras vidas para mejorarlas y para hacer más competitivos nuestros negocios. Los operadores están cumpliendo con sus compromisos de despliegue y ahora es el momento del ecosistema de idear como beneficiarse de las nuevas posibilidades que nos ofrece. ■

El COIT opina

3 retos para el despegue del 5G y una esperanza fundamentada



►AUTORES ► **Silvia Jiménez**, miembro del Grupo de Políticas Públicas y Regulación. COIT.Subdirectora Observatorio TIC y Avance Digital, Red Horizontes ISDEFE. **Antonio Portilla**, coordinador del Grupo de Políticas Públicas y Regulación. COIT. Director Observatorio TIC y Avance Digital, Red Horizontes ISDEFE.

5G no es el futuro, es una realidad ya en el presente. El nuevo sistema de comunicaciones móviles que, como dicen los anuncios, 'lo cambiara todo' ya ha comenzado su caminar. Sin embargo, debemos tener en cuenta que, como si fuese una persona, va a tener un desarrollo temporal y madurativo desde su nacimiento hasta que llegue a la etapa adulta. Actualmente, es un niño que comienza sus primeros pasos a base de pilotos en entornos reales y mediante despliegues comerciales bajo el estándar NSA (non-standalone). Este estándar emplea un interfaz radio basado en 4G LTE+ y tiene funciones de core limitadas. Es seguro que el 5G maduro, en su etapa adulta, será completamente diferente al actual, y en ese proceso de evolución se enfrentará a multitud de retos, que nosotros hemos clasificado en tres grupos.

Reto tecnológico

Hoy en día, y aunque la investigación, la innovación y el desarrollo tecnológico están avanzando a marchas forzadas, es razonable pensar que el 5G no está completamente maduro. Existen pilotos masivos y pruebas en entorno real, pero el verdadero hito se producirá cuando comiencen los despliegues reales y veamos los puntos de saturación. Las tecnologías de acceso al medio NOMA (non-orthogonal multiple access), la densificación y las small cells, massive MIMO (mMIMO) y beamforming, la necesidad de garantizar la seguridad y privacidad, la calidad de servicio y network slicing, o el problema del dimensionado y de la tecnología de transporte en el fronthaul

son, entre otros, algunos de los ámbitos donde queda camino por andar.

Reto económico

Es evidente que existen verticales de uso (transporte, turismo, salud...), pero los agentes del mercado y principalmente los operadores, no tienen claro el esquema de monetización. Algunas líneas de pensamiento indican que no existe (todavía) una killer application que justifique la introducción del 5G. Aunque también hay opiniones que piensan que el conjunto de servicios estrella que justificará las inversiones aparecerá cuando se despliegue la tecnología. Pero esta incertidumbre es un problema en un sector que, ya de por sí, muestra cierta fatiga y al que se le exige la actualización de infraestructuras cuando todavía no se han amortizado las inversiones en la tecnología anterior.

Reto regulatorio y social

La propia revolución que supone la tecnología 5G implica cambios en la propia concepción de la manera de comunicarnos. Aspectos como la posible brecha digital (tanto económica como competencial), las potenciales amenazas para la seguridad o la tan manida desconfianza hacia las 'temidas antenas', deben ser tratados adecuadamente por todos los agentes del mercado, incluidas las administraciones, para permitir la asimilación de la tecnología. Por otra parte, las propias autoridades, en el uso de sus competencias, deben asumir que estamos en un marco de trabajo nuevo y, por tanto, la regulación también debe flexibilizarse en muchos aspectos, que van desde el urbanístico hasta el recaudatorio.

Mensaje de optimismo

La esperanza fundamentada del éxito del 5G radica en que no es la primera vez que, como sector, nos enfrentamos a una aventura con tantas incertidumbres (previas) y dificultades. Por ello, es necesario transmitir a la sociedad un mensaje optimista sobre el despliegue del 5G. Actitudes conservadoras y/o restrictivas pueden llevarnos, tanto en España como en Europa, a perder el tren del liderazgo de esta revolución tecnológica, como ya nos ocurrió anteriormente, por ejemplo, con el 4G. Corremos un riesgo serio de quedarnos como una mera colonia tecnológica y que nuestros operadores y empresas sean únicamente satélites de grandes colosales situados en el eje del Pacífico.

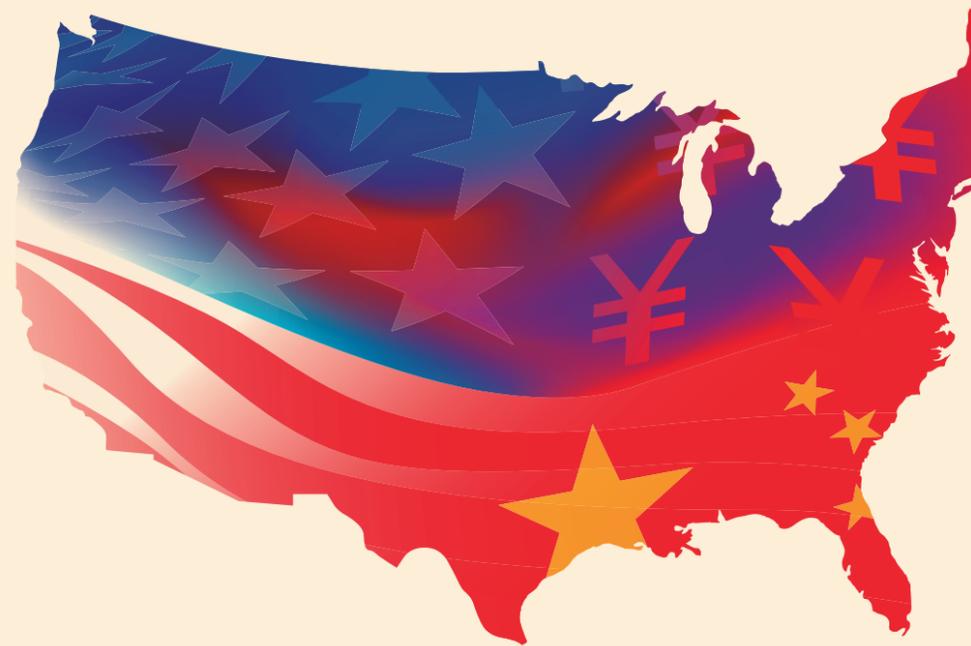
Pero eso no va a pasar, pues el mercado está en movimiento. Sin embargo, comprensiblemente, para evitar errores pasados e inversiones infructuosas, el sector telco está actuando de manera prudente, introduciendo el 5G y sus servicios donde es necesario, de manera gradual y siempre que las tecnologías previas no tengan capacidad adecuada para proporcionar el servicio final al cliente.

En este sentido, las noticias sobre las actuaciones y avances de los operadores, la actividad de la Secretaría de Estado para el Avance Digital para poner a disposición del mercado las bandas de frecuencias identificadas como prioritarias para el despliegue del 5G, o los pilotos 5G de Red.es, por nombrar algunas, dan esperanzas fundadas de que en el breve plazo de unos dos años tendremos el 5G entre nosotros. ■

Ramón Millán
Ingeniero de Telecomunicación

Sector de las telecomunicaciones más estratégico, imposible

Mientras que Estados Unidos o China se están preparando para la gran carrera tecnológica de las telecomunicaciones, Europa está rezagada a la hora de otorgar al sector la importancia que está tomando a nivel mundial y el papel estratégico que le están dando las grandes potencias. ¿Va a seguir permitiendo la Unión Europea que cada vez seamos más irrelevantes en nuevas tecnologías?



Para Estados Unidos, líder en productividad e innovación mundial, el sector de las telecomunicaciones es, sin lugar a dudas, estratégico. Incluso Donald Trump, que siempre se ha movido mejor en los sectores de la construcción, la restauración y el juego, ha enviado continuos mensajes de apoyo a sus operadoras y fabricantes de telecomunicaciones.

Trump ha manifestado en más de una ocasión que quiere tener tecnología 5G, e incluso 6G, lo antes posible. Lo cierto es que el coste de las licencias de 5G para las operadoras norteamericanas es bastante inferior, considerando la extensión y la población, que el de las europeas. Y allí, por supuesto, las operadoras no tienen que financiar a los canales de televisión pública.

El presidente de los Estados Unidos también ha bloqueado la entrada de las empresas chinas porque quiere evitar el espionaje económico, industrial y político. No comparto las formas ni todos los motivos de este veto a los suministradores chinos, creo que hay otras soluciones, pero su preocupación demuestra que las telecomunicaciones

Estados Unidos o China se están preparando para la gran carrera tecnológica de las telecomunicaciones, pero Europa está rezagada a la hora de otorgar al sector la importancia que está tomando a nivel mundial

Las políticas regulatorias de la Unión Europea lastran la cuenta de resultados de las operadoras y están suponiendo que cada vez seamos más irrelevantes en nuevas tecnologías

se consideran un pilar fundamental de su economía, inteligencia y seguridad nacional.

Sin embargo, para Europa el sector de las telecomunicaciones no es estratégico. Sus políticas regulatorias han lastrado la cuenta de resultados de las operadoras y, como efecto en cadena, han reducido el empleo y la capacidad de innovación de los suministradores, llevando a muchos a su desaparición.

En los países de la Unión Europea no hay vetos ni trabas a fabricantes de China, Estados Unidos, Corea del Sur, etc., ni se imponen las mismas reglas (socios locales, contratistas con acuerdos de transferencia tecnológica, etc.) que los propios suministradores europeos tienen que cumplir obligatoriamente para poder vender en algunos de estos países, donde al final en muchas ocasiones consiguen pequeñas cuotas de mercado a un precio incluso inferior al de los suministradores locales, poniendo además en riesgo la protección de su conocimiento y propiedad intelectual.

La competencia empresarial conlleva una mejora de productos y procesos, lo que deriva en una mayor innovación y calidad de los productos, y en unos precios más competitivos. Sin embargo, debemos aplicar localmente las mismas reglas (requisitos regulatorios, aranceles aduaneros, trabas administrativas, subsidios industriales, etc.) que son aplicadas a los suministradores locales cuando quieren vender en el exterior.

En España y otros países de Europa hay más operadoras que en países mucho

más grandes, como China o Estados Unidos. La situación actual es que la red de acceso móvil ya ha sido externalizada en varios casos y su infraestructura es compartida por varios operadores. Con los avances tecnológicos de 5G ('cloud native', 'network slicing', etc.) las operadoras podrían incluso llegar a compartir también el núcleo de la red. Si las operadoras no pueden competir y jugar con las mismas reglas que los OTT (plataformas *Over The Top*) al final acabarán convirtiéndose en OTT, con el impacto que esto supondría tanto en inversión y calidad de infraestructura de telecomunicaciones como en empleo y creación de riqueza.

En los últimos años han aparecido tecnologías revolucionarias, como 'big data' o 'blockchain', que van a traer grandes beneficios a usuarios y empresas, pero a costa de altos consumos energéticos debido a la elevada capacidad de procesamiento que requieren. Europa, y en especial España, tienen una alta dependencia energética y un elevado coste de energía. Sin embargo, los reguladores parece que no ven en esto un problema. Al igual que la eficiencia en la fabricación depende mucho de los bajos precios energéticos, las nuevas soluciones tecnológicas, para ser competitivas, requerirán también de energía barata. De no ser así los grandes centros de datos se irán fuera de nuestras fronteras.

Según datos de Eurostat, el coste de la energía española está a la cabeza de todos los países de Europa. De hecho, el efecto es más acusado para las familias que menos consumen, pues en

España se paga un alto porcentaje de gastos fijos que no dependen del consumo de gas o electricidad. Los reguladores no buscan medidas efectivas para tratar de reducir esos precios; es más, los protegen poniendo barreras, tales como, por ejemplo, las que afectan al autoconsumo y la venta de excedentes a la red.

En el caso de las telecomunicaciones, Europa ha implantado una política de roaming sin recargos, permitiendo que la tarifa utilizada dentro de sus fronteras sea la misma que tenemos en casa, sin tener en cuenta que estamos utilizando una conexión más compleja y con más operadores, equipamiento y tecnología involucradas.

Sin embargo, la Unión Europea no acaba de impulsar de la misma forma la creación de un mercado europeo de la energía integrado y competitivo, reduciendo la dependencia exterior, mejorando la eficiencia energética y potenciando el uso de energías renovables.

No es de extrañar que en este contexto las empresas energéticas que operan en el 'Viejo Continente' y, en especial, en España, tengan unos excelentes beneficios y flujos de caja, a la vez que su cotización en Bolsa esté en máximos. En cambio, las operadoras y los suministradores de telecomunicaciones, no levantan cabeza. Las políticas de la Unión Europea están suponiendo que cada vez seamos más irrelevantes en nuevas tecnologías -en cuanto a empresas, investigadores, innovación, gasto en I+D, etc.-, a pesar de su gran importancia en el incremento de la productividad, la mejora en la calidad de la vida, el ahorro energético, la reducción de la contaminación, el cuidado medioambiental, la seguridad... Por otro lado, cada vez tenemos una menor eficiencia energética, con el consiguiente impacto en el empeoramiento de la calidad de vida, la reducción de la productividad, la deslocalización y el cierre de empresas, el aumento de despidos... ■



► AUTOR → Redacción BIT

Entrevista

Marta **Balenciaga**

Decana-presidenta del COIT y presidenta de la AEIT

«No soy capaz de imaginar ninguna evolución en ningún campo que **no esté basada en la tecnología de nuestro sector**»

Tanto ella misma como la Junta de Gobierno que dirige están decididos a luchar por **mantener la transversalidad de la profesión ante los intensos retos a los que se enfrenta y a abrir el sector a la sociedad y a las nuevas vocaciones**. Tras más de un año como decana-presidenta de la Junta de Gobierno del Colegio Oficial de Ingenieros de Telecomunicación (COIT) es también desde el pasado mes de abril presidenta de la Asociación Española de Ingenieros de Telecomunicación (AEIT), cargos que compagina con su trabajo en ADIF.

Hace ahora poco más de un año desde la elección de la actual Junta de Gobierno del Colegio ¿Qué primeros pasos se han dado ya y cuáles destacarías por su especial relevancia?

Ha sido un año muy intenso y lleno de retos para todos los miembros de la Junta. Creo que ha habido muchas actuaciones tanto a nivel interno como externo. A nivel interno, destacaría la reactivación de la corresponsabilidad de todo el ámbito territorial en la toma de decisiones del Colegio y la labor que se está haciendo con toda la estructura territorial orientada a conseguir un modelo más flexible y eficiente de trabajo que nos permita llegar a cada rincón y aportar en función de las necesidades que se tienen en cada Comunidad Autónoma. A nivel externo destacaría el refuerzo de las relaciones institucionales, de la comunicación y de la presencia social, todo ello con el ánimo de conseguir una institución más abierta hacia nuestros propios colegiados y a la sociedad en general.

Aún quedan tres años para concluir este mandato que terminará en 2022. ¿Cuáles serán los principales objetivos de la Junta en este período?

El objetivo fundamental es reforzar la 'marca Ingeniero de Telecomunicación' impulsando acciones que nos den una mayor visibilidad como profesión, acorde al decisivo papel que hoy en día estamos jugando y que favorezcan el que se nos asocie de forma natural con todas las recientes tecnologías sobre las que se soporta la transformación digital de la sociedad.

Igualmente, y como resultado de nuestro compromiso con la sociedad, nos planteamos fortalecer la colaboración con la Administración en el desarrollo de los retos tecnológicos del país, siendo partícipes de él, y trabajar para que tanto nuestros profesionales como instituciones y empresas perciban el Colegio como una entidad de referencia. Creo que es importante reforzar el mensaje de que juntos podremos canalizar de mejor forma toda nuestra aportación a la sociedad.

Por último, pero no menos importante, nos debemos esforzar en contribuir decididamente para lograr una mayor visibilización de la mujer en el sector tecnológico.

Precisamente, hay dos aspectos que parecen relevantes en la visión de futuro de la actual Junta de Gobierno: la presencia de la mujer en el mundo de la ingeniería y la necesidad de que la profesión, a través del Colegio, se abra más a la sociedad ¿Cómo se va avanzando en ambos temas?

Como comentaba anteriormente, son dos aspectos muy importantes de nuestra visión. En cuanto al primero, en el Grupo de Trabajo 'Mujer IT' estamos realizando una incesante labor en la promoción de vocaciones tecnológicas. Tampoco hemos querido inventar la rueda puesto que hoy en día hay muchísimas iniciativas al respecto, por lo que nos hemos adherido a varias de ellas con la firma de convenios de colaboración que nos están permitiendo tener más visibilidad y, sobre todo, hacer llegar nuestra voz y trabajo a niñas y jóvenes para que las vocaciones tecnológicas sigan aumentando.

Respecto a la apertura de nuestra profesión a través del Colegio, en este año hemos hecho un importante esfuerzo por mantener el máximo número de canales abiertos, tanto con nuestros colegiados como con el resto de la sociedad. Nuestra presencia en redes sociales ha aumentado considerablemente y hemos iniciado también la necesaria renovación de nuestra publicación de referencia, la revista BIT, que creemos que ya se ha ido notando y que se consolidará en los próximos meses. Esta renovación alcanza del mismo modo a la página web y a otras áreas en las que se está trabajando para poder llegar mejor y ser más cercanos.

Además de decana-presidenta del COIT, desde el pasado mes de abril también eres presidenta de la AEIT. Este nuevo cargo supone que, de hecho, tanto el COIT como la AEIT



“

Nos proponemos fortalecer la colaboración con la Administración en el desarrollo de los retos tecnológicos del país

estén dirigidos por equipos con el mismo liderazgo. ¿Tener ambas entidades alineadas es también una de las prioridades que se han marcado?

Lo que necesitamos, y en ese sentido estamos trabajando, es reforzar la marca 'Ingeniero de Telecomunicación', no solo de cara a las instituciones públicas o empresas, sino también a toda la sociedad. Con una marca fuerte que reúna a los mejores profesionales y aúne el conocimiento y esfuerzo del colectivo, todos saldremos ganando. Por eso es tan importante que las dos instituciones referentes de nuestro sector estén alineadas en sus programas y trabajen en objetivos comunes en todo el territorio.

Esto se ve favorecido por nuestra propia estructura, ya que hemos conformado las dos Juntas integrando a los máximos representantes de cada demarcación/delegación. Hemos retomado la celebración de dos encuentros territoriales por año en distintas ciudades españolas, promovemos la participación de los territorios en las comisiones de trabajo de temas estratégicos y hemos retomado también la reunión anual de empleados de ambas instituciones, que ha tenido lugar durante el mes de septiembre.

El sector de las telecomunicaciones está viviendo un momento especialmente intenso ¿Cómo consideras que evolucionará tanto el sector como la actividad de sus profesionales en la próxima década que está a punto de comenzar?

La pregunta en sí misma encierra un problema y es el relativo al horizonte temporal: una década. Actualmente, los ciclos tecnológicos son mucho más reducidos, alrededor de cinco años como máximo, y aventurar más allá es, cuanto menos, arriesgado. Sin embargo, hay aspectos o tendencias que son comúnmente aceptadas, entre las que destacan la 'softwarización' de las redes de comunicación, los sistemas 'smart' en su generalidad (*Smart cities, Smart mobility*), los interfaces ciberfísicos en la industria 4.0 y el desarrollo sostenible (*Green IT*).



Vamos a esforzarnos para hacer llegar nuestra voz y trabajo a niñas y jóvenes para que las vocaciones tecnológicas sigan aumentando

En cuanto a los profesionales, hay una cosa que es absolutamente evidente y que, desde el COIT, en los diversos informes que producimos, venimos remarcando. Es necesaria una formación continua, actualización permanente y extrema flexibilidad para adaptarse a las tendencias tecnológicas. Desde nuestro punto de vista, el profesional IT deberá evolucionar en una doble vertiente: habrá técnicos muy especializados en una vertical concreta y gestores muy trans-

versales capaces de saltar de un proyecto a otro con alta adaptabilidad.

¿Será el sector de las telecomunicaciones el ‘gran protagonista’ de transiciones tan importantes como 5G, Inteligencia Artificial, uso masivo del Big Data o robotización de los procesos industriales, por poner solo algunos ejemplos?

El sector de las telecomunicaciones ha evolucionado y se ha revolucionado de manera radical en los últimos 50 años. Lo que al principio de siglo era el núcleo de nuestra profesión, como era la infraestructura de red, es actualmente solo una parte (y, posiblemente, no la más contributiva) de nuestra dedicación. Es por ello que, en vez de hablar del sector de las telecomunicaciones debemos llamarlo ‘HiperSector TIC’, que incluye toda la cadena de valor, desde el equipamiento hasta los contenidos. Este ‘HiperSector’ está en el núcleo, en la raíz de cualquiera de las transiciones que nos llevan hacia la sociedad “Gigabit”. Es más, no soy capaz de imaginar ninguna evolución en ningún campo, desde la medicina pasando por la economía, el derecho o la sociología, que

no esté basada, en mayor o menor medida, en la tecnología de nuestro sector.

Sin embargo, ¿consideras que actualmente la sociedad conoce, sabe y valora el papel del Ingeniero de Telecomunicación? ¿Saben los ciudadanos qué hay detrás de la tecnología que les está cambiando la vida a un ritmo tan rápido?

Bueno, creo que la sociedad en general nos tiene encasillados en el área por excelencia de nuestra ingeniería. Por defecto su pensamiento se va al ingeniero que les resuelve las comunicaciones, nos relaciona con las antenas, los radioenlaces y las torres de telecomunicaciones, cuando en realidad la labor de un Ingeniero de Telecomunicación abarca mucho más que eso. Su formación es amplia en todas las tecnologías de las que hemos hablado antes, capacitándolo para dar respuesta al uso de éstas de forma transversal en múltiples sectores.

Además, la sociedad no es consciente muchas veces del impacto del uso de la tecnología, más allá de que sabe que al darle a un botón del ordenador o en el teléfono somos capaces de hablar al ins-

tante con nuestro hijo en Estados Unidos, por poner un ejemplo. No se pregunta tampoco cómo es posible que eso ocurra ni es consciente muchas veces del valor de los profesionales que están detrás.

Las profesiones se están diluyendo en la gran oferta de estudios que existe actualmente. Por eso, uno de nuestros objetivos ha sido, precisamente, llevar a la sociedad tanto el papel de la tecnología en nuestro día a día y su impacto real como el del Ingeniero de Telecomunicación como profesional capaz de entenderlas y aplicarlas para resolver problemas.

Hablando sobre nuestro entorno más cercano, la Unión Europea señala la próxima década, entre 2020 y 2030, como un período clave para la consolidación de una sociedad innovadora, sostenible y tecnológicamente avanzada ¿Crees que España estará a la altura de estos nuevos retos?

Desde un punto de vista tecnológico, España está en una posición privilegiada. El despliegue masivo de fibra óptica -en lo que somos punteros en Europa-, así como la estrategia nacional en 5G, por citar algunos elementos clave, hace que estemos preparados para acometer los retos de la década. Sin embargo, hay aspectos concretos, muchos de ellos regulatorios, en los que el sector debe trabajar junto con la administración para solventar los escollos y dificultades que estas tecnologías y sus servicios asociados presentan. Si no se acometen reformas y flexibilizaciones en el sector, a corto plazo -en dos o tres años- corremos el riesgo de que España y, en general, Europa se queden como una mera colonia tecnológica de los grandes ejes geopolíticos que actualmente están centrados en el Pacífico.

¿Qué ventajas económicas y sociales aporta la transformación digital en términos generales? ¿Liderarán el futuro aquellas sociedades que sepan invertir más en innovación y adaptarse mejor a los cambios que provoca la tecnología?



Con una marca fuerte que reúna a los mejores profesionales y aúne el conocimiento y esfuerzo del colectivo, todos saldremos ganando

Toda transformación implica riesgos y oportunidades. Como toda revolución (tecnológica) es evidente que va a haber una serie considerable de puestos de trabajo que queden obsoletos, y por lo tanto sean sustituidos por sistemas automáticos, mientras que, al igual que todos los precedentes en la historia, se crearán un considerable abanico de oportunidades laborales. Lo que sí está claro es que será necesario un importante proceso de reciclaje, que afectará a toda la sociedad, y que, como cualquier proceso de cambio, no estará exento de dificultades.

Sin embargo, sinceramente considero que las ventajas de todo el proceso van a estar muy por encima de los posibles inconvenientes. Si aprovechamos bien las oportunidades tecnológicas, aumentaremos radicalmente la productividad de los recursos humanos, reduciremos la brecha digital, la conectividad facilitará la cohesión territorial y la *e-Health* permitirá una mejor asistencia sanitaria, tanto en tiempo como en efectividad... por citar algunos ejemplos concretos.

Pero todo ello, y más en nuestro país donde la industria más “hard” no tiene un peso tan elevado como en otros países, dependerá claramente de si generamos un ecosistema de innovación adecuado. Es necesario que las empresas y los centros tecnológicos trabajen codo con codo en un ambiente que favorezca la creación y potenciación de empresas innovadoras, y que la administración aligere los procesos y cargas para lograr tener productos disruptores en el mercado cuanto antes. En nues-

tro sector, la ventana de oportunidad es crucial, y muy estrecha. Los países y sociedades que no tomen este camino quedarán relegados a una segunda línea de evolución donde los beneficios no serán tan considerables.

¿Será capaz la sociedad de la información y la comunicación de ofrecer soluciones y mejoras para las grandes crisis que se avecinan en este siglo?

Considero que algunas de las grandes crisis se solucionarán con la tecnología, otras requieren algún cambio social más profundo y, finalmente, muchas ni siquiera las podemos discernir en este momento. Entre las que la Sociedad de la Información y la tecnología subyacente creo que van a lograr solucionar, o al menos paliar, están, por ejemplo, la crisis climática (nuestros desarrollos cada vez son más ‘verdes’), la cohesión territorial a través de una mayor y mejor conectividad, la optimización de costes en la medicina, y por lo tanto la mejora del servicio, o la mejora de la calidad de vida en las ciudades gracias al concepto *smart...*

Algunos otros, como decía, requieren un cambio social más profundo. Nuestros jóvenes están instalados en la cultura de la inmediatez, debido precisamente a las facilidades de la tecnología, y eso hace que desarrollen frustraciones de una manera más rápida y profunda. En todo caso, y contraviniendo el dicho, ningún tiempo pasado fue mejor, y creo firmemente que gracias a las telecomunicaciones el futuro será mucho más brillante de lo que podemos imaginar actualmente. ■



Un año después, ¿volverías a presentarse en unas elecciones a liderar una nueva Junta de Gobierno?

A pesar del gran esfuerzo personal que me está suponiendo, tratando de compaginar mi vida laboral y personal con la colegial, lo volvería a hacer en las mismas condiciones, con el apoyo real de todo el equipo que hace un año decidimos dar un paso adelante.

Si en estos tres años que quedan de mandato solo pudieras desarrollar una idea ¿con cuál se quedaría?

Me gustaría que la sociedad en general y nuestros jóvenes en particular perciban la importancia de la labor del Ingeniero de Telecomunicación como motor de crecimiento, para así fomentar más vocaciones, y la necesidad de una institución como la nuestra que aúne el esfuerzo y los intereses de todos y lo canaliza en beneficio de la ciudadanía.

¿Qué le dirías a un joven que está empezando ahora la carrera de Ingeniero de Telecomunicación?

Que ha hecho una magnífica elección, que tendrá un gran campo de actuación en el ejercicio de su profesión, que la complemente con estudios específicos en otras materias y que aprenda y aprenda. Y, por supuesto, que cuando acabe no se olvide de unirse a su colegio profesional tanto para apoyarse en él como para contribuir en el desarrollo y sostenibilidad de nuestra apasionante profesión.

¿En qué sectores de la sociedad se podrá palpar principalmente el avance tecnológico en los próximos años?

En muchos, pero creo que muy especialmente en aspectos relacionados con la salud, la energía, el medio ambiente, la movilidad, la vida en las ciudades y el ocio.

2019

CURSOS COIT

Para el **cuarto trimestre de 2019**, están previstas las siguientes actividades formativas promovidas desde Servicios Generales:

Toda la información disponible en el apartado de FORMACIÓN de la web del COIT: www.coit.es

OCTUBRE 2019

CURSO ON-LINE DE BIM TELECOMUNICACIONES
14 de Octubre de 2019

CURSO ON-LINE DE HACKING ÉTICO Y TÉCNICAS DE HACKING AVANZADAS SOBRE WINDOWS
14 de Octubre de 2019

CURSO ON-LINE DE SISTEMAS DE GESTIÓN DE LA SEGURIDAD DE LA INFORMACIÓN
21 de Octubre de 2019

CURSO ON-LINE DE PROYECTOS DE CABLEADO ESTRUCTURADO Y FIBRA ÓPTICA
28 de Octubre de 2019

NOVIEMBRE 2019

CURSO ON-LINE DE BATERÍAS PARA INFRAESTRUCTURAS DE TELECOMUNICACIONES
18 de Noviembre de 2019

CURSO ON-LINE DE GESTIÓN DE PROYECTOS ORIENTADO A LA CERTIFICACIÓN PMI
18 de Noviembre de 2019

CURSO ON-LINE DE FUNDAMENTOS DE ITIL® V4
25 de Noviembre de 2019

CURSO ON-LINE DE TELEFONÍA Y ACÚSTICA FORENSE
25 de Noviembre de 2019

DICIEMBRE 2019

CURSO ON-LINE DE INTRODUCCIÓN A LA CIBERSEGURIDAD
09 de Diciembre de 2019

CURSO ON-LINE DE CAPACITACIÓN PARA EL EJERCICIO DE FUNCIONES DE DELEGADO DE PROTECCIÓN DE DATOS (DPD /DPO)
09 de Diciembre de 2019



Javier Domínguez
Ingeniero de Telecomunicación

COIT / AEIT Diagnóstico y tratamiento

Analizado el paciente y a pesar de los síntomas preocupantes que se aprecian, el diagnóstico es esperanzador: mirando siempre al futuro, ¿un nuevo y flexible modelo institucional?

La analítica muestra síntomas preocupantes: disminución del número de colegiados, ejercicios económicos deficitarios, convenios con resultados inciertos, escasa participación en procesos electorales... Lo correcto sería presentarles un diagnóstico completo y un tratamiento adecuado. Siento defraudarles pero el estudio me resulta muy complicado y solo soy capaz de hilvanar sensaciones desordenadas.

Inquieta observar las dificultades para incrementar las matriculaciones en el Máster habilitante y que las empresas no privilegien el título oficial de Ingeniero de Telecomunicación, muchas de ellas conformándose con titulaciones de Grado o valorando otro tipo de másteres.

Desanima leer que hay empresas del sector TIC que no encuentran perfiles adecuados para sus puestos de trabajo.

Motiva evocar que para el desarrollo profesional es fundamental la formación continua de por vida.

Ilusiona contribuir al enriquecimiento de la colaboración entre el mundo académico y el empresarial.

Estimula comprobar el aprecio por una cercanía institucional que reconoce la diversidad territorial de los intereses y expectativas sociales en el ámbito de las telecomunicaciones.

Sorprende constatar que no cumplirían el requisito, para ser colegiados de Número, los catedráticos universitarios de materias relevantes para el ejercicio de la profesión que no hayan cursado el Máster habilitante; aunque, advierto, los colegiados de Honor no siempre son Ingenieros de Telecomunicación.

Agobia reflexionar sobre la propuesta que presentan las administraciones para un nuevo marco legal de los cole-

gios profesionales; o acerca de los servicios que seduzcan a los jóvenes egresados de las universidades politécnicas; o sobre la fórmula que sustancie lo de "Ordenación y defensa de la profesión"...

Ya ven, una divagación con sensaciones tan dispares que no logro estructurar. Desearía mostrarme creativo para sugerir un modelo institucional nuevo y flexible. Como no lo consigo, me presto a escuchar y aprender de los especialistas en esta patología. Apreciaría que en la terapia no se recurriera a la nostalgia ni al voluntarismo; que la mirada se orientara hacia ese futuro que anticipan los hechos del presente, y que no se ignorasen los motivos de los titulados que han decidido abstenerse.

A pesar de la preocupante analítica, el paciente presenta buen estado de ánimo y los doctores son optimistas. ■

Agobia reflexionar sobre la propuesta que presentan las administraciones para un nuevo marco legal de los colegios profesionales

►AUTOR → Pilar Pellicer.
Miembro del GT de Transformación Digital y del GT Mujer IT del COIT.

Telecomunicaciones Pasado, presente y futuro de la mujer

Las vocaciones STEM (ciencia, tecnología, ingeniería, matemáticas) disminuyen año a año. En contraposición, **la tecnología está más presente que nunca en nuestra vida diaria.** Aunque vamos a necesitar muchos perfiles STEM puros o humanistas-STEM, cada vez hay menos jóvenes que acceden a estas carreras. Y muy pocas mujeres.

Resulta contradictorio y digno de análisis: ¿nos gusta la tecnología, pero no queremos estudiarla? Este tema me preocupa desde hace tiempo dado que la sociedad en su conjunto necesita más profesionales tecnológicos para afrontar el futuro en condiciones. De manera que hace unas semanas quise hacer un experimento y le pedí a mi hija, que está en 2º de la ESO, que mandara una pregunta por Instagram a sus contactos: “¿estarías dispuesto o dispuesta a estudiar una carrera STEM?”

El 63% de los compañeros que vieron la encuesta no contestaron. ¿Desinterés? Y del 30% restante un 60% contestaron

que no. Curiosamente, el porcentaje total de los que sí estudiarían corresponde con las cifras que se barajan, un 19%. Mi conclusión empírica: Houston, tenemos un problema.

Brecha actual de género

Yo soy firme defensora del talento sin género, pero cabe decir que, si profundizamos un poco más en las cifras, vemos claramente cómo el porcentaje de mujeres que se decantan por estas disciplinas sigue siendo mucho menor que el de los hombres. Como colectivo y desde el pragmatismo, que el 50% de la población activa participe poco en lo que va a ser imprescindible en nuestro futuro cercano es algo que no nos podemos permitir y, además, no tiene ninguna justificación objetiva.

En el sector de las Telecomunicaciones no nos escapamos de las medias, donde la tendencia de la brecha no es la que más nos gustaría. No hay que irse lejos para encontrar más ejemplos: el porcentaje de mujeres colegiadas en el Colegio Oficial de Ingenieros de Telecomunicación (COIT) es menor del 15% del total de ingenieros colegiados.

Las madres de las Telecomunicaciones Para entender la situación actual no podemos pasar por alto la historia. ¿Qué nos ha llevado hasta aquí? Si tecleamos en Google ‘Padres de las Telecomunicaciones’ nos van a salir algunos nombres como Marconi, Tesla, Hertz, Bell, Meucci, Maxwell, De Forest..





Telecomunicación: la brecha de género en cifras

Ámbito universitario	Ámbito laboral
24% El porcentaje de mujeres en los estudios de ingenierías y arquitectura no llega al 24% .	29% Menos del 29% de los puestos de trabajo son ocupados por mujeres.
11% En informática el porcentaje de mujeres estudiantes apenas alcanza el 11% del total .	9% Entre los altos cargos solo un 9% son desempeñados por mujeres.
2,6 La proporción en la ETSIT de la UPM de Madrid es de 2,6 hombres por cada mujer .	21% El porcentaje de catedráticas es aproximadamente del 21%

¿Y si teclamos 'Madres de las Telecomunicaciones'? Pues así, de primeras, no sale nada relevante. Tecleo 'Mujeres en las Telecomunicaciones' y ya empieza a salir algún nombre, pero, al parecer, nuestras predecesoras no tenían categoría de madres: Ada Lovelace, Shirley Jackson, Stephanie Kwolek, Grace Murray Hopper, Margaret Hamilton...

Personalmente, el ejemplo que más me gusta es el de Hedy Lamarr. Además de una estrella de Hollywood, la actriz aus-

tricia fue la inventora de la técnica de transmisión en el espectro ensanchado, en el que se basan todas las tecnologías inalámbricas actuales como WiFi, GPS o Bluetooth. Su faceta artística le hizo abandonar los estudios de ingeniería. No obstante, durante la Segunda Guerra Mundial inscribió la patente de un método de comunicación secreto que buscaba evitar la detección de torpedos lanzados por las tropas aliadas. Así nació el precedente de las telecomunicaciones actuales ¿No es maravillosa? Guapa, fe-

Que el 50% de la población activa participe poco en lo que va a ser imprescindible en nuestro futuro cercano es algo que no nos podemos permitir



Hedy Lamarr, estrella de Hollywood e inventora de la transmisión en el espectro ensanchado.

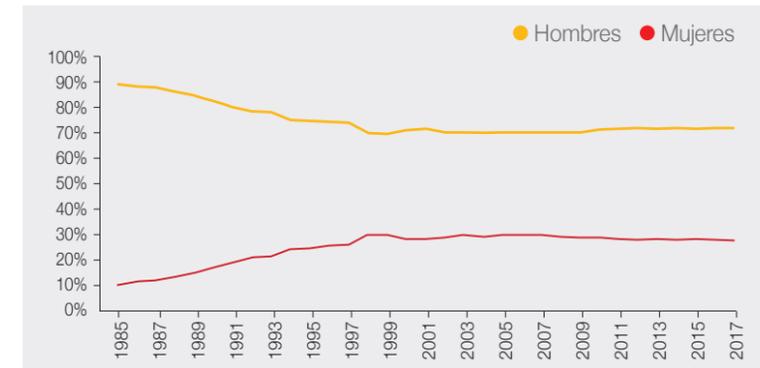
menina, inteligente, talentosa, ingeniosa, proactiva...Mi heroína. Un ejemplo de cómo la ingeniería y la feminidad pueden coexistir con resultados espectaculares.

Ya más próximos a nuestros días, hasta 1929, año en el que Pilar Careaga y Basabe se licenció, no hubo ninguna mujer ingeniera en España, y Careaga nunca llegó a ejercer su profesión. En el año 1965, Adelina Álvarez Bartolomé, María de los Remedios Uriel Aguirre y María Teresa Vidal Marín fueron las tres únicas mujeres Ingenieras de Telecomunicación en una promoción de 134 estudiantes.

Hoy en día la proporción en la Escuela Técnica Superior de Ingenieros de Telecomunicación (ETSIT) de la Universidad Politécnica de Madrid (UPM) es de 2,6 hombres por cada mujer. La primera mujer en lograr un puesto de catedrática fue Felisa Núñez Cubero, en la Universidad Politécnica de Madrid en 1964. La Escuela tuvo que esperar hasta 2002 para conocer a su primera catedrática, María Teresa Arredondo Waldmeyer. En 1968 se colegió la primera mujer en el COIT, una auténtica pionera.

Estas mujeres, aunque pocas, deberían ser tan conocidas o más que sus colegas. Necesitamos referentes visibles para cambiar el curso histórico y que el día de mañana, cuando alguien busque en Google 'Precursoras de la Telecomunicación moderna', tengamos la representación que merecemos.

► Porcentaje de hombres y mujeres matriculados en España en titulaciones de ingeniería



Fuente: Estadísticas del Ministerio de Educación y Formación profesional.

El funnel del talento femenino

Ya conocemos la historia, pero ¿qué está pasando aquí y ahora? Para mí, la evolución del talento femenino se parece mucho a un *funnel* (embudo) con el que se representan gráficamente, entre otros procesos, por ejemplo, el de conversión de visitas online en ventas. Partimos de una base amplia de individuos que potencialmente podrían desarrollar exitosamente sus carreras STEM, ni más ni menos que el 50% de la población. Pero a través de su vida pasan por una serie de momentos de la verdad en los que toman la decisión de seguir otro camino y, al final, el porcentaje es mínimo. Por consiguiente, si queremos atajar este problema, es necesario que actuemos en seis momentos claves de manera integral, tal y como se expresa en el cuadro adjunto a estas líneas.

Cambiamos el futuro

Visto lo visto, ¿qué podemos hacer a partir de hoy? Por suerte, ya hay muchas asociaciones y organizaciones sin ánimo de lucro que trabajan en uno u otro de los puntos débiles, fundamentalmente formadas por personas, hombres y mujeres que voluntariamente de-

dicen su tiempo a esta causa. También por suerte cada vez hay más empresas concienciadas y con planes concretos. Y por supuesto, hace falta más implicación de las instituciones para conseguir que las materias sean atractivas y las jóvenes tengan la información y apoyo que necesitan a lo largo del *funnel*.

El Grupo de Trabajo Mujer IT del Colegio Oficial de Ingenieros de Telecomunicación nace precisamente con la vocación de ayudar a niñas y jóvenes que se hayan planteado alguna vez seguir este camino para que lo prosigan, o acompañar a las que ya lo hayan emprendido para que alcancen sus objetivos. Este Grupo de Trabajo lo hace sumándose a iniciativas existentes, pero también con iniciativas propias que se enfocan a los distintos momentos de su vida decisivos a la hora de seguir adelante con esta decisión.

Personalmente, siendo Ingeniera de Telecomunicación y mujer, no he sido consciente de tener dificultades especiales o diferentes a las de mis colegas hombres, ni en mi época de estudiante ni en mi etapa profesional, pero lo cier-

Hasta 1929, año en el que Pilar Careaga y Basabe se licenció, no hubo ninguna mujer ingeniera en España. Y Careaga nunca llegó a ejercer su profesión

to es que hay barreras. Por ello, hace un tiempo decidí que quería hacer mi pequeña contribución a mejorar estas cifras desde mi experiencia personal. Me enrolé en algunas asociaciones, leí mucho, asistí a eventos y charlas, participé activamente en varias iniciativas y he llegado a algunas conclusiones que he compartido en este artículo.

Si has leído este texto, hombre o mujer, y sientes que quieres contribuir te animo a unirme al grupo. Tenemos mucho trabajo por hacer y es fundamental para el futuro de las mujeres IT y de nuestra sociedad. Porque si queremos evolucionar con los tiempos, es necesario actuar ahora. ■

Los 6 momentos de la verdad

- 1 Paso de Primaria a ESO**
En este cambio de ciclo las niñas tienden a alejarse del mundo técnico. Probablemente entra en juego su entrada en la adolescencia.
- 2 Fin del Bachillerato**
A la hora de escoger una carrera entra en juego la complejidad de estas disciplinas y el desconocimiento de las salidas profesionales.
- 3 Último año de estudios**
La falta de conocimiento sobre opciones profesionales o el miedo a sectores tradicionalmente masculinos provoca que opten por la enseñanza en vez de por la empresa o la investigación.
- 4 Acceso al mundo laboral**
Todavía hoy en día hay sectores y empresas en las que ser mujer es un hándicap en los procesos de selección para optar a prácticas o a un primer trabajo.
- 5 Durante su carrera profesional**
Entra en juego el denominado 'techo de cristal', ese conjunto de factores invisibles que entorpecen el ascenso de la mujer a posiciones de dirección en las organizaciones.
- 6 Acceso a puestos de alta dirección y consejos**
Solo un 3% de mujeres de cualquier disciplina desempeñan este tipo de cargos actualmente en nuestro país.

Inmaculada Sánchez Ramos

Doctora por la Facultad de Ciencias Jurídicas y Sociales de la Universidad Rey Juan Carlos. Ingeniera de Telecomunicación por la Universidad Politécnica de Madrid. PDG por el IESE Universidad de Navarra

Más perfiles TIC en los consejos de administración

Las Tecnologías de la Información y las Comunicaciones (TIC) en la vida de las corporaciones son cada vez más relevantes. Amenazas como los riesgos de la ciberseguridad y desafíos como la computación cuántica o el 5G requieren la presencia urgente en los consejos de administración de profesionales con conocimientos TIC.

Como miembro del Instituto de Consejeros-Administradores (Asociación Española de Consejeros) desde el año 2005, los asuntos del gobierno corporativo me preocupan. En el seno de la asociación se crea un excelente ámbito de aprendizaje donde, naturalmente, se trata el contexto digital. Por ello, traigo a esta tribuna dicha materia.

El gobierno corporativo es un asunto muy relevante para el progreso de las empresas y, por ende, de la sociedad. El grado de penetración de las TIC en la vida de las corporaciones es de tal magnitud y está tan entrelazado en la propia esencia de las mismas que se

precisa entender muy bien los entresijos tecnológicos, sus mecanismos de acción, las dependencias mutuas que dichas TIC inducen entre las diferentes partes interesadas, etc. para poder vislumbrar el largo plazo (y no tan largo).

Piénsese en asuntos tales como el 5G, la ciberseguridad, el Big Data, la inteligencia artificial, la computación cuántica, etc. Por ello, el paradigma digital es (o debe ser) la piedra angular en la estrategia de las corporaciones. De lo anterior se desprende que los consejos de administración han de sufrir su propia revolución para adaptarse y no ir a remolque de esta realidad, tal y como

apunta el informe 'Consejos de Administración de las empresas cotizadas' publicado por PwC en noviembre de 2018, donde se indica que "la revolución digital está cambiando profundamente el tejido empresarial. (...) El Consejo, como máximo órgano de gobierno (...), no puede ser ajeno a una transformación que afecta al modelo de negocio y a la sostenibilidad de la organización".

Así mismo, el informe 'Directors and IT. A user-friendly board guide for effective information technology oversight' de PwC pone de manifiesto que "muchos miembros de los consejos se sienten

Con la revolución digital los Ingenieros de Telecomunicación tienen mucho que aportar como miembros de los consejos de administración

incómodos en esta labor de supervisión y, en muchos casos, carecen del conocimiento suficiente para desarrollar correctamente esta función".



Perfiles y conocimiento

Pero, ¿cómo abordar esta adecuación a la realidad? Creemos que hay un aspecto de urgencia ineludible: el perfil de los consejeros y, en concreto, sus conocimientos en el ámbito de las Tecnologías de la Información. Por ello, se hace necesario que el rol que tomen los profesionales de las TIC dentro del consejo no sea de meros asesores, sino de profesionales con capacidad de decisión. En definitiva, no se trata de que los consejeros sean asesorados en esta materia sino que sean muchos de ellos profesionales del sector.

De esta manera, se abordaría esta problemática desde el conocimiento y así los consejeros podrán, y no solo queirán, analizar con capacidad de discernimiento e inferir los impactos en la sostenibilidad de la empresa. Los asuntos en liza y sus posibles efectos son de tal envergadura, dificultad y hondura que no hay una fácil marcha atrás, por lo que, para supervisar, y no solo para gestionar, se hace imprescindible el conocimiento y así evitamos el lamento por daños irreversibles. En definitiva, se trata de no romper el binomio capacidad-responsabilidad. A modo de ejemplo, citemos, brevemente, dos asuntos: la ciberseguridad y la computación cuántica.

En la mayor parte de los consejos de administración están muy preocupados por la ciberseguridad, una cuestión que puede poner en alto riesgo incluso la viabilidad de la corporación. Un asunto de tanta trascendencia no puede ser tratado sin un saber profundo y *a posteriori*. Es decir, no solo se trata de anticiparse y recopilar papeles que 'garanticen' que no van a existir problemas. Consiste en aplicar, de manera continuada, iterativa y apriorística las medidas acertadas para limitar el riesgo. Además, es necesaria una importante capacidad de discernimiento no solo para proponerlas, sino también para supervisarlas.

Otro de los asuntos de calado es la computación cuántica. La revolución que introducirá la computación cuántica es muy importante. El incremento de capacidad de computación es tal que un cálculo que se tarda en realizar con la computación tradicional 28.000.000.000.000.000 años pasa a tardar 100 segundos con la computación cuántica. El *hardware* no se fabricará con los mismos elementos que en la actualidad –por cierto, será, probablemente, con 'guía de ondas'-. Tampoco los *software* de aplicación actuales funcionarán para los nuevos computadores cuánticos.

Así pues, habrá que amortizar las inversiones contemplando periodos realistas y gestionar el 'transitorio' que conjugue las mejoras de la computación cuántica con los activos actuales. En definitiva, se pone de manifiesto, de nuevo, que tendrá que haber perfiles

TIC que puedan vislumbrar el futuro, bastante inmediato, y supervisar, con la mínima razonable capacidad, ese disruptivo devenir.

Se podrá argüir que los consejeros, además de conocimientos en Tecnologías de la Información, tienen que saber de gestión, evidentemente. Pero ello no resta ni un ápice a la necesidad, cada vez más ineludible, de contar con un número alto de miembros en los consejos de administración con preparación y experiencia TIC.

La buena noticia es que en España este tipo de profesionales cuentan además con una excelente formación y experiencia en la gestión y administración de las corporaciones, por lo que no va a ser difícil encontrar estos perfiles. En este campo, los Ingenieros de Telecomunicación tenemos mucho que aportar en tanto que somos una de las piedras angulares del sector.

Sería un gravísimo error abordar la cuestión desde el punto de vista de la forma, desde la presencia, y no hacerlo desde el fondo, teniendo en cuenta el conocimiento, la esencia. Luego no nos lamentemos cuando la marcha atrás sea muy difícil ni nos sorprendamos de lo evidente. ■

Los profesionales de las TIC en España cuentan con una excelente formación y experiencia en la gestión y administración de las corporaciones



►AUTOR → Juan Carlos López. Catedrático de la Universidad de Castilla-La Mancha. Coordinador GT de Transformación Digital del COIT.

Siete retos de la Ingeniería*

*Extracto de la conferencia "Los 7 Retos de la Ingeniería" impartida por el autor en la I Cumbre Nacional de la Ingeniería y la Empresa, Sevilla, 26 de Marzo de 2019.

No hace falta explicar el papel que, a lo largo de la historia, ha jugado la ingeniería, mejorando la calidad de vida de las personas, y, en general, siendo palanca del desarrollo económico y social. Pero si, fiel a su compromiso con la sociedad, quiere seguir aportando soluciones y creando bienestar y riqueza, **debe permitir que se perciba claramente su función**, adaptándose a las actuales necesidades sociales. Más allá de los desafíos propios del avance tecnológico, se esbozan a continuación siete retos que la ingeniería debe afrontar y que responden a tres ámbitos: contexto social en el que desarrolla su labor; visión que de ella tiene la sociedad, y el que debe ser su compromiso ético y social.



#VUCA

Las capacidades que un ingeniero domina son precisamente las que le permite buscar soluciones y tomar decisiones en lo que se denomina 'entorno VUCA', término que describe claramente el contexto actual: **volátil, incierto, complejo y ambiguo**. Sin embargo, necesita incorporar otras capacidades, que la industria ya está demandando, y que sirven para desenvolverse en un entorno que el factor humano (relaciones, interacción, diversidad, cultura...) convierte en 'más VUCA' si cabe todavía.

#Transformación digital



La incorporación de lo digital está redefiniendo factores claves de nuestra sociedad: relaciones, modelos de negocio, procesos de todo tipo, cambios culturales... Aún teniendo a las personas como protagonistas, esta transformación digital se soporta en un hecho diferencial: una tecnología que cambia vertiginosamente a la vez que nos invade. Y el **ingeniero está en una posición ideal, privilegiada, para valorarla y liderarla**. Pero necesita nuevas capacidades que le permitan entender el cambio social que esto provoca y las amenazas y oportunidades asociadas.

#Apertura e implicación



Decía Ortega y Gasset, "vean, pues, los ingenieros cómo para ser ingeniero no basta con ser ingeniero. Mientras se están ocupando en su faena particular, la historia les quita el suelo de debajo de los pies". El trabajo de los ingenieros es aislado: idean, diseñan e implementan la solución a un problema. Y, tras ello, pasan a resolver otro nuevo, sin contacto con el exterior. **Necesitamos explicar a la sociedad lo que es la ingeniería y su valor**, y, por tanto, asumir la responsabilidad de comunicar los resultados, de hacerlos visibles al 'exterior' de la forma adecuada.

#Vocaciones



Según diversos informes, los jóvenes de hoy en día consideran la ingeniería aburrida, difícil, mal pagada con respecto al grado de responsabilidad que entraña, además de tener un escaso impacto social. Precisamente esto último adquiere, en el caso de las mujeres, un peso determinante al valorarla como elección de futuro. Los estereotipos sobre los ingenieros, tan arraigados en nuestra sociedad (ya el astronauta Neil Armstrong 'presumía' de ser ingeniero y 'raro') y con una cierta componente sexista, tampoco ayudan a despertar vocaciones. Para combatirlos y **cambiar la percepción social** hay que explicar la profesión y transmitir la fortuna que tenemos los ingenieros de, con talento, poder convertir los sueños en realidad.

#Objetivos de Desarrollo Sostenible



Los ODS (2015-2030) establecidos por Naciones Unidas representan un compromiso, quizás el único, adquirido de forma global por la humanidad. Para erradicar la pobreza, proteger el planeta y asegurar la prosperidad de todos se necesitan soluciones en el ámbito de la energía, la salud, la agricultura, el medio ambiente, la educación, la industria... **a las que solo la ingeniería puede dar respuesta**. Más allá de liderar proyectos que permitan afrontar esos objetivos, la ingeniería debe incorporarlos permanentemente en toda su actividad.

#Humanismo y ética

Un ingeniero se desarrolla a través de sus conocimientos, sus capacidades transversales, pero también por sus actitudes; es decir, mediante su compromiso ético, social y de servicio. La tecnología y su acceso a ella puede ser el origen de una nueva brecha social que incluso genere desequilibrios mucho más abruptos. La responsabilidad social de la ingeniería debe permitir que ésta actúe como **elemento equilibrador y al servicio de la sociedad**, con la tecnología como impulsor de la integración y la eliminación de barreras. En la era de lo 'inteligente', una sociedad solo lo será si es más justa y comprometida.



#Educación



La educación está en la raíz de casi todos los retos anteriores. Y es que un buen sistema educativo es necesariamente el que tiene que guiar a la sociedad en sus procesos de cambio. Este es uno de esos momentos, especialmente crucial por la velocidad de ese cambio y por su carácter global. **Los retos que enfrentan los ingenieros deben ser asumidos por la universidad que los forma**. No solo atendiendo a los conocimientos técnicos, sino también a su proyección social, su profesionalidad como respuesta a las necesidades de la sociedad, su compromiso y sus valores éticos. La universidad debe comprender esa responsabilidad y comenzar a afrontar ya sus propios desafíos.

#7+1 Conclusión



Para abordar estos retos (y muchos otros) necesitamos una nueva generación de ingenieros, **con ilusión, con pasión y con una gran visión transformadora** que les permita crear un puente entre tecnología y sociedad, ofreciendo soluciones innovadoras y comprometidas con el tiempo que vivimos. Profesionales que, teniendo a las personas como eje, se atreven y sean capaces de convertir los sueños en realidad... pero recordando siempre que un ingeniero deberá tener permanentemente los pies en la tierra.

Ángel Luis Gonzalo

Exdecano del Colegio Oficial de Ingenieros de Telecomunicación y expresidente de la Asociación Española de Ingenieros de Telecomunicación

El nuevo consejo de RTVE un concurso fallido

La Comisión Mixta Congreso-Senado elegida para renovar el Consejo de Administración de RTVE antes de la disolución de las Cortes, volvió a centrarse exclusivamente, como ha venido siendo habitual, en el control de los servicios informativos, y dejó fuera, obviando el interés general, a profesionales como los Ingenieros de Telecomunicación, abogados o economistas, con acreditada solvencia para participar en este órgano.

La radio y la televisión son dos de los servicios más importantes del sector en el que operamos los Ingenieros de Telecomunicación tanto desde el punto de vista de la gestión integral de las entidades operadoras como del diseño y la gestión de los soportes técnicos que hacen viable el servicio (redes radioeléctricas; por satélite; por cable o fibra óptica; equipamiento electrónico; tratamiento de las señales...) o de la definición de los estándares internacionales que permiten la conectividad global (Comités Consultivos Internacionales de la Unión Internacional de las Telecomunicaciones, de Naciones Unidas). También en lo que se refiere a la elaboración de las grandes estrategias de despliegue y funcionamiento de las propias operadoras o de la definición y gestión de la investigación y desarrollo en las Tecnologías de la Información y la Comunicación (TIC), que les afectan de lleno.

Por otra parte, la formación académica que se imparte en las Escuelas Técnicas Superiores de Ingenieros de Telecomunicación pivota en torno al concepto mismo de la función social de la co-

municación entre las personas, lo que constituye el 'juramento hipocrático' de nuestra profesión y nos capacita de manera muy especial para colaborar en la gestión de cualquier tipo de operador que actúe en el sector de la comunicación, máxime en esta época de explosión tecnológica de las TIC que está provocando profundas transformaciones en la manera de gestionar los intercambios de información, ocio, educación y conocimiento en todo el planeta.

Eso no nos da ningún 'derecho especial' para participar en dicha gestión, pero sí nos capacita para hacerlo con acreditada solvencia profesional, como, por ejemplo, podría ocurrir en RTVE, cuyo fallido concurso público para renovar su Consejo de Administración merece algunas reflexiones.

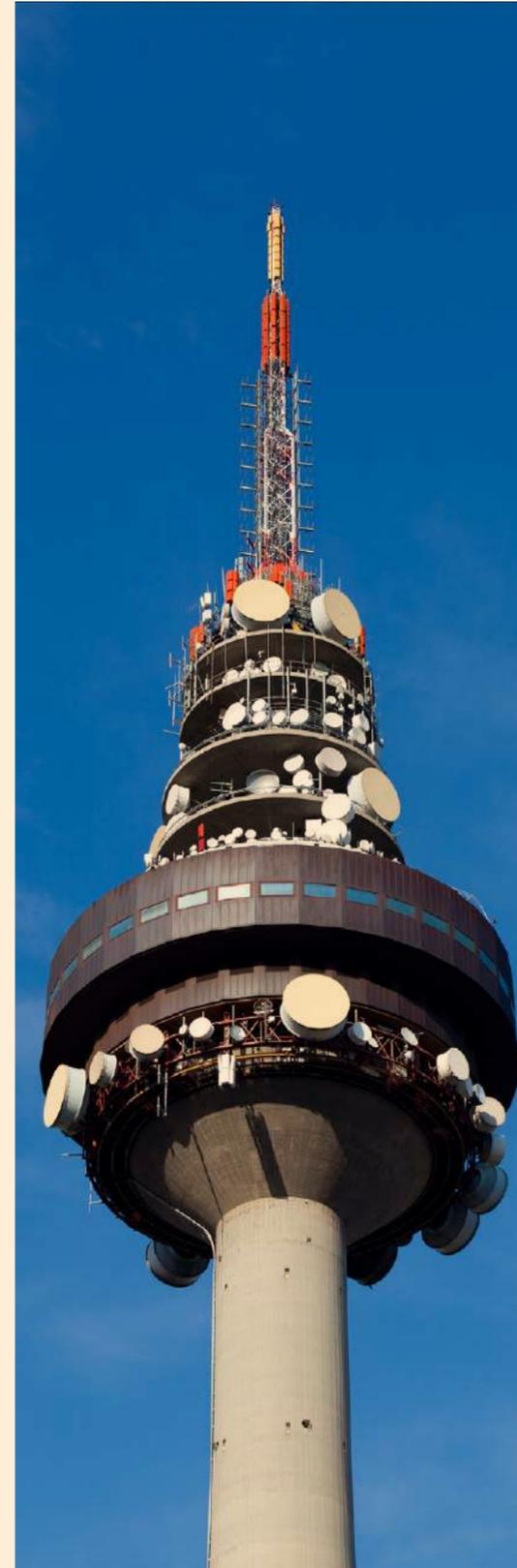
La sociedad mercantil estatal RTVE es un agujero negro que cada año engulle 1.000 millones de euros, con unos resultados tradicionalmente mediocres en términos de audiencia y de eficiencia en la gestión de fondos públicos, tanto si se compara con sus competi-

doras privadas españolas como si se tienen en cuenta sus homólogas públicas francesa y británica.

El Tribunal de Cuentas ya alertó sobre numerosas "deficiencias e incumplimientos", que afectan a "contrataciones injustificadas"; "deficientes y escasos procedimientos internos"; "demasiados pagos sin soporte documental", y "un dramático decaimiento de la producción interna", además de una "pobre implantación de la contabilidad analítica" exigida por Ley.

En definitiva, parece que tradicionalmente solo ha existido preocupación por el control de los informativos, y no por dotar a RTVE de una gestión profesionalizada que la convierta en la voz más fiable y valorada en el mundo de habla hispana que contribuya a consolidar en España la democracia, la transparencia, el debate social y la cohesión de la sociedad.

Sin embargo, la reforma aprobada por el Parlamento en septiembre de 2017, estableciendo la obligación de elegir a los consejeros y presidente mediante



Convendría defender el concurso de méritos para gestionar las empresas públicas y evitar que se siga malgastando el dinero público

concurso público de méritos, presagiaba una nueva era en la forma de gestionar RTVE. Pero su aplicación en 2018 resultó desastrosa.

La correspondiente Comisión Mixta Congreso-Senado impuso una normativa restrictiva e incoherente que quebraba el principio de prohibición de la arbitrariedad de los poderes públicos (art. 9.3 de la Constitución) y conculcaba los que rigen el acceso a la función pública en lo referente a 'mérito y capacidad', además de incumplir varios artículos de la Ley de Contratos del Sector Público.

Entre otras cosas, porque publicó las normas de valoración de las propuestas 17 días después del cierre de la convocatoria y admitía a todos los titulados superiores, pero excluyendo los méritos de cualquier profesional que no tuviera "formación superior en el ámbito de la Comunicación". Esto dejaba fuera, por ejemplo, a todos los Ingenieros (sí, ¡incluidos los de Telecomunicación!), economistas y abogados, aunque tuvieran gran experiencia en gestión de empresas públicas y privadas, y presentaran el mejor de los proyectos de gestión para el futuro de RTVE.

Retorcer las normas legales de este tipo de concurso público (lo llamaron "ejercicio democrático de libre concurrencia") hasta dejarlo reducido a un concurso restringido (los 20 seleccionados eran periodistas sin experiencia en gestión empresarial, 14 de ellos 'de la casa') va en contra del interés gene-

ral, y transmite el mensaje corporativista y gremialista de que la gestión de un servicio público debe entregarse en exclusiva a una parte reducida de los profesionales de ese campo. ¿Correos a los carteros? ¿Renfe a los maquinistas?

Así pues, esta penosa actuación, nada menos que de una Comisión Mixta Congreso-Senado, volvió a centrarse exclusivamente en el control de los servicios informativos de RTVE, sin tener en cuenta que, por encima de ello, se encuentra la obligación de gestionar adecuadamente una importantísima empresa pública.

El fracasado intento quedó en el limbo tras la disolución de las Cortes, pero, en mi opinión, convendría defender el concurso de méritos para gestionar las empresas públicas y evitar que se siga malgastando el dinero público. Por eso, las nuevas Cortes Generales deben aprender de esta primera experiencia fallida y volver a convocar un concurso público de méritos, abierto y democrático para gestionar RTVE de forma profesional, aplicando lealmente la Ley 17/2006 de la Radio y la Televisión de Titularidad Estatal (LRTV) y su modificación de septiembre de 2017.

Eso sí, la preselección de los 20 candidatos mejor preparados debe encargarse a las empresas especializadas en valorar al personal de alta dirección para que las Cortes elijan finalmente a los 10 consejeros y a su presidente, como marca la Ley. ■

Las nuevas Cortes deben aprender de esta primera experiencia fallida y volver a convocar un concurso público de méritos, abierto y democrático

► AUTORES → **Gustavo Bermejo**. KAM Operadores y Vendors Grupo Verne.
Mentor de creación de empresas en IE. Coordinador Grupo de Trabajo Espacio del COIT/AEIT.
Carlos Romero. Gerente ESA BIC Comunidad de Madrid, Fundación para el Conocimiento madri+d.
Grupo de Espacio del Trabajo COIT/AEIT.
► FOTOS → **Agencia Espacial Europea**.

Acercándonos al espacio Un sector que innova, produce, exporta y genera empleo

El sector espacial es un ámbito joven si tenemos en cuenta que tan solo han transcurrido seis décadas desde el lanzamiento de la primera misión espacial. Pero su crecimiento desde entonces ha sido continuo y la industria española ha estado a la altura de un sector tan tecnológico y vanguardista (actualmente ocupa el quinto lugar en Europa y es reconocido en todo el mundo). Desde el COIT/AEIT nos acercamos a este sector **lleno de oportunidades** para nuestros profesionales.

España cuenta actualmente con tecnologías propias en todos los segmentos de actividad de este innovador sector –sistemas y equipos de satélites, lanzadores, segmento terreno, operaciones y proveedores de servicios–. A esto se suman las iniciativas del denominado New Space o Espacio 4.0, enfocado a abaratar y facilitar el acceso al espacio y en el que se espera un papel importante de las empresas españolas.

La tecnología espacial tiene una demanda creciente para servicios de telecomunicaciones y para satisfacer las también crecientes necesidades de conectividad global, prevención de catástrofes humanitarias, monitorización medioambiental, control de fronteras y de flujos migratorios o seguimiento marítimo de flotas, entre otras muchas.

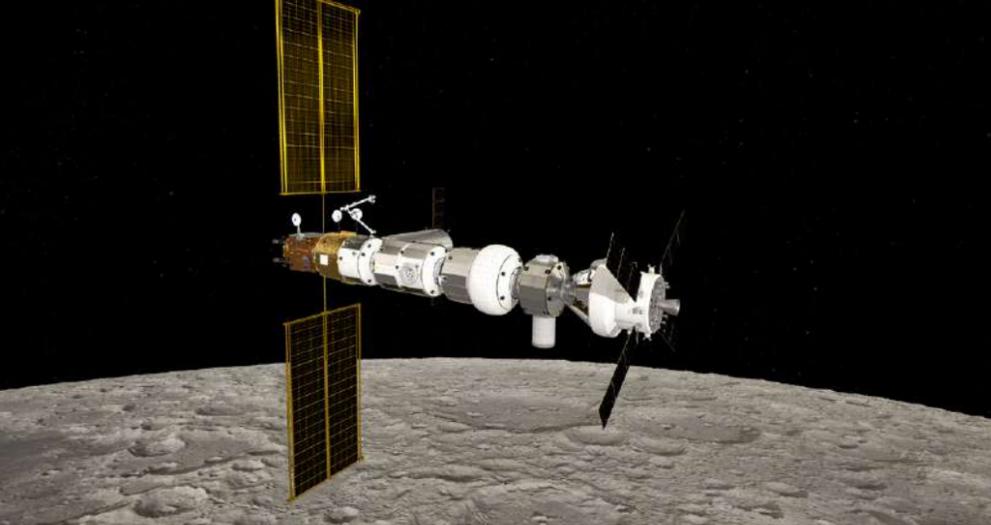
La actividad principal en España está en el segmento upstream (segmento terreno, lanzadores y vehículos espaciales). Además, contamos con tres operadores de satélites, lo cual po-

tencia la actividad en el mercado downstream (explotación de servicios derivados de la actividad espacial y aplicaciones en diferentes ámbitos de nuestra vida).

Innovador y productivo

El sector espacial se caracteriza por ser altamente innovador (12% reinvertido en I+D+i, muy superior al 1,2% de media en España según datos del INE), productivo (cuatro veces más que la media en España), exportador (aproximadamente el 80% de las ventas totales se exportan) y generador de empleo de alta cualificación (según datos de TEDAE, Anuario Espacio 2017).

El sector espacial es un **objetivo estratégico** para el desarrollo profesional de los Ingenieros de Telecomunicación



Gateway es la próxima estructura que lanzarán los socios de la Estación Espacial Internacional. Operará en las cercanías de la Luna. ESA/NASA/ATG Medialab.



Los satélites Galileo 23 (en primer plano) y Galileo 24 en el puerto espacial europeo. ESA-CNES-Arianespace/Optique Vidéo du CSG - JM Guillon.



Imagen del satélite Cheops en la sede de Airbus en Madrid. Será lanzado a finales de este año 2019. ESA - S. Corvaja.

Por ello no debe sorprender el interés del colectivo de Ingenieros de Telecomunicación en este sector, como lo demuestran las acciones conjuntas que el Colegio Oficial de Ingenieros de Telecomunicación (COIT) y la Asociación Española de Ingenieros de Telecomunicación (AEIT) han llevado a cabo dentro del área del espacio y que toman en consideración la estrategia europea para dicho mercado, recogida en distintos documentos de trabajo de la Unión Europea.

Cooperación internacional

Una mención especial merece Copernicus, el programa europeo de observación y monitorización de la Tierra, en funcionamiento desde 2014 y con una presencia destacada en todas las actividades del sector espacio por su producción enorme de datos accesibles de forma gratuita para los ciudadanos europeos. Su impacto en la puesta en práctica de las políticas sobre el cambio climático y el desarrollo sostenible, resulta decisivo.

Conceptos como digitalización, tecnologías facilitadoras, emprendimiento, internacionalización e innovación, entre otros, son consustanciales a la actividad que los Ingenieros de Telecomunicación desarrollamos en nuestra actividad profesional. Por tanto, el sector del espacio constituye un objetivo estratégico para el desarrollo de nuestra profesión. Por

este motivo, el COIT/AEIT ha puesto en marcha distintas acciones encaminadas a abrir oportunidades a nuestro colectivo y a dar soporte, con nuestro conocimiento y experiencia en las tecnologías TIC, a entidades y organismos que solicitan nuestra ayuda.

El COIT/AEIT han firmado acuerdos de pertenencia como miembros de la red de Copernicus, en sus dos ramas, Copernicus Academy y Copernicus Relay. La primera de ellas orientada a temas de investigación, académicos y de difusión científica, mientras que la segunda está focalizada en el mercado y en la explotación comercial y empresarial de los resultados obtenidos. Estos dos últimos años hemos llevado a cabo numerosas acciones que nos han integrado de forma activa en ambas redes.

Además, el COIT/AEIT es miembro asociado de la red Nereus, cuyo objetivo es acercar el espacio a las necesidades y demandas de las regiones europeas con un enfoque más local. Esto tiene pleno sentido en un país como España, con una estructura territorial que descansa en nuestras autonomías. También se han firmado convenios de colaboración con instituciones, organismos y empresas del sector que facilitan la inserción y presencia de nuestros colegiados como actores principales del sector en España.

Para articular estas acciones y darles continuidad en el tiempo, el COIT/AEIT decidió crear el grupo de trabajo del espacio, compuesto por Ingenieros de Telecomunicación con interés profesional en esta área y que sirve de nexo con empresas, organismos e instituciones del sector. Además, participamos de forma activa en el grupo de trabajo del espacio del Instituto de la Ingeniería de España (IIE), donde compartimos actividades con otros ingenieros de otras ramas, como nuestros compañeros ingenieros aeronáuticos, industriales, de minas...

Incubadora de empresas de base tecnológica

Otra iniciativa interesante es la relación con la Agencia Espacial Europea (ESA, por sus siglas en inglés) a través de su red de incubadoras, compuesta por 20 centros de incubación de empresas (ESA BIC, por sus siglas en inglés), un número que sigue creciendo. Ya son más de 700 empresas las que han recibido o están recibiendo soporte y financiación del programa, con una llamativa tasa de supervivencia superior al 85% y con cientos de puestos de trabajo creados.

El COIT participa en el ESA BIC Comunidad de Madrid, la incubadora de empresas de base tecnológica de la Agencia Espacial Europea y la Comunidad de Madrid, desde sus orígenes. Esta incubadora, gestionada por la Fundación

para el Conocimiento madri+d, busca apoyar a startups que utilicen tecnologías o infraestructuras del espacio, o desarrollen soluciones para este sector. Lógicamente, los Ingenieros de Telecomunicación son participantes habituales en este tipo de empresas. El COIT ha visto en esta iniciativa la oportunidad de apoyar a sus profesionales con vocación emprendedora. Además de participar en el Comité de Evaluación de proyectos, el COIT también colabora en las labores de apoyo a las empresas.

Las empresas apoyadas por esta incubadora trabajan en muchos sectores diferentes, destacando el perfil técnico de sus promotores y de sus trabajadores. Por ejemplo, hay empresas desarrollando soluciones para sectores como el aeroportuario, ferroviario, logística, aeronáutico o robótica colaborativa, además lógicamente del sector espacial. Como consecuencia de ello, los Ingenieros de Telecomunicación tienen un papel relevante dentro de los proyectos, siendo uno de los perfiles habituales en las startups incubadas.

Sistemas de posicionamiento

El mercado de la navegación por satélite ha crecido gracias a una sociedad constantemente conectada, lo cual contribuye a aumentar la cantidad de dispositivos conectados a los satélites de navegación. Por consiguiente, las prioridades están cambiando de la implantación de infraestructuras a la prestación de servicios en todo el Planeta. Galileo es el programa europeo de radionavegación y posicio-

namiento por satélite de uso civil desarrollado por la Unión Europea conjuntamente con la Agencia Espacial Europea.

La competición internacional de navegación por satélite Galileo Masters premia las aplicaciones, servicios y proyectos empresariales que emplean datos Galileo GNSS para abordar importantes retos económicos y sociales. Esta competición impulsa a nivel europeo nuevos proyectos empresariales de prestaciones de servicios y aplicaciones con tecnología Galileo.

La Fundación para el Conocimiento madri+d lleva años potenciando las oportunidades que las tecnologías del espacio brindan a los emprendedores y coordina regionalmente Galileo Masters y ofrece un premio especial en servicios, además del viaje a la ceremonia de entrega internacional de premios. Los candidatos pueden participar simultáneamente en los premios especiales de la competición a nivel europeo. Entre los de 2019 se encuentran los de la Agencia Europea GNSS (GSA) o del Centro Aeroespacial Alemán (DLR). Los destinatarios son pymes, empresas emergentes, universidades y personas físicas en los campos de empresa, investigación y enseñanza superior que presentan sus soluciones e ideas de productos. Estas pueden demostrar su uso innovador de datos GNSS en una amplia variedad de retos.

Estas iniciativas, complementadas con la continua interacción con las empre-

ESTRATEGIA EUROPEA PARA EL SECTOR ESPACIAL

LA UNIÓN EUROPEA FIJA LAS SIGUIENTES PRIORIDADES PARA EL DESARROLLO DEL SECTOR ESPACIAL:

- Hacer llegar a la sociedad y economía europeas los beneficios obtenidos en el desarrollo del sector del espacio.
- Desarrollar un sector del espacio competitivo a nivel mundial basado en la innovación.
- Reforzar la autonomía de Europa en el acceso y uso del espacio en un entorno seguro.
- Fortalecer el rol de Europa como actor global que promueve la cooperación internacional.

ESTAS PRIORIDADES ARTICULAN UNA SERIE DE OBJETIVOS A 2020, ENTRE OTROS:

- Aumentar la inversión en 'desarrollo sostenible' y adaptación al cambio climático.
- Integrar la digitalización en todas las tecnologías facilitadoras.
- Fortalecer los acuerdos de cooperación internacional en I+D.

ESTOS EJES MARCAN TRES GRANDES ÁREAS DE ACTIVIDAD:

- Adopción por parte del mercado de Copernicus y EGNSS (Galileo/EGNOS).
- Potenciación de los negocios basados en las tecnologías del espacio.
- Soporte al acceso al espacio y la seguridad.

La cooperación internacional es un elemento común así como la difusión y la compartición de resultados.



Satélite Neosat. ESA - M. Pedoussaut.

sas e instituciones del sector, son tan solo una muestra de acciones encaminadas a posicionar a los Ingenieros de Telecomunicación en un sector tan atractivo y de tanto potencial como el del espacio. ■

► AUTOR → José Miguel Roca. Ingeniero de Telecomunicación

Radiografía del sector de defensa y aeroespacial



Inversiones en eficiencia y automatización de la producción

«Commercial Aerospace Insight Report 2019: Lead in the New»
Accenture. 2019

Tras un buen 2018 para el sector aeroespacial comercial, gracias al récord en el número de entregas de aviones comerciales, el informe prevé un 2019 en el que los continuos incrementos en la producción seguirán ejerciendo presión sobre los costes e impulsando inversiones adicionales en eficiencia, automatización de la producción y desarrollo de proveedores. En la actualidad, pocas empresas aeroespaciales están compaginando con éxito crecimiento y mayor eficiencia operativa.

Protagonismo de las tecnologías digitales

«2019 global aerospace and defense industry outlook»
Deloitte. 2018

En 2018, a nivel global, el sector aeroespacial y de defensa se recuperó y disfrutó de un año de buenos resultados gracias al crecimiento de la demanda de viajes y al aumento del gasto militar. El informe espera que el sector continúe su senda de crecimiento en 2019, liderada por la creciente producción de aeronaves comerciales y por importantes gastos en defensa, y con un protagonismo cada vez mayor de las herramientas y tecnologías digitales.



Crisis en las empresas de defensa

«Aerospace and defence trends 2019. Defence contractors face the shadow of technology»
PwC. 2019

Según este informe, las empresas del sector de defensa se enfrentan a una verdadera crisis. En todas las partes del mundo los ministerios de defensa están revisando sus capacidades y estrategias militares para el siglo XXI y centrándose en las nuevas tecnologías para desarrollar plataformas de armamento complejas y potenciar la ciberseguridad. El problema es que los líderes de esas tecnologías son los clústeres de innovación y no las empresas del sector.



Importancia de la inteligencia artificial

«Aerospace & Defense Technology Vision 2019. Harness the engine of innovation. Elevate customer experience to soar in a post-digital world»

Accenture. 2019

El informe señala que el sector aeroespacial y de defensa se verá más afectado por la inteligencia artificial que por cualquier otra tecnología emergente en los próximos tres años y predice las tendencias tecnológicas clave que probablemente redefinirán el negocio. Subraya también la creciente importancia de los programas de formación como palanca competitiva.

Ventajas del uso de blockchain

«Launchpad to Relevance: Aerospace & Defense Technology Vision 2018»

Accenture. 2018

Según el informe, la mayoría de las compañías del sector aeroespacial y de defensa tienen previsto integrar la tecnología *blockchain* en sus sistemas en un plazo de tres años. Las características de seguridad, inmutabilidad y descentralización de la información que aporta ayudarán a las empresas a reducir los costes de mantenimiento, aumentar la disponibilidad de aeronaves y minimizar los errores en la cadena de suministro de piezas.



FERMAX



MONITORES VEO y VEO-XS WiFi DUOX con DESVÍO DE LLAMADA a tu móvil o tablet

www.fermax.com

Si quieres que te lo contemos en un video escanea este código >



► AUTOR → Carlos E. Montesano.
Responsable de I+D en Airbus Space Systems España

Satélites Llegar más lejos para ver y comunicarnos **mejor**

Los satélites se han convertido en una herramienta de uso diario por todos nosotros, porque cada día están más integrados en nuestras actividades cotidianas. Sin ellos, el mundo no podría ser tal y como lo conocemos, ya que, además de comunicarnos, **nos permiten una nueva forma de mirar la Tierra, el sistema solar y el universo.**

Airbus Space Systems en Madrid ha sido protagonista en el camino hacia esta nueva forma de 'conocer' el universo.



If it flies we make it

Si tuviéramos que pensar en algunos de los principales actores del sector aeroespacial del panorama internacional, seguro que Airbus se encontraría entre ellos, capaz de 'hacer cualquier cosa que vuele'.

Y esto se explica porque Airbus nació como la fusión de las mejores empresas aeronáuticas europeas: la española Construcciones Aeronáuticas (CASA), la francesa Aérospatial-Matra y la alemana DASA. A lo largo de los años ha seguido creciendo e incorporando otras empresas, y en total cuenta con más de 130.000 empleados por todo el mundo. Airbus Space Systems en Madrid, la antigua CASA Espacio, cuenta con 500 empleados y es uno de los centros más avanzados de tecnología espacial de España.

Los satélites sirven para un amplio espectro de usos, desde aplicaciones puramente científicas, como conocer la evolución del universo o medir las ondas gravitacionales emitidas por el choque de dos agujeros negros, hasta aplicaciones de uso cotidiano y universal, como desplazarnos con seguridad con un navegador, predecir el tiempo o comunicarnos mediante datos, voz o vídeo.

Satélites de observación terrestre

Hay distintos tipos de satélites. La clasificación más utilizada para diferenciarlos es distinguirlos según el tipo de misión al que se dedican. En el caso de los satélites de observación terrestre su misión principal es proporcionar datos para conocer el estado de los parámetros que gobiernan el clima. Miden tanto la concentración de gases en la atmósfera, como los vientos, las corrientes marinas, la salinidad del mar o la cantidad de vegetación en cada punto del planeta. Suelen estar en órbitas bajas entre 400 km y 1000 km de altura.

Airbus Espacio Madrid ha participado en más de 20 misiones de Observación de la Tierra, comenzando con subsistemas como la antena del satélite ENVISAT de la Agencia Espacial Europea (ESA). Es el mayor satélite civil de observación de la Tierra que se ha construido, con más de 12 metros de alto y casi siete toneladas de masa. Airbus fue responsable de la antena de su instrumento ASAR, una antena de 10 metros x 2 metros que formaba parte del radar de apertura sintético. Este instrumento obtuvo imágenes durante 10 años, desde febrero de 2002 hasta abril de 2012, duplicando su vida nominal.

Airbus Madrid también ha sido responsable del satélite de observación terrestre SMOS (Soil Moisture and Ocean Salinity) que incluye el instrumento MIRAS (Microwave Imaging Radiometer by Aperture Synthesis), basado en un radiómetro que mide la emisión de la Tierra en la banda de 1.4 GHz. Proporciona datos que permiten calcular la salinidad del mar y la humedad del suelo. Es un instrumento imprescindible para los es-



El satélite radar español PAZ preparado para su lanzamiento.

tudios hidrológicos y de las corrientes marinas. Fue lanzado en noviembre de 2009 con una vida nominal de tres años. Debido a su perfecto funcionamiento, su misión ha sido extendida varias veces y sigue en funcionamiento.

En los últimos años, la sede de Airbus en Madrid se ha hecho responsable de satélites completos, entre los que destacan los dos satélites nacionales del Plan Nacional de Observación de la Tierra por Satélite (PNOTS): PAZ e INGENIO. El satélite PAZ es un radar de observación terrestre construido para el operador nacional de satélites gubernamentales HISDESAT. Desde su puesta en servicio a comienzos de 2018, está cumpliendo los requisitos de la misión y funcionando a la perfección. Por su parte, el satélite INGENIO, también diseñado para HISDESAT y financiado por el CDTI, lleva un sistema óptico de observación de la Tierra y está terminando las pruebas de certificación. Se espera su lanzamiento para el primer trimestre de 2020.

Satélites de navegación

Los satélites de navegación envían señales a la Tierra que permiten a cualquier dispositivo conocer con precisión su posición absoluta y la hora que es. Hay tres sistemas en funcionamiento hoy en día: el americano GPS, el europeo Galileo y el ruso Glonass. Normalmente, están situados en órbitas intermedias, entre unos 20.000 km y 25.000 km de altura.



Avion Antonov. El transporte de un satélite requiere grandes soluciones.

Airbus ha participado en la misión europea GALILEO. Este sistema de radio-navegación y posicionamiento está formado por 30 satélites, de los cuales 24 están en servicio y seis en reserva. Debido a su diseño, es capaz de proporcionar precisiones de un metro en el servicio de acceso abierto y de un centímetro en el servicio regulado.

Una de las principales ventajas del sistema GALILEO respecto del sistema americano GPS o del ruso GLONASS es que dispone de servicios certificados. Estos permiten disponer no sólo de información sobre tiempo y posición sino también de una certificación de que la señal es correcta y de que el sistema está operando dentro de su especificación, por lo que los datos obtenidos pueden usarse para documentos oficiales o comerciales.

Satélites científicos

Los satélites científicos exploran otros planetas, el sistema solar o la galaxia. Observan el Sol, viajan a Mercurio o a Saturno, e incluso algunos están saliendo del sistema solar. Sus instrumentos son normalmente los más sofisticados. Por ejemplo, GAIA cartografía más de 1.000 millones de estrellas en la Vía Láctea y LISA mide las ondas gravitacionales. Tienen órbitas más exóticas, normalmente no alrededor de la Tierra, y pueden estar a millones de km (Gm). Para comunicarse con ellos se utilizan estaciones de seguimiento de satélites de Espacio Profundo. En España hay

dos: una de la NASA en Robledo de Chavela y otra de la ESA en Villafranca del Castillo. En Europa, estos satélites son coordinados desde la Agencia Espacial Europea (ESA).

La industria española ha participado en casi todas estas misiones asumiendo la responsabilidad de distintos componentes, subsistemas e instrumentos completos. De especial importancia es el hecho de que Airbus Madrid es responsable del satélite completo CHEOPS y ha sido elegido contratista principal del mismo. La misión de este satélite es caracterizar exoplanetas (que se encuentran fuera de nuestro sistema solar), estimar sus principales características, como tamaño o densidad, y si tienen o no atmósfera.

Este satélite ha sido un éxito desde el punto de vista de terminación dentro de los plazos y costes previstos. Ahora mismo está a la espera de su lanzamiento en algún momento del cuarto trimestre de 2019. Tendrá una vida útil nominal de 3,5 años y orbitará la Tierra a unos 700 km de altura.

Satélites de comunicaciones

Los satélites de comunicaciones se utilizan para comunicar dos puntos de la Tierra. Pueden servir para distribuir señales en grandes zonas (por ejemplo, de televisión) o facilitar comunicaciones punto a punto. Normalmente están en órbita geostacionaria (en rotación sincrónica alrededor de la Tierra) a 36.000 km de altura.



Antena de navegación de Galileo en ensayos RF.



El instrumento del satélite SMOS fue el primero realizado por España.

Históricamente constituyen la aplicación satelital con un mercado comercial más claro, ya que pueden cubrir grandes territorios con un coste relativamente menor que las redes terrestres. Aunque el coste inicial puede ser importante, permiten una cobertura del 100% del territorio desde el primer día mientras que la implantación de redes terrestres es progresiva y siempre da lugar a zonas ciegas. Hoy en día se enfrentan a un gran reto debido a los rápidos cambios en la demanda, que exige mayor flexibilidad y una reducción de costes por megabit (Mbit) transmitido.

Para poder hacer frente a los nuevos retos, se barajan opciones como los sistemas de constelaciones o los satélites de telecomunicaciones de muy alta capacidad (VHTS). En el primer caso, se trata de sustituir los satélites geoestacionarios por constelaciones de satélites en órbita baja. Uno de los ejemplos es la constelación *OneWeb* con unos 900 satélites o constelaciones con unos 4.000, ambas en fase de despliegue. Las dos son apuestas muy valientes, ya que otros casos anteriores no tuvieron muy buenos

Los satélites de observación terrestre proporcionan datos para conocer el estado de los parámetros que gobiernan el clima

resultados debido a los retos técnicos y comerciales de este tipo de solución.

Los satélites de muy alta capacidad aumentan la capacidad de la tecnología clásica en un factor de 5 mediante antenas reflectoras mayores que dividen la cobertura en partes más pequeñas. Esto permite una reutilización del ancho de banda, de forma análoga a como se hace en tierra con las pico células de la telefonía móvil. Aunque el coste del satélite es mayor, el coste del megahercio se reduce.

Satélites inteligentes y antenas activas

Por último, están los satélites inteligentes con Antenas Activas y Procesado a Bordo. Se apoyan en varios avances tecnológicos que permiten mejorar las prestaciones de las antenas activas y de los equipos de procesado a bordo como la tecnología de Nitruro de Galio (GaN), el grafeno o las memorias de alta capacidad. Se espera que la próxima generación de este tipo de satélites puedan crear enlaces virtuales para cada usuario. Las antenas activas tienen varias funcio-

nalidades que las hacen únicas y probablemente serán el tipo más usado de antenas embarcadas en satélites de comunicaciones en el futuro ya que permiten una gran flexibilidad y optimización de los recursos disponibles en el satélite.

La primera funcionalidad de las antenas activas, por la que se comenzaron a introducir hace unos 15 años en las antenas de recepción, es la capacidad de evitar las interferencias provenientes de Tierra. Las antenas de recepción de los satélites son muy sensibles, ya que las señales que llegan de Tierra son muy débiles, y si reciben una señal interferente (intencionada o no) suficientemente alta puede cegar el receptor, incapacitando el transpondedor afectado y, por tanto, limitando o impidiendo el uso de un satélite. En esos casos, las antenas activas pueden generar un nulo en la dirección de la señal no deseada, evitando así que el receptor se sature y permitiendo un funcionamiento normal del satélite en el resto de las zonas.

Además, combinando antenas activas de recepción con antenas activas de transmisión y el procesado a bordo, se puede conseguir optimizar en tiempo real la potencia y el ancho de banda asignado a las distintas zonas de cobertura. De este modo, se asignan la potencia y/o ancho de banda de las zo-

nas con menos usuarios a las zonas de más tráfico, permitiendo una optimización de los recursos que redundan en una disminución de costes del servicio.

Otra funcionalidad muy novedosa es el *Beam Hopping* que consiste en combinar el multiplexado en el tiempo y en el espacio de las señales emitidas por el satélite. Un satélite que disponga de antenas activas de recepción y transmisión puede dividir la zona global de cobertura en pequeñas sub-zonas y puede asignar, en tiempo real, a cada una de ellas la capacidad disponible de forma instantánea y flexible, aumentando o disminuyendo el tiempo, la potencia o el ancho de banda asignadas a cada zona. De esta forma, se adapta a las necesidades instantáneas de la demanda en cada zona. Airbus Madrid es pionero en esta tecnología en Europa.

El primer satélite europeo que va a disponer de esta tecnología es el Quantum de Eutelsat, aunque de una forma limitada, ya que las antenas de trans-

ENVISAT es el mayor satélite civil de observación terrestre que se ha construido, con más de 12 metros de alto y casi siete toneladas de masa

misión son solamente semi-activas. El primero que va a tener esa capacidad completa, con antenas activas para recepción y para transmisión, va a ser el SNG (Spainsat Next Generation) para el operador español Hisdesat.

Lanzadores y dispensadores

La optimización de los recursos de potencia y ancho de banda a bordo de los satélites, unido a la ubicuidad y la agilidad que proporcionan los satélites, permitirá que sigan siendo actores de las telecomunicaciones globales, en sistemas cada vez más integrados y flexibles. Pero para conseguir su objetivo, no debemos olvidarnos de uno de los elementos clave para que un satélite acceda al espacio y pueda estar operativo en la órbita correspondiente: los lanzadores.

En Europa se considera estratégico el hecho de tener garantizado un acceso al espacio de forma independiente, por lo que se siempre se ha dispuesto de lanzadores. Hoy en día se dispone de dos lanzadores europeos: Vega y Ariane-5 (próximamente también el Ariane-6).

El lanzador VEGA en un lanzador de clase media que puede colocar en órbita baja (LEO) hasta 1,5 toneladas, mientras que Ariane 5 es un lanzador grande, capaz de poner en órbita LEO hasta 20 toneladas y en órbita de transferencia a geoestacionaria (GTO) hasta 12 toneladas. El futuro lanzador Ariane 6 tendrá una capacidad similar a Ariane 5, pero con el objetivo de reducir el coste de lanzamiento entre un 30% y un 50%. Se espera que el primer vuelo de Ariane 6 se produzca en 2020.

Airbus Espacio Madrid participa en el diseño y fabricación de grandes estructuras en fibra de carbono para todos los

lanzadores europeos y para lanzadores americanos (SpaceX) y japoneses (HII).

Otro de los elementos clave del lanzamiento son los dispensadores de satélites. Se trata estructuras que sujetan el satélite al lanzador y al llegar al punto adecuado de la trayectoria lo liberan y permiten que sigan su propia trayectoria. Airbus en Madrid-Barajas ha sido responsable de más de 100 estructuras de este tipo, todas ellas con resultados perfectos.

Los dispensadores posibilitan también reducir el coste de lanzamiento, al permitir que un lanzador pueda llevar satélites adicionales al satélite principal hasta completar su capacidad total. Los dispensadores se encargan de liberar los satélites en el momento adecuado. No hace mucho, en el lanzamiento de un satélite americano falló el dispensador y, al no soltar el satélite, provocó su reentrada en la atmósfera con resultados catastróficos para el satélite.

El acceso al espacio es difícil y, por tanto, caro. Hay que tener en cuenta que la energía necesaria para poner un satélite de 1.000 kilos en órbita baja es del orden de 10 megavatio-hora (MWh). Si lo queremos llevar a órbita geoestacionaria hay que multiplicar por diez la energía necesaria, llegando los 100 MWh. Quizás llegue un día que haya lanzadores que se basen en otro sistema, pero por ahora la única forma de lanzar un satélite al espacio es ponerlos en un cohete que quema combustible.

Como conclusión, podemos decir que los satélites y el acceso al espacio son una infraestructura estratégica. Por ello, existen planes europeos y nacionales que apoyan proyectos de I+D para seguir en la vanguardia de la tecnología. En España contamos con empresas, Airbus entre ellas, que disponen de las capacidades tecnológicas para suministrar, en colaboración con otras empresas nacionales y europeas, las nuevas generaciones de satélites y lanzadores que se van a necesitar para contribuir al crecimiento económico y el bienestar de los ciudadanos europeos. ■



Síguenos en redes sociales

El **COIT** sigue apostando por desarrollar espacios en los que se comparta información a tiempo real, donde se generen debates de altura, que sirvan para proyectar a la institución y sea un espacio de referencia dentro del Ecosistema Digital.

Estamos creando una Comunidad Teleco en redes sociales en la que **te animamos a participar**.



Este código QR te llevará a los enlaces directos a las redes sociales, que también puedes encontrar en: www.coit.es y www.aeit.es



Perfil

Nuevo académico de Número de la Real Academia de Ingeniería

Javier Ventura-Traveset Bosch excelencia profesional en el campo de la navegación por satélite

La carrera científica, académica y profesional de Javier Ventura-Traveset Bosch es tan completa como extensa, combinando un altísimo nivel de conocimiento técnico-científico con una dilatada experiencia en la gestión de complejos programas espaciales. Referencia en el campo de la navegación por satélite, **representa de forma paradigmática el papel esencial de las telecomunicaciones en el sector espacial.**



Nacido en Barcelona en 1965, Javier Ventura-Traveset inició en 1983 sus estudios de Ingeniería de Telecomunicación en la Universidad Politécnica de Cataluña, convirtiéndose, con tan solo 22 años, en uno de los Ingenieros de Telecomunicación más jóvenes de nuestro país. Tras realizar su proyecto Fin de Carrera se incorporó al centro de la Agencia Espacial Europea (ESA) en Holanda, ESTEC, lugar de referencia de la ingeniería espacial europea.

Culminó el doctorado en el año 1997, tras cinco años de investigación. Su tesis doctoral, *cum laude*, recibió múltiples

reconocimientos, entre los que destacamos el Premio del COIT/AEIT (Colegio Oficial de Ingenieros de Telecomunicación / Asociación Española de Ingenieros de Telecomunicación) a la mejor tesis doctoral en comunicaciones móviles/GSM. Sus trabajos durante ese periodo siguen figurando actualmente como referencia académica del máximo nivel.

Javier Ventura sigue en la Agencia Espacial Europea, donde lleva más de 30 años y donde ha trabajado para seis directorados técnicos diferentes. Actualmente, es secretario ejecutivo del Comité Científico Asesor del Programa Galileo (GSAC); director de la Oficina Científica de Navegación por Satélite; asesor del director del Centro Europeo de Astronomía Espacial (ESAC); portavoz de la ESA en España, y coordinador de las actividades de navegación de la Agencia para misiones de exploración lunar.

Su contribución a la navegación por satélite destaca de forma particular y se ha convertido en un experto reconocido internacionalmente en este ámbito. Ha sido, entre otros cargos, *principal system engineer, mission manager y system manager* en todas las fases del proyecto de navegación EGNOS, precursor del sistema europeo Galileo.

Sobre este sistema ha liderado una serie de estudios avanzados de relatividad general y física fundamental que

han permitido obtener la medida más precisa jamás lograda del desplazamiento al rojo gravitacional predicho por la teoría de relatividad general de Einstein (Principio de Equivalencia de Einstein), mejorando una medida no superada desde hacía 40 años.

Javier Ventura ha sido siempre un firme defensor de la actividad espacial en nuestro país y constante alentador de vocaciones científicas e ingenieriles entre los jóvenes españoles, lo que ha resultado en el establecimiento de una estrecha colaboración entre la ESA y las principales universidades españolas. También por ello, su labor ha sido clave para el desarrollo de la implantación en España de las incubadoras tecnológicas de empresas de la Agencia Espacial Europea para la creación de la oficina de educación ESERO en Granada.

Su trabajo ha recibido múltiples reconocimientos científicos y profesionales, entre los que destacan el prestigioso premio anual "ESA Award" por su contribución extraordinaria a la Agencia Espacial Europea en dos ocasiones (2002 y 2017). El pasado mes de Junio toma posesión como nuevo académico de la Real Academia de Ingeniería, incrementando la representación de la Ingeniería de Telecomunicación en esta institución, referencia de la ingeniería en España. Todo un honor para nuestro colectivo. ■

►AUTOR → Valeriano Claros.

Ingeniero de Telecomunicación. Representante de la Agencia Espacial Europea (ESA) en España hasta 2004.

FOTOS → Foro Histórico de las Telecomunicaciones y NASA.

...y el hombre llegó a la Luna

11 retos superados que lo hicieron posible



El cincuentenario de la llegada del hombre a la Luna constituye una ocasión única para reivindicar el papel que las telecomunicaciones jugaron en un acontecimiento que, sin ellas, nunca hubiera sido posible.

Mi experiencia personal en los vuelos del Programa Apolo como supervisor de las Comunicaciones en la estación INTA/NASA en Maspalomas (Isla de Gran Canaria) me permite recordar aquellos intensos e inolvidables días del Apolo 11 y compartir **los principales retos** a los que tuvo que enfrentarse la NASA para asegurar las telecomunicaciones en un vuelo que culminó una de las mayores hazañas tecnológicas de la humanidad.



1 Asegurar una comunicación espacio-tierra

En 1964 empezó a funcionar la Red de Rastreo y Adquisición de Datos de Naves Espaciales. En su momento fue la mayor red de comunicaciones mundiales. Como parte de los programas espaciales tripulados de los Estados Unidos Mercury y Gemini, tenía circuitos en líneas terrestres y cables submarinos, con estaciones en tierra y en barcos para garantizar el contacto en la órbita terrestre y superar el efecto de la rotación de la tierra cuando el Apolo XI estaba en la Luna.

2 Establecer la primera red global

Esta red debía tener no solo canales de comunicación directa sino también en conferencia múltiple; es decir, que pudiera incluir en una sola conversación a los dos tripulantes que pisaran la superficie lunar: al piloto del módulo de mando en órbita y a los controladores de vuelo en el Centro de Control de la misión.

Para ello, la NASA financió a INTELSAT el lanzamiento de tres satélites de comunicaciones en órbita y en la Red de Vuelos Espaciales Tripulados, antenas parabólicas de banda S en 11 estaciones distribuidas a lo largo de la superficie terrestre y antenas de 27 metros en Canberra, Goldstone y Madrid. La red se complementó con cinco barcos equipados como una estación de seguimiento y ocho aviones que solo actuaban durante la reentrada en la Tierra.

3 Establecer una red de mensajería de respaldo a la Misión

Se puso en marcha una red automática de transmisión telegráfica, centralizada en el Centro de Conmutación de GSFC

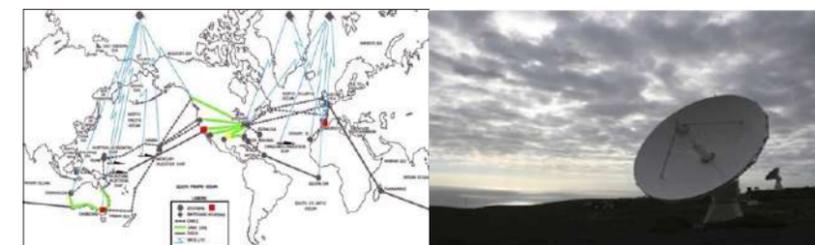
localizado en Greenbelt (MD). A este Centro estaban conectadas todas las posiciones operativas de las estaciones y centros de la red NASCOM. Todas disponían de terminales de teleimpresores. Mediante un código de tres letras asignado a cada posición (similar a los acrónimos de las estaciones), distribuía automáticamente los mensajes a sus destinatarios. Entre ellos, estaban los ordenadores del cálculo o de refinamiento de las órbitas, que se servían de los datos enviados por las estaciones por medio de cinta perforada.

4 Definir el plan operativo de comunicaciones durante todo el vuelo del Apolo

Uno de los retos más importantes de la NASA en el programa Apolo fue definir las necesidades de comunicación con los astronautas durante todo el vuelo. Para ello, identificó 16 periodos críticos en los que no podía haber comunicación directa con los astronautas y definió el tipo de comunicaciones más adecuado a cada caso (banda VHF o S).

5 Intercambio de voz y datos entre las naves y astronautas con el Centro de Control

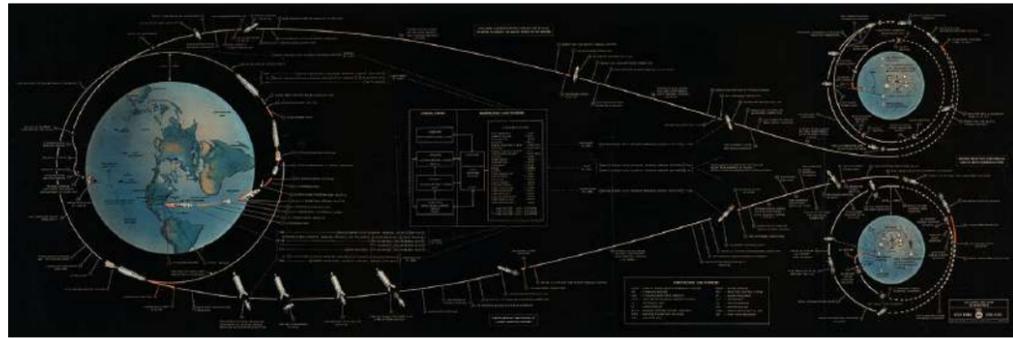
Se implementaron canales de comunicación con las naves Apolo utilizando enlaces en la banda de muy alta frecuencia, VHF (215 a 260 MHz), y canales en el sistema unificado de banda S, USB (2.200 a 2.300 MHz). La comunicación en VHF solo se hacía con las estaciones de la red NASCOM (tenían antenas Telstrac y Agave, utilizadas previamente en los Programas Mercury y Gemini) durante las órbitas de aparcamiento y entre los astronautas cuando estaban en la superficie lunar.



Reto 1. NASCOM - Apolo 11 y estación INTELSAT de Telefónica en Maspalomas.



Reto 2. Proyección de la órbita del Apollo 11 en la fase de inserción hacia la Luna y antenas Teltrac y Agave en la estación de la Isla de Gran Canaria (CYI).



Reto 4. Proyección de la órbita del Apollo 11 en la fase de inserción hacia la Luna.

6 Posibilitar el intercambio de información a muy largas distancias

Además de comunicaciones de voz, el Sistema USB con las antenas parabólicas proporcionaba también datos de telemetría y biomédicos, órdenes de mando y medidas de distancia y televisión. Para ello, se implementaron nuevas técnicas de modulación de fase (PM) sobre una única portadora de 2287,5 MHz de dos subportadoras (una de voz de 1,250 MHz y otra de telemetría en PCM de 1,024 MHz), más los códigos pseudo aleatorios (PRC) para el cálculo de las distancias de la nave.

También se recurrió a una portadora modulada directamente en FM en ban-

da S de 2.272,5 MHz para permitir tanto la transmisión de TV desde el espacio como la transmisión de la voz y los datos que se grabarían en cinta durante el tiempo que no hubiese comunicación con la nave. La nueva técnica de modulación permitió la utilización de transmisores de elevado rendimiento, imprescindibles para alcanzar estas distancias. Actualmente se emplea en numerosos sistemas, como es el caso del GPS y Galileo, el sistema global de navegación por satélite europeo.

7 Obtener la posición y velocidad de las naves con precisión

La subportadora permitió medir, además, datos imprescindibles para la navegación. Por un lado, podía determi-

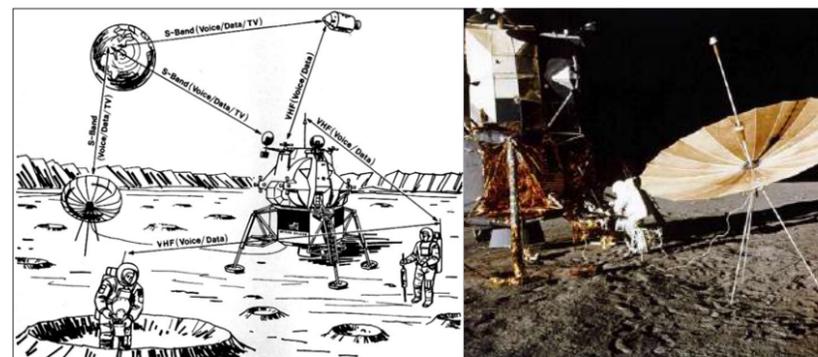
nar el retardo de la señal para conocer la distancia a la nave con una precisión de decenas de metros y, por otro, la velocidad con una precisión de centímetros por segundo mediante la medida del desplazamiento Doppler. Para ello, se desarrollaron nuevos osciladores en las bandas de microondas con gran estabilidad y coherencia, lo que requirió el desarrollo de novedosas técnicas y tecnologías.

8 Vigilar el estado de salud de los astronautas

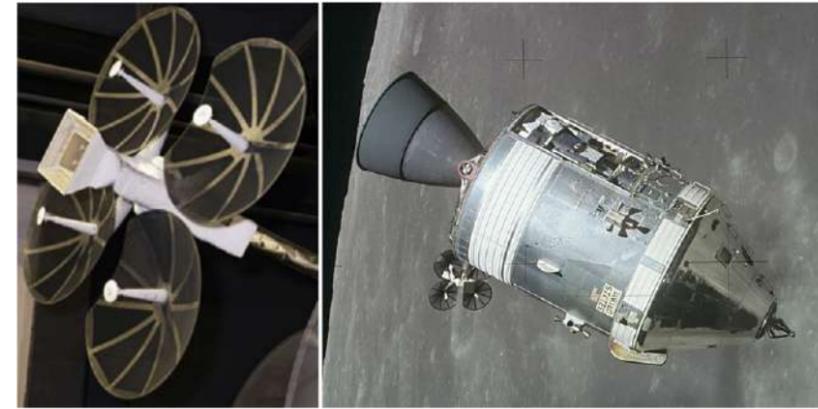
Se logró mediante la técnica de modulación de desplazamiento de frecuencia (FSK) en las portadoras IRIG para la transmisión de los datos biomédicos. Estos datos eran demodulados en las estaciones, grabados en cinta magnética y, algunos, como electrocardiogramas, pulsaciones, etc., se imprimían en papel para enviarlos más tarde por valija diplomática al Centro de Control de Houston vía la Base Aérea de Torrejón de Ardoz.

9 Asegurar la comunicación ante un fallo catastrófico

Se estableció un sistema de emergencia de comunicación telegráfica en código Morse sobre una subportadora de 512 KHz modulada por desplazamiento



Reto 5. Sistema de comunicaciones del Apollo 11.



Reto 6. Antenas embarcadas del enlace de comunicaciones USB (Unified S-band).



Reto 11. Telescopio y Radiotelescopio de la instalación de la Red de Alerta de Partículas Solares (SPAN) en la Estación de la Isla de Gran Canaria (CYI).

de fase directamente sobre la portadora de banda S. En caso de degradación severa de las comunicaciones, los astronautas podrían usar este sistema de comunicación, que había sido probado en el Apolo VII, aunque nunca fue necesario utilizarlo.

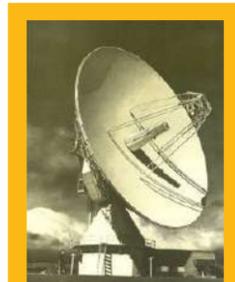
10 Controlar los equipos embarcados desde el Centro de Control

Se diseñó e implementó un Sistema de Telemando Digital que permitiera controlar los equipos de las naves desde tierra. La mayoría de los telemandos fueron diseñados antes del lanzamiento, pero otros podían ser diseñados por el Centro de Control de la Misión en Houston cuando fuese necesario. Unos telemandos fueron ejecutados en tiempo real y otros enviados y almacenados para ser ejecutados en un

momento determinado sin que la nave estuviese en contacto con la Tierra. Los telemandos estaban estructurados con codificación sub-bit como medida de protección de errores en transmisión.

11 Proteger a los astronautas de las radiaciones solares

Se desplegó una Red de Alerta de Partículas Solares en Canarvon (Australia del Oeste), Houston (USA) y en la Isla de Gran Canaria (España) constituida por un telescopio óptico en H alfa y un radio telescopio para proteger a los astronautas de posibles tormentas solares de alta radiación. En este caso, los astronautas tenían la obligación de recluirse en el módulo lunar o retornar el módulo de servicio y mando a la órbita lunar y allí, incluso, reorientar la nave para ser protegidos por el escudo térmico de la misma. ■



Quince días antes del lanzamiento del Apolo XI, el satélite de comunicaciones INTELSAT III-F2 falló. Enlazaba las estaciones terrenas españolas de Robledo y Fresnedillas, a través de la de Buitrago, con el Centro de Comunicaciones de la NASA, en Maryland, en los Estados Unidos. Con toda urgencia hubo que constituir, mediante la instalación de cables terrestres y submarinos, un canal de 48 Kbits para poder distribuir la señal de TV durante el período crítico de separación del módulo de mando del módulo lunar.

Fue necesario concatenar doce circuitos telefónicos, liberándolos de los servicios asignados por diferentes operadoras telefónicas en Europa, con los escasos cables submarinos trasatlánticos que había en servicio en aquellos días. Gracias a la personalidad del director internacional de la Compañía Telefónica Nacional de España (CTNE), Luis Terol, y a la experiencia de su equipo, se consiguió convencer a las operadoras europeas implicadas para que facilitaran los circuitos necesarios al menos dos horas antes de la "hora T". Y se consiguió, solo con cinco minutos de antelación, que el lanzamiento espacial más importante de la historia no fuese retrasado.

Manuel Avendaño, coordinador de Contenidos del Foro Histórico de las Telecomunicaciones

Telefónica evitó el retraso en el lanzamiento

► Galicia (COETG)

Del 2 al 6 de septiembre tuvo lugar en A Coruña la 27ª edición de Eusipco, Conferencia Europea de Procesamiento de Señal. Más de 800 expertos procedentes de 52 países se dieron cita para profundizar en esta disciplina fundamental de las TIC. Este congreso, en el que el COETG participó como patrocinador, es un evento clave en la agenda de expertos en procesamiento de señales de todo el mundo. El profesor de la Universidad de A Coruña y miembro de la Junta de Gobierno del COETG, Luis Castedo, fue co-presidente del comité organizador de esta edición del congreso. Por otra parte, el 3 de septiembre se celebró la Noche de las Telecomunicaciones de Cantabria, con la asistencia de Sánchez Agrelo, Decano del Colexio Oficial de Enxeñeiros de Telecomunicación de Galicia.



► Castilla-La Mancha

El pasado 24 de Julio, en Alcázar de San Juan, comenzó su andadura la Asociación de Operadores de Telecomunicación de Castilla-La Mancha (AOTEL CLM), celebrando su primera asamblea a la que fue invitada la delegación del COIT en Castilla-La Mancha. El acto fue presidido por el consejero de Desarrollo Sostenible, José Luis Escudero. Esta nueva consejería agrupa, bajo la Dirección General de Cohesión Territorial, las competencias regionales en telecomunicaciones.



► Cantabria

La Delegación en Cantabria de la Asociación Española de Ingenieros de Telecomunicación (AEIT) organizó la IV Noche de las Telecomunicaciones de Cantabria. El acto se celebró en la ciudad de Santander el pasado 3 de septiembre en el Gran Casino del Sardinero. Gema Igual, alcaldesa de Santander, Jorge Muyo, director de Innovación del Gobierno, así como otras personalidades y representantes de empresas TIC de Cantabria y nacionales, acompañaron a los Ingenieros de Telecomunicación en uno de los actos más importantes del sector. Durante el acto se hizo entrega de dos importantes galardones: el premio 'Impuls@ TIC', que recayó en Ingram Micro Cloud, y el 'Premio a la trayectoria profesional', para José Alonso Fernández, fundador y presidente de TTI-Norte. También se hizo entrega a Fernando Cucala de un reconocimiento por su más de 50 años de trayectoria profesional.



► Aragón

El día 18 de septiembre completó la instalación y puesta en marcha de un transceptor eNodeB LTE Banda 28 en la azotea del edificio Ada Byron de la Escuela de Ingeniería y Arquitectura (EINA). Este equipamiento forma parte del sistema de pruebas desplegado temporalmente en el contexto de un programa de I+D+i en el que participa el equipo de investigación en comunicaciones móviles del grupo Communications Networks and Information Technologies (CeNIT) del Instituto de Investigación en Ingeniería de Aragón (I3A) a través de la empresa multinacional Teltronic.



► Andalucía Occidental y Ceuta (COIT-AOC)

El COITAOC ha celebrado la 'Master Class sobre Gestión de Redes Sociales: Potencia tu marca' y el curso 'Podcast, el futuro de la comunicación que ya es presente'. Dos actividades formativas dirigidas, principalmente, a Ingenieros de Telecomunicación, pero abiertas a compañeros de otras ingenierías con interés en aprender sobre las últimas tendencias de comunicación masiva que utilizan las nuevas tecnologías.



► Servicios Generales-Madrid (COIT)

La celebración de San Gabriel en Madrid se desarrolló con un acto el pasado 27 de septiembre durante el que se anunció el nombramiento de Ignacio Villaseca como Ingeniero del Año 2019. Villaseca es en la actualidad CEO de Teldat. Además, es miembro del Patronato de IMDEA Networks en representación de Teldat y a lo largo de su carrera ha sido miembro del Consejo de Administración de diferentes empresas participadas por el Grupo Teldat. En palabras de Marta Balenciaga, decana del COIT y presidenta de la AEIT, "Ignacio ha sido capaz de guiar a Teldat, durante más de 25 años de frenético cambio tecnológico, para convertirla en una de las empresas españolas de referencia, tanto a nivel nacional como internacional". En el mismo acto, se hizo entrega del reconocimiento a los colegiados y asociados que cumplen 50 años de profesión.



► Cataluña (COETC)

Con motivo de la celebración de San Gabriel el pasado 26 de septiembre, el Colegio Oficial de Ingenieros de Telecomunicación (COIT) organizó un acto en la sede de Barcelona de la Comisión Nacional de los Mercados y la Competencia (CNMC) un acto en el que el Grupo de Trabajo Vehículo Conectado y Autónomo del COIT celebró una mesa técnica con expertos del sector. Además, en el transcurso de la jornada la decana-presidente del COIT y la AEIT, Marta Balenciaga, hizo entrega de un reconocimiento por su trayectoria profesional a Manuel Moralejo, presidente de la AEIT en Cataluña y decano delegado del COIT en la comunidad desde el año 2015.



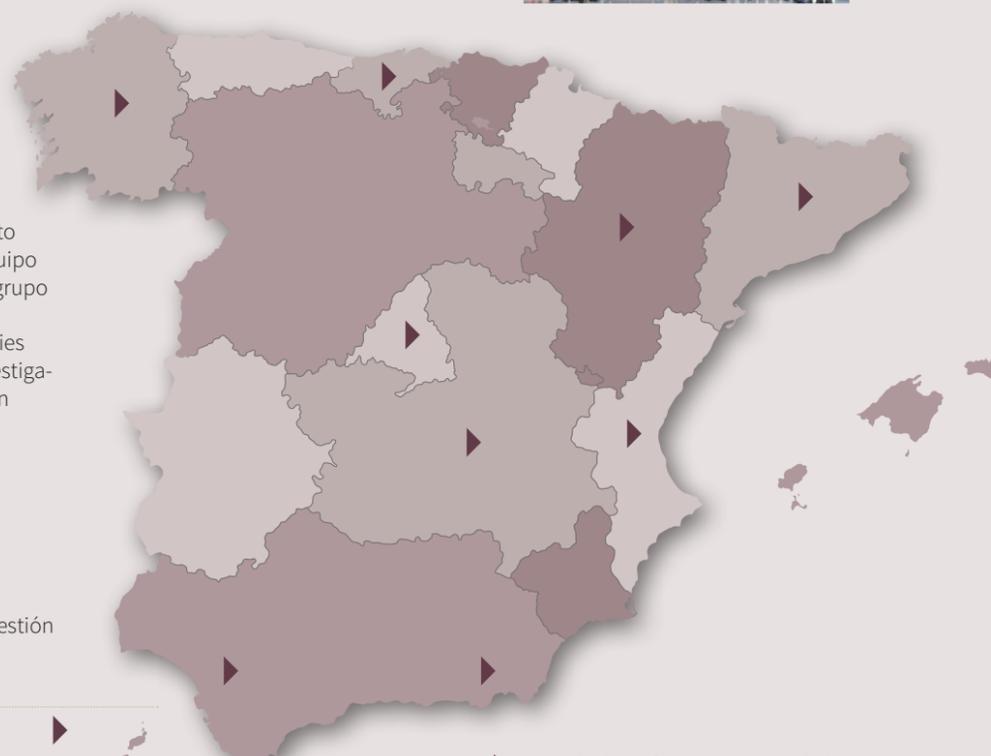
► Comunidad Valenciana (COITCV)

Entre el 1 y el 4 de octubre se ha celebrado en Valencia la novena edición del Green Standards Week organizada por la Unión Internacional de Telecomunicaciones (UIT), el Ministerio de Economía y Empresa y la Secretaría de Estado para el Avance Digital junto a más de 25 socios, entre ellos el COIT, entidad que colabora con el evento. Se trata de una interesante oportunidad para discutir el papel de las tecnologías de la información y la comunicación (TIC) para facilitar la gobernanza inteligente y fomentar las ciudades inteligentes y sostenibles.



► Canarias

El pasado 13 de septiembre el Decano Presidente del COIT/ACIT, Miguel A. Montesdeoca, y Félix Herrera, coordinador del Grupo de Trabajo de Smart Cities del COIT, mantuvieron una reunión con Heriberta Granado, concejala de Tecnología en el Ayuntamiento de Santa Cruz de Tenerife. En dicha reunión se abordó la disposición del Colegio para colaborar en el desarrollo de las nuevas tecnologías y de la Sociedad de la Información, y para hacer de Santa Cruz de Tenerife una ciudad más integrada con el fin de facilitar su transformación digital, algo que sin duda contribuirá a un mayor éxito económico y social del municipio. Por otra parte, nos congratulamos del nombramiento del colegiado Víctor Melian Santana C04902 como director general de Telecomunicaciones y Nuevas Tecnologías del Gobierno de Canarias.



► Andalucía Oriental (COIT-AORM)

La Universidad de Málaga, dentro del programa Campus Tecnológico, celebró unas sesiones destinadas a fomentar el interés de las niñas y jóvenes en las carreras técnicas. Con asistencia de 30 niñas y jóvenes de entre 12 y 16 años, Ingenieras de Telecomunicación, de Informática e Industriales contaron sus trayectorias profesionales y qué fue lo que les llevó a estudiar una ingeniería. En representación de la Ingeniería de Telecomunicación, participó nuestra compañera Ainoa Celaya, CEO de Lunamic y vocal de COIT AORM.

ciné



Autor → Atanasio Carpena.

Misiones espaciales

'Apolo 11'
(Todd Douglas Miller, 2019)

Empezó como un documental –narrar la historia del Apolo 11 usando material de archivo– pero se convirtió en el trabajo de un equipo internacional de expertos cuando, cual tesoro, aparecieron bobinas inéditas en 70 mm y miles de horas de audios de la NASA sin catalogar.

El sobresaliente montaje del material seleccionado lo transmuta en evento cinematográfico ávido de pantalla grande. Al ser en su totalidad material del momento deviene en un documento histórico tan realista e inmersivo que la butaca se integra en la sala de control de la misión.

'El astronauta'
(Javier Aguirre, 1970)

Un año después de la llegada del hombre a la Luna, Pedro Masó se activó en funciones de productor y guionista con el proyecto de esta película.

Cuenta cómo un españolito de a pie se las apaña para convencer a una cuadrilla de convecinos y planificar con ellos el primer lanzamiento de una nave espacial *made in Spain*, la Cibeles I, que anexa el módulo de descenso lunar Garrapata. Resultado: una parodia espacial con un encanto especial y el plus de tener escenas rodadas en la estación de seguimiento de la NASA de Fresnedillas de la Oliva.

Más de cada una de estas películas en la filmoteca del Foro Histórico de las Telecomunicaciones, disponible en la web del COIT.



música

Autor → José Manuel Martínez.

Las matemáticas en la música

La relación existente entre música y matemáticas debería ser familiar para los Ingenieros de Telecomunicación, ya que se basa en algo tan propio como la frecuencia en la propagación de ondas.

El interés por esta relación viene desde Pitágoras, quien estudió mediante el monocordio (una tabla con una cuerda vibrante) el cambio en los sonidos emitidos al cambiar la longitud de la cuerda. Así se comprobó la relación matemática entre la altura del sonido, o frecuencia, y la longitud de la cuerda que lo produce. Al reducir la longitud de la cuerda a la mitad, la nota suena parecida pero más aguda, pues tiene frecuencia doble.

Observando el teclado de un piano, que contiene siete octavas, podemos ver, entre el LA central a 440 Hertzios y el siguiente LA a 880, una escala completa de doce notas. Esta escala se forma a partir del primer LA, siguiendo una progresión geométrica cuya razón es la raíz duodécima de dos hasta el segundo LA, y contiene la parte principal de la armonía, el LA inicial o tónica, la tercera o modal, la quinta o dominante y el segundo LA.

vinos



Autor → Manolo Gamella.

Vino y tecnología

Me sugiere la revista que seleccione temas relacionados con la innovación, la tecnología y las telecomunicaciones. El mundo del vino es mucho más que eso, claro está, pero tampoco es ajeno a las innovaciones, de producto y de proceso, cómo no.

Las innovaciones de producto han dado lugar a lo largo de la historia a miles de vinos diferentes, y a que la calidad de los que compramos hoy en el súper de la esquina pueda ser superior a la que disfrutaban los reyes de otros tiempos. Las de proceso son el soporte de esos productos y esas calidades. Se han ido aplicando a todos los eslabones de la cadena de valor: suelo, fertilizantes, fitosanitarios, pesticidas, variedades de vid e injertos, control de agua y temperaturas, trabajos de cultivo y de vendimia, levaduras, procesos de fermentación y de crianza en las bodegas, embotellado, empaquetado, logística y comercialización de los vinos.

Todo esto requiere tecnologías: químicas, biológicas, mecánicas y también, cada vez más, electrónicas, telemáticas y de captura y proceso digital de datos. Los equipos y servicios de las TIC para este sector ya no son solo los suministrados por proveedores generalistas, sino que van surgiendo, también en España, empresas especializadas. Tradición e innovación 'maridan' bien con los vinos, hay materia para otros artículos sobre este tema...

Autor → José Monedero.

Holanda invade Madrid

Este verano el Museo del Prado ha ofrecido una excitante muestra de arte holandés por medio de la exposición "Velázquez, Rembrandt, Vermeer. Miradas afines", una iniciativa que reflexiona sobre las tradiciones pictóricas de España y los Países Bajos en el siglo XVII que, consideradas habitualmente como divergentes, pone de manifiesto los numerosos rasgos que las unen.



La exposición ha reunido 72 obras, gran parte de ellas procedentes del Rijksmuseum, divididas en secciones temáticas. Entre ellas, destaca 'Retratos', en la que se observan más coincidencias, como los colores oscuros que contrastan con las blancas golas, qué diferencias. Pero técnicas aparte, el hecho de que en Madrid hayamos tenido ocasión de ver en un solo museo tantas obras maestras de la pintura holandesa junto a sus pares de la pintura española ha sido realmente un privilegio que nos ha permitido disfrutar de la contemplación de cuadros aquí nunca vistos, como el soberbio conjunto 'Los oficiales del gremio de pañeros de Amsterdam' (Rembrandt), la conocida imagen urbana de la época 'La callejuela' (Vermeer), la pareja de imágenes 'Menipo' (Velázquez) y 'El apóstol San Pablo' (Rembrandt), en la que se aprecian claros paralelismos solamente observables cuando se ven ambas obras de forma conjunta. La exposición, en resumen, saca a la luz los intentos de la historia del arte para afirmar de forma artificial la singularidad de las naciones.

► La marca Ingenieros de Telecomunicación

El Colegio Oficial de Ingenieros de Telecomunicación y la Asociación Española de Ingenieros de Telecomunicación han lanzado la campaña “SOMOS INGENIEROS DE TELECOMUNICACIÓN” a través de un nuevo vídeo corporativo que os animamos a compartir. El objetivo es concienciar sobre la transversalidad de nuestra profesión y mostrar la relevancia de nuestra labor en el desarrollo de la sociedad. Podéis verlo y compartirlo a través de este enlace: <https://youtu.be/KXRvvh51nQ>

► Despliegue 5G, ciudades y territorios

El 10 de octubre en el Instituto de la Ingeniería de España de Madrid, el Institut Cerdà y el Colegio Oficial de Ingenieros de Telecomunicación (COIT) organizan una jornada sobre el despliegue del 5G. ¿Cómo va a revolucionar las telecomunicaciones móviles, la economía y la industria en general? Los ponentes tratarán de responder a estas cuestiones y a otras muchas como que nuevas infraestructuras de telecomunicaciones se requerirán y qué proceso deberán seguir las ciudades y los territorios rurales para adaptarse. <https://www.coit.es/eventos/save-day-la-implantacion-de-las-redes-5g-en-el-territorio>

► El futuro de las telecomunicaciones en los edificios

El Colegio Oficial de Ingenieros de Telecomunicación (COIT), con el apoyo del Grupo de Trabajo de Ejercicio Profesional, impulsa la celebración de la segunda edición del Congreso de Telecomunicaciones en Edificios Inteligentes, que tendrá lugar en Madrid el próximo 17 de octubre. El acto, abierto a sectores implicados en la arquitectura, ingeniería y construcción de la edificación, contará con la participación de profesionales y expertos, tanto empresas privadas como instituciones públicas. Esta segunda edición del Congreso estará centrada, principalmente, en las redes de telecomunicaciones de acceso e interiores al edificio. <http://congresoscoit.es/>

► La era de la conectividad inteligente

Entre el 29 y el 31 de octubre tendrá lugar en Barcelona el IOTSWC (IoT Solutions World Congress) que ofrecerá más de 400 expositores, entre los que estarán los principales proveedores a nivel mundial de IoT, Inteligencia Artificial y soluciones Blockchain. De manera simultánea se celebrará un congreso con más de 400 oradores. Organizado por Fira de Barcelona en colaboración con el IIC (Consorcio de Internet Industrial) se discutirán los beneficios de la digitalización en función de sus experiencias en todo tipo de empresas, analizando los desafíos y las nuevas implicaciones que se abren en esta era de conectividad inteligente. <https://www.iotsworldcongress.com>

► Preguntáme sobre Blockchain

La comunidad mundial en torno al Blockchain se reúne del 11 al 13 de noviembre en un gran evento en el que los asistentes podrán participar en el diálogo que mantendrán reguladores, responsables de políticas, personas influyentes de la industria y miembros de la comunidad de impacto social. Convergence - The Global Blockchain Congress se celebrará en Málaga, en el Centro de Ferias y Congresos, y reunirá a alrededor de 1.500 participantes. Durante los tres días se celebrarán presentaciones, paneles, talleres, hackatones y eventos culturales. <https://blockchainconvergence.com>

► Ciudades más inteligentes

Vuelve otra edición del Smart City Expo World Congress. Del 19 al 21 de noviembre permitirá a todos aquellos que están interesados conocer de primera mano todas las novedades que el IoT, la Inteligencia Artificial, las soluciones Blockchain o los drones pueden ofrecer a las ciudades. Además, es una gran oportunidad para averiguar qué es lo último en automóviles autónomos o cuáles son nuevas las formas de micromovilidad. La cita es en la Sede Gran Vía de la Fira de Barcelona. <http://www.smartcityexpo.com/en/the-event/about-2019-edition>

► Big Data a lo grande

Los próximos días 20 y 21 de noviembre los cines Kinépolis de Madrid acogen la octava edición de Big Data Spain, un evento que desde 2012 se celebra en España con el objetivo de crear conciencia sobre el fenómeno Big Data entre la comunidad empresarial en España y desde un punto de vista tanto técnico como comercial. En las siete ediciones que lleva el evento ha crecido tanto en número de ponentes y conferencias que la organización ha tenido a bien llamarle a partir de ahora Big Data España. Con más de 100 oradores es una gran ocasión para saber más sobre Inteligencia Artificial, Machine Learning, IoT, o Blockchain. <https://www.bighingsconference.com/>



colegio oficial
ingenieros
de telecomunicación

CONGRESO

Auditorio COAM, Madrid jueves 17 de octubre de 2019

Telecomunicaciones en edificios inteligentes

La Tecnología IoT entra en los edificios



Patrocinadores

COMMSCOPE

FLUKE
networks

MOBOTIX

PANDUIT

Televes

TELNET
Redes Inteligentes

aplicaciones
de telecomunicaciones

Grupo Redistogar

MUTUALIDAD de INGENIERÍA

Sabadell
Profesional

BS

Colaboradores

PRIMERO ES LA CONECTIVIDAD, LUEGO TODO LO DEMÁS.



Conectividad

Solo una red flexible, rápida y segura como la de Telefónica Empresas, garantiza la mejor conectividad y el éxito de tu negocio.

Telefonica

EMPRESAS

Tu partner integral en la transformación digital



Cloud



Conectividad



Big Data



IoT



Digital WorkPlace



Seguridad

TELEFONICAEMPRESAS.ES



Patrocinador del
Equipo Olímpico Español