

5G: APLICACIÓN DE LAS COMUNICACIONES MÓVILES EN EL ÁMBITO DE LA DEFENSA

Francisco Javier GARRIDO GARCÍA



Del pasado al futuro



OS sistemas de comunicaciones han jugado un papel especialmente relevante en los conflictos armados, con un profundo impacto en la defensa nacional. En el ámbito marítimo, nuestra manera de comunicarnos ha ido evolucionando desde las señales de banderas, paneles y semáforos —cuyos orígenes se remontan al siglo XIV— hasta los modernos sistemas que actualmente emplean nuestras unidades en la mar.

La quinta generación de comunicaciones móviles (5G) y las capacidades que promete ofrecer podrían provocar una transformación radical en la manera de comunicarnos. «Su potencial impulsará la forma de operar del Ministerio de Defensa y permitirá que las Fuerzas Armadas puedan incrementar su eficacia y eficiencia en el desarrollo de sus misiones y cometidos» (1).

En el siguiente artículo intentaré exponer las pretensiones de esta nueva tecnología y cuáles podrían ser algunas de sus posibles aplicaciones en el ámbito de la defensa.

Del 0G al 4G. Generaciones de telefonía móvil: un poco de historia

Una de las evoluciones tecnológicas más vertiginosas en el mundo de las comunicaciones ha sido sin duda el desarrollo de la telefonía móvil. Grandes

(1) «Estrategia de comunicaciones móviles de quinta generación (Estrategia 5G) del Ministerio de Defensa». BOD, núm. 103, Resolución 307/08135/21, de 17 de mayo de 2021, de la Secretaría de Estado de Defensa.

empresas como Motorola o AT&T vieron en ello una oportunidad de obtener grandes beneficios, invirtiendo en avances que han posibilitado que las comunicaciones, originalmente basadas en los sistemas radio empleados durante la Segunda Guerra Mundial, estuvieran al alcance de millones de usuarios, convirtiéndose en un lucrativo negocio, superando el número de móviles registrados a día de hoy al total de la población mundial (2).

La tecnología móvil o celular —conocida de este modo por su acceso a través de diferentes células o celdas (3) se ha desarrollado en varias «generaciones», cuyas principales características podrían resumirse en las siguientes:

- Orígenes (0G). En los años 70 empezaron a emplearse radiotelefonos de gran tamaño, que necesariamente debían ser instalados en vehículos y que accedían al servicio telefónico a través de una centralita. Estos equipos, más próximos a la radio que a los teléfonos, podríamos considerarlos como el punto de partida de la telefonía móvil.
- Primera Generación (1G). Aparecieron en los años 80 y permitieron por primera vez la conexión a distintas celdas, aunque el cambio de una a otra (itinerancia) no estaba garantizado al emplear las compañías diferentes tecnologías. Los terminales continuaban siendo pesados (aproximadamente de un kilo) y de escasa capacidad (la batería apenas duraba una hora). La comunicación era analógica, de mala calidad y sin ninguna seguridad.
- Segunda Generación (2G). En la década de los 90 se produjo un importante cambio: la digitalización de las comunicaciones. Se estableció el protocolo GSM (*Global System for Mobile communication*) adoptado por todas las compañías y que permitió una itinerancia real. Se redujo el tamaño de los terminales y se mejoraron sus capacidades. Aparecieron los primeros servicios para transmisión de datos: el SMS (*Short Message Service*), con una velocidad de transferencia que no superaba los 400 Kbps.
- Tercera Generación (3G). Con el cambio de siglo llega la banda ancha a la telefonía móvil, con velocidades de transferencia de datos de hasta dos Mbps. Esta velocidad permitió el acceso a internet y la aparición de nuevos servicios, como el de videollamada. Se mejoró significativamente la movilidad, posibilitando el cambio entre operadoras y países de forma transparente para el usuario. A partir de esta generación, podríamos empezar a hablar de los teléfonos inteligentes.

(2) En 2020 había 8.100 millones de tarjetas SIM, y se espera que para el 2025 se alcancen los 8.800. *GSM Association. The Mobile Economy 2021*. https://www.gsma.com/mobileeconomy/wp-content/uploads/2021/07/GSMA_MobileEconomy2021_3.pdf

(3) Área en la que una estación base es capaz de proporcionar los servicios a los terminales que se encuentran en sus proximidades.

	1970	1980	1990	2000	2010
	0G	1G	2G	3G	4G
Terminal					
Velocidad	Solo voz (= 2 kbps)	Solo voz (= 2 kbps)	56 Kbps	2 Mbps	150 Mbps
Principal avance	Servicio analógico de radio telefonía	Servicio analógico de telefonía	Servicio digital de telefonía (GSM)	Internet en el móvil	Banda ancha
Servicios	Fonía	Fonía	Fonía y SMS	Fonía, videollamada y servicios Internet	Fonía, videollamada (Full HD), servicios avanzados de Internet

Evolución de las generaciones móviles. (Imagen facilitada por el autor)

- Cuarta Generación (4G). Por fin, en 2010 se alcanzó la «alta velocidad», con una tasa de transferencia máxima de hasta 300 Mbps. Las comunicaciones comenzaron a basarse en protocolos de internet (IP) que permiten la explotación de servicios multimedia avanzados.

Y es en esta generación en la que nos encontramos hoy en día, puesto que, aunque las operadoras de telefonía ya anuncian el despliegue de redes 5G y aparece en muchos teléfonos esta «etiqueta», todavía nos encontramos en una primera fase de implantación, empleando soluciones 4G avanzadas pero que no alcanzan todo el potencial de la tecnología 5G, ya que para esto será necesaria una infraestructura de comunicaciones totalmente dedicada a ello.

El futuro: la Quinta Generación (5G)

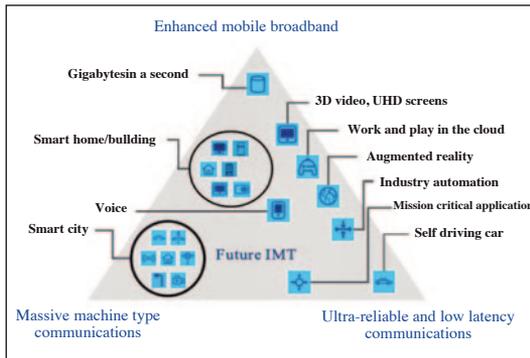
La aparición de esta nueva generación de comunicaciones móviles ha generado grandes expectativas; 5G se presenta como una revolución que cambiará sustancialmente no solo la forma en que nos comunicamos, sino también cómo nos relacionamos, estudiamos, trabajamos y, en el ámbito de la defensa, cómo operamos. Las principales capacidades que se prevé que proporcione son:

- Comunicaciones móviles de banda ancha mejoradas (*enhanced Mobile Broadband*, eMBB). Con 5G se espera alcanzar velocidades de transferencia de datos de hasta 20 Gbits, casi 100 veces más de lo que permite actualmente la tecnología 4G. Esto abrirá la puerta a nuevos servicios que requieren gran ancho de banda, como la realidad virtual o la computación en la nube (4).

(4) La computación en la nube o *cloud computing* consiste en la posibilidad de consumir servicios tecnológicos a través de una red global, con la opción de almacenar, administrar y procesar datos.

- Comunicaciones ultrafiabiles de baja latencia (*Ultra-Reliable Low Latency Communications*, URLLC). Posibilitará comunicaciones casi en tiempo real, reduciendo la latencia, es decir, el retardo temporal dentro de la red entre el emisor y el receptor. Si 4G tiene aproximadamente 50 milisegundos de latencia, con 5G podría ser menor de uno. Este tiempo, casi imperceptible en la mayoría de servicios actuales, resulta crítico para nuevos desarrollos, como por ejemplo podría ser el caso del empleo de los vehículos autónomos o incluso para el guiado de armas que requieren comunicaciones extremadamente rápidas y fiables.
- Comunicaciones masivas entre dispositivos y máquinas (*massive Machine Type Communications*, mMTC). El 5G permitirá un mayor número de dispositivos conectados por km², multiplicando por 100 las capacidades del 4G, pudiendo alcanzarse hasta el millón de conexiones. Cada vez son más los equipos y sistemas conectados a internet, y el 5G proporcionará el ecosistema de comunicaciones adecuado para el desarrollo del internet de las cosas (IoT) (5). Esta capacidad permitirá la robotización

y sensorización del campo de batalla, con todos los elementos conectados a una misma red y compartiendo y gestionando la misma información (6).



Ejemplo de escenarios para las comunicaciones móviles internacionales más allá de 2022 (7)

No obstante, para poder alcanzar el pleno potencial de todas estas capacidades, todavía es necesario actuar sobre los dos componentes principales que conforman la red móvil: la red de acceso por radio (*Radio Access Network*, RAN) y la red principal o de núcleo.

(5) Cada vez es más común que objetos cotidianos se conecten a internet e intercambien información; uno de los ejemplos más utilizados es el del frigorífico, que hace la compra cuando detecta que es necesario.

(6) El 5G podría considerarse uno de los principales habilitadores para la generación de una «nube de combate», entendida como una red virtual para la distribución de datos e intercambio de información dentro de un campo de batalla o zona de operaciones, donde cada usuario, plataforma o nodo autorizado contribuye y recibe información esencial para la realización de operaciones militares.

(7) «Recommendation ITU-R M.2083-0 .IMT Vision. Framework and overall objectives of the future development of IMT for 2020 and beyond». *International Telecommunication Union. Radiocommunication Sector*, Geneva, 2015.

- La red de acceso por radio es el sistema de telecomunicaciones por el que se enlazan los terminales móviles con la red principal a través de conexiones radio dedicadas. La principal diferencia en la tecnología 5G es la explotación de frecuencias de onda milimétricas (8), frecuencias muy altas que permiten emplear gran ancho de banda. Como contrapartida, el empleo de estos márgenes del espectro radioeléctrico implica un reducido alcance y una escasa capacidad de penetración al producirse una gran atenuación. Será necesario, por tanto, el despliegue de mayor número de antenas, generando celdas de comunicaciones de tamaño reducido.

El 5G utilizará antenas con capacidad de múltiples entradas y salidas (*Multiple-Input Multiple-Output*, MIMO), las cuales permitirán establecer gran cantidad de canales simultáneos con una mejora significativa en velocidad, eficiencia energética y disponibilidad, evitando la actual saturación que sufren las estaciones base. Otra de las principales ventajas que aportará esta nueva conexión radio será la capacidad de «dirigir» la señal de una manera mucho más eficiente. La funcionalidad *beam-forming* permitirá adaptar el diagrama de radiación de las antenas con emisiones optimizadas en demoras en función de la demanda de los usuarios.

- La red principal. Realmente es el «cerebro» de esta tecnología y donde se administran las conexiones, se gestionan los datos y se proporciona el acceso a los recursos del sistema. Conformar la red troncal de comunicaciones y es donde se implementan las principales funcionalidades del sistema. Podemos destacar dos desarrollos que se consideran esenciales para la implementación del 5G:
 - La virtualización de funciones de red y redes definidas por *software*. Implica una reducción del equipamiento de red (*hardware*); los servidores que proporcionan los servicios se «virtualizan» mediante aplicaciones (*softwares*). La gestión de la red es mucho más ágil y flexible, sin ser necesario actuar sobre elementos físicos.
 - La fragmentación de la red o *network slicing*. Consiste en establecer múltiples redes empleando una infraestructura común y, mucho más importante, permitir una configuración automática de estas redes. De este modo, podrán mantenerse simultáneamente redes con distintos requisitos de velocidad/latencia y adaptar su empleo conforme a la necesidad de los usuarios.

(8) Realmente se han definido tres bandas distintas: banda alta (*mmWave*), por encima de los 24 GHz; banda media, entre los dos y seis GHz, y banda baja, por debajo de los dos GHz. Su diferente empleo dependerá de la necesidad de priorizar alcance y penetración o capacidad.

Estos son solo algunos ejemplos de las funcionalidades que deben implementarse para que esta tecnología sea capaz de alcanzar las capacidades prometidas. Pero, ¿cuál es la situación real del 5G? En marzo de 2017 se establecieron las bases de lo que sería el sistema, definiendo una arquitectura *Non Stand Alone* (NSA) basada en la estructura actual 4G, que es la que actualmente están implementando las operadoras que ofrecen ya servicios 5G (9).

A finales de 2018 comenzó a definirse la arquitectura *Stand Alone* (SA), que implica la necesidad de establecer una nueva red desde cero sin apoyarse en la actual. Serán las empresas de telecomunicaciones las que deberán implementarla y adquirir los derechos necesarios para la explotación del espectro radioeléctrico.

Estas arquitecturas se definen y discuten en el ámbito del 3.rd Generation Partnership Project (3GPP) (10), organización responsable de establecer los estándares que rigen las comunicaciones móviles y que se encarga de definir su alcance, funcionalidades y, mucho más importante, los protocolos que deben emplearse para permitir la interoperabilidad que permitirá su empleo global. El 3GPP está formado por grupos de asociaciones de telecomunicaciones de todo el mundo y establece las normas que deben seguir operadoras y empresas tanto en el desarrollo de las arquitecturas móviles como en sus terminales.

Riesgos del 5G

Todos los desarrollos tecnológicos, y en especial aquellos relacionados con los sistemas de comunicaciones, llevan aparejados una serie de riesgos inherentes. En el caso de la tecnología 5G, los principales están relacionados con las capacidades que ya hemos descrito:

- Seguridad. En 5G se incrementa la «superficie» para sufrir un posible ataque. Como ya señalamos, el 5G permitirá un mayor número de dispositivos conectados y por tanto aumentará el riesgo de ciberamenazas. Por otro lado, la virtualización basada en *softwares* permite un acceso completo a las funcionalidades de red, aumentando de este modo su vulnerabilidad. A todo esto hay que añadir las reticencias que algunos países están mostrando en el desarrollo de esta tecnología

(9) En España, cuatro operadoras han comenzado a implementar la tecnología 5G NSA: Movistar, Vodafone, Yoigo y Orange. Esta situación se plantea como una solución de transición hasta que puedan establecer una arquitectura 5G SA, que se prevé esté disponible a partir de 2023.

(10) <https://www.3gpp.org/>

hacia determinados fabricantes, llegando incluso a vetar su participación en ciertos proyectos (11).

Esta preocupación es compartida por el Gobierno. En el Consejo de Ministros del 29 de marzo de 2022 se aprobó el Plan Nacional de Ciberseguridad (PNCS) y el Real Decreto Ley 7/2022 sobre requisitos para garantizar la seguridad de las redes y servicios de comunicaciones electrónicas de quinta generación (LCS 5G).

- Gestión del espectro (frecuencias disponibles). Las comunicaciones móviles son un lucrativo negocio que solo en 2021 permitió a las empresas alcanzar unos beneficios de más de un billón de euros (12). En España, la subasta de la banda de 700 MHz, prioritaria para desplegar redes y servicios 5G, ha ascendido a más de 1.000 millones (13). Con estas licitaciones, las compañías telefónicas se hacen dueñas de esa parte del espectro e imponen negociar su posible empleo para otros proyectos.

También se han señalado posibles problemas relacionados con interferencias. Durante la reunión de la Organización de Aviación Civil Internacional (ICAO) de 2022, se expuso la problemática de interferencias en radioaltímetros relacionadas con el despliegue de tecnología 5G en la banda de radiofrecuencia de 4,2 a 4,4 GHz (14).

- Incompatibilidad con los sistemas actuales. Como ya he expuesto, para lograr alcanzar todos los beneficios previstos por esta tecnología será necesario contar con nuevas arquitecturas específicas, siendo un desafío su empleo simultáneo con sistemas actuales.
- Interoperabilidad. En la actualidad, el espectro radioeléctrico no se encuentra armonizado a nivel mundial, lo que dificulta la implantación efectiva de redes y servicios 5G y su empleo internacional de forma común. En el ámbito de la defensa, no existen por el momento frecuencias atribuidas para su explotación.

(11) *With today's Orders, and based on the overwhelming weight of evidence, the Bureau has designated Huawei and ZTE as national security risks to America's communications networks-and to our 5G future.* Pai Ajit, expresidente de la Comisión Federal de Comunicaciones de Estados Unidos.

(12) *The Mobile Economy 2022.* GSM Association.

(13) <https://www.lamoncloa.gob.es/serviciosdeprensa/notasprensa/asuntos-economicos/Paginas/2021/210721-subasta-5g.aspx>

(14) <https://www.icao.int/NACC/Documents/Meetings/2022/NACCDCA10/NACCDCA10P07-SP.pdf>

El presente del 5G en el ámbito de la defensa

La aparición del 5G en el espectro de las tecnologías emergentes y disruptivas (ETD) ha captado la atención de las principales organizaciones militares.

La NCIA (NATO Communications and Information Agency) está liderando la iniciativa *Multinational Collaboration on 5G* para la explotación efectiva y eficiente del potencial 5G en aplicaciones militares. Este proyecto persigue que las naciones colaboren en el desarrollo de esta tecnología estableciendo casos de uso comunes de interés (15).

En España, en mayo de 2021, se publicó la *Estrategia 5G*, del Ministerio de Defensa, cuya finalidad es establecer los principios para su implantación en el MINISDEF, determinar los objetivos generales perseguidos, definir las líneas de actuación para la consecución de estos objetivos e identificar las áreas de aplicación en el Ministerio de Defensa y su alineación con las capacidades militares y otras capacidades del Departamento.

En la Armada se sigue con gran interés la evolución de la tecnología 5G (16). En el año 2020 comenzamos a colaborar con la empresa Telefónica para conocer las capacidades actuales y reales que proporciona y de este modo poder evaluar aquellos proyectos que pudieran ser de aplicación en nuestro ámbito. Como resultado de esta cooperación, elaboramos y probamos el 5G en diferentes escenarios operativos (17):

- Entre el 25 y el 28 de abril de 2022 se realizaron pruebas en la bahía de Cádiz, con la participación del transporte ligero *Contramaestre Casado*, el patrullero *Medas* y diversos medios de Infantería Marina. Telefónica desplegó un nodo completo 5G a bordo de las unidades y se obtuvieron muy buenos resultados en alcance, capacidad y latencia. Se establecieron servicios de chat, audio, vídeo, envío de trazas (18) y se empleó una aplicación de telemedicina en enlaces tierra-buque, buque-buque y con medios de Infantería de Marina.
- Los días 5 y 6 de mayo se llevaron a cabo pruebas durante los ejercicios MARSEC en aguas de Cartagena. El nodo 5G de Telefónica se desplegó en un puesto de mando en las instalaciones de la Estación Naval de La Algameca, proporcionando una burbuja de comunicaciones con alcances

(15) <https://www.mindev.gov.gr/wp-content/uploads/2020/11/Enclosure-3-Leaflet-Multinational-Collaboration-on-5G.pdf>

(16) La Armada ya cuenta con estaciones 4G en los BAM *Audaz* y *Furor*.

(17) La Armada ha sido pionera no solo a nivel nacional, sino también internacional, en probar esta capacidad en escenarios operativos.

(18) Estos servicios fueron proporcionados sobre terminales que permitían una clasificación de la información hasta Difusión Limitada.



A la izquierda, nodo 5G a bordo del *Contramaestre Casado*. Arriba a la derecha, USV en cubierta, y debajo, «nido» de UAV en La Algameca. (Fotografías facilitadas por el autor)

de hasta 30 millas (19). El 5G fue empleado para el intercambio de información con vehículos no tripulados (aéreos UAV y de superficie USV) para el guiado de embarcaciones en canal dragada sin necesidad de GPS y para establecer servicios de chat, audio y vídeo seguros entre las unidades participantes.

La Armada también patrocinó a Telefónica con esta capacidad en el ejercicio CWIX (20), celebrado en Bydgoszcz (Polonia) entre el 6 y el 24 de junio. CWIX es un evento anual, liderado por ACT (Allied Command Transformation),

(19) Este alcance fue posible al situar el nodo 5G en zona muy elevada, aproximadamente a 200 metros sobre el nivel del mar.

(20) *Coalition Warrior Interoperability, eXploration, eXperimentation, eXamination, eXercise.*

diseñado para apoyar la mejora continua en la interoperabilidad de la Alianza y las naciones; sirve para probar, validar y mejorar los sistemas C4ISR (21), tanto de las naciones como de la OTAN, beneficiarse de las experiencias de otras naciones, presentar experiencias y conocimientos nacionales e implicar a la industria en estos desarrollos. De especial interés para la audiencia de este ejercicio fue el proyecto 5G de Telefónica. Solo siete de entre más de 330 presentados fueron identificados como «innovadores», y 5G fue uno de ellos.

Por último, cabe destacar la participación de Telefónica junto a la Armada en el ejercicio REPMUS (22) entre el 12 y el 23 de septiembre (23). Su objetivo era proporcionar un escenario de experimentación en el que, trabajando conjuntamente con la Universidad y la Industria, comprobar las capacidades de los vehículos no tripulados en el ámbito marítimo (24). El 5G proporciona capacidades de especial interés para la explotación operativa de este tipo de vehículos. La gran capacidad que puede aportar a las cargas de pago (25) y la mínima latencia para los sistemas de control le convierten en una tecnología merecedora de la principal atención en los futuros desarrollos.

En todos estos escenarios, Telefónica ha desplegado la solución propietaria *Stand Alone*, independiente de las redes establecidas por las operadoras, que permite al administrador del nodo el empleo de sus propias comunicaciones y la gestión de sus servicios de una manera autosuficiente. Esta es la principal solución por la que apuesta la Armada para poder tener plena autonomía en la explotación de esta capacidad. No obstante, no se descarta el posible empleo de otras arquitecturas «híbridas» en las que se cuente con participación de compañías telefónicas.

La Armada, por el momento, ha centrado sus esfuerzos en conocer las capacidades que 5G puede proporcionar en el ámbito operativo, aunque no descarta su empleo en otros escenarios, con aplicación en procesos logísticos o de enseñanza, en los que ya se están llevando a cabo proyectos piloto.

(21) *Command, Control, Communications, Computers, Intelligence, Surveillance and Reconnaissance*.

(22) *Robotic Experimentation and Prototyping using Maritime Unmanned Systems*.

(23) Este ejercicio, liderado por la Marina portuguesa, cuenta con el apoyo de la NATO Maritime Unmanned Systems Initiative (NATOMUSI), el Centre for Maritime Research and Experimentation (CMRE) de la OTAN y la Universidad de Oporto, y se desarrolló en el Maritime Operational Experimentation Centre (CEOM) de la Marina portuguesa, en Troia.

(24) Telefónica llevó a cabo pruebas con los UAV: *MSD-Airfox*, de Marine Instruments; *Tizona*, de Swarming T&S; *Beyond Vision* y *USV X-2801*, de la Marina portuguesa.

(25) La carga de pago (*payload*) la constituyen todos los elementos no necesarios para volar, pero que proporcionan los servicios; puede estar relacionada con vigilancia, armas, comunicaciones, detección aérea o carga propiamente dicha.

El 5G en el ámbito de la defensa a corto plazo

En el entorno de la estrategia 5G del Ministerio de Defensa se creó un grupo de trabajo al que, entre otros cometidos, se le asignó la definición de los proyectos iniciales para la implantación de la tecnología 5G en los ámbitos operativos (EMAD, Ejércitos, Armada y UME) y el CESTIC (Centro de Sistemas y Tecnologías de la Información y las Comunicaciones). En la primera reunión, el CESTIC expuso la posibilidad de contar con financiación procedente de fondos del Plan de Recuperación, Transformación y Resiliencia, gestionados por la Secretaría de Estado de Telecomunicaciones e Infraestructuras Digitales, para el desarrollo de proyectos 5G en Defensa, y solicitó a los ámbitos que expusieran aquellos que consideraran de interés.

Por parte de la Armada, y en base a la experiencia adquirida en las pruebas realizadas, se presentaron cuatro posibles escenarios: comunicaciones de una fuerza naval, empleo en operaciones de Infantería de Marina, operaciones en el litoral (buque-costa) y comunicaciones buque-costa (vehículos no tripulados y sensorización).

El Consejo de Ministros autorizó en octubre una transferencia de crédito —desde el presupuesto del Ministerio de Asuntos Económicos y Transformación Digital al Ministerio de Defensa— para dar cumplimiento al acuerdo interdepartamental en materia de conectividad en el marco del despliegue del 5G: redes, cambio tecnológico e innovación del Plan de Recuperación, Transformación y Resiliencia.

Posibles aplicaciones 5G en el ámbito de la defensa

Antes de entrar en materia, debemos puntualizar que el empleo de la tecnología 5G debe ser entendido como una mejora del canal de comunicaciones y no como un servicio en sí mismo. Así como los tradicionales sistemas de comunicaciones (HF, UHF y VHF) permiten ciertas funcionalidades, hoy en día mejoradas por las conexiones satélite, el 5G podría proporcionar un avance en los servicios ya existentes o la aparición de otros nuevos que requieran más ancho de banda, menor latencia y/o mayor conectividad.

Debemos también señalar que nos encontramos en un momento de profundo cambio; la digitalización y la transformación digital están impulsando la aparición de nuevas tecnologías digitales que, al igual que el 5G, pueden no constituir en sí mismas un servicio, pero permitirán, con el adecuado canal de comunicaciones, alcanzar nuevas funcionalidades. Íntimamente relacionadas con el empleo del 5G, podemos señalar las siguientes:

- La inteligencia artificial. Entendida como la disciplina que intenta replicar la inteligencia humana en diferentes procesos mediante el empleo de

sistemas informáticos. También permitirá «entrenar» a las máquinas para reconocer patrones basados en datos y hacer sus propias predicciones (26). La velocidad y capacidad de los ordenadores actuales para analizar gran cantidad de datos permitirán una mejora significativa en la toma de decisiones.

- *Big data*. Conjunto de datos cuyo tamaño, complejidad y/o velocidad de crecimiento dificultan su captura, gestión, procesamiento o análisis mediante herramientas convencionales. La aplicación de nuevas tecnologías permite una explotación óptima.
- Internet de las cosas (IoT). Persigue conseguir un ecosistema interconectado de distintos dispositivos que puedan interactuar entre ellos sin necesidad de intervención humana.
- La tecnología de la nube. Permite el acceso a la información y a diferentes servicios para su explotación desde cualquier lugar.
- La realidad virtual o aumentada. Otro posibilitador de la transformación digital que proporciona una virtualización de la realidad.
- *Edge computing*. Infraestructura informática en la que se acerca la explotación de los datos a los usuarios finales, optimizando de ese modo el empleo de la información que realmente es relevante.

En los siguientes apartados trataremos de identificar cuáles podrían ser los servicios que 5G, junto con estas nuevas tecnologías digitales, podría proporcionar a corto o medio plazo. Diferenciaremos dos posibilidades: las aplicaciones no relacionadas con las operaciones y las que pudieran tener una orientación mucho más operativa.

Aplicaciones 5G no operativas

El despliegue de la tecnología 5G ha generado muchas expectativas en todos los sectores de la sociedad. Las empresas, la educación y la sanidad han mostrado gran interés en su implantación y han identificado cantidad de posibilidades que podrían ser también empleadas en las Fuerzas Armadas:

- Logísticas. En conjunción con otras tecnologías, como la inteligencia artificial o la realidad virtual o aumentada, 5G permitirá una evolución de las aplicaciones logísticas, que podrían ser de principal aplicación en arsenales y maestranzas. De este modo, procesos como la gestión de

(26) Este concepto es conocido como *machine learning*, en el que no se programa una respuesta preplaneada ante una situación, sino que el sistema analiza gran cantidad de posibilidades y plantea una posible respuesta.



BAM *Audaz* (P-45). (Foto: Armada)

material, el mantenimiento predictivo o la robotización de tareas de almacenaje se verían impulsados mediante el empleo del 5G.

- Enseñanza. Las escuelas y academias militares también pueden beneficiarse de esta tecnología. Los sistemas informáticos empleados en la enseñanza cada vez requieren sistemas con mayor capacidad y menor latencia; el empleo de la tecnología 5G, junto a la realidad virtual, permitirá una experiencia mucho más inmersiva en los alumnos, mejorando la calidad de la enseñanza.
- Sanidad. El principal servicio que puede beneficiarse de esta tecnología es la telemedicina, tanto en los hospitales de Defensa como en los tratamientos en operaciones. Pongamos como ejemplo la posibilidad de establecer una burbuja de comunicaciones 5G en una fuerza anfibia y la posibilidad de prestar atención médica a una fuerza avanzada —a distancia— por profesionales, en tiempo casi real y sin limitaciones de capacidad para intercambiar información.

Aplicaciones 5G relacionadas con las operaciones

El establecimiento de una burbuja de comunicaciones 5G en una fuerza desplegada con las capacidades que ya hemos expuesto abre la puerta a multitud de aplicaciones que pueden beneficiarse de esta tecnología; entre estas, podemos destacar:

- Burbuja táctica. Hoy en día las fuerzas desplegadas son muy dependientes de las comunicaciones por satélite, un recurso limitado y «amenazado». Por ejemplo, una fuerza naval desplegada lejos de territorio nacional solo cuenta con la conexión satélite para poder establecer servicios de calidad, lo que implica que para realizar una videoconferencia entre las unidades de la fuerza es necesario que todas cuenten con esta conexión y establecer un enlace de forma no directa. Si un buque de esta fuerza contara con un nodo 5G, todas las unidades dentro de su «paraguas» podrían explotar servicios avanzados de una manera directa y evitando la dependencia del enlace satélite. Del mismo modo, el despliegue de un nodo 5G en tierra proporcionaría un excelente canal de comunicaciones para las fuerzas operativas; pongamos como ejemplo el despliegue de una fuerza anfibia.
- Empleo de vehículos no tripulados. Las bondades del 5G se han puesto de manifiesto como resultado del ejercicio REPMUS. La explotación operativa conjunta de estos vehículos, en la que el 5G tendrá un papel relevante, es el siguiente paso que deben evaluar los mandos operativos (27).
- Nube táctica o nube de combate. Como ya hemos señalado anteriormente, esta nueva tecnología digital persigue la explotación de la información desde cualquier lugar. En su empleo en operaciones, con el uso del 5G podrían comunicarse sensores, armas o sistemas de combate, lo cual solo se lograría mediante comunicaciones de calidad y baja latencia en las que puedan conectarse gran cantidad de dispositivos.
- Sensorización/robotización del campo de batalla. La hiperconectividad —entendida como el acceso, gestión y explotación por parte del usuario de gran cantidad de información obtenida a través de múltiples sistemas y sensores— ha alcanzado el campo de batalla. El «combatiente» tendrá a su disposición información evaluada para la toma de decisiones y podrá participar como un sensor más de la red. De igual manera, todos los sistemas de una unidad naval podrían interconectarse para intercambiar y gestionar información, lo que tendría una especial relevancia en el desarrollo del gemelo digital.

(27) Del 25 al 30 de septiembre, tras la finalización de REPMUS, tuvo lugar por primera vez el Ejercicio DYNAMIC MESSENGER (DYMS), liderado en este caso por MARCOM, con la finalidad de trasladar la experimentación al empleo operativo de estos vehículos en una fuerza naval y en el que participó el BAM Audaz (P-45).

Resumen y conclusiones

El empleo de la tecnología 5G tendrá un profundo impacto en la manera en la que nos comunicamos y trabajamos, lo que debería tener su repercusión en el ámbito de la defensa en la forma en la que operamos.

Las posibilidades que proporcionará —alta capacidad, mínima latencia y la posibilidad de conectar un elevado número de dispositivos— permitirá la evolución de los servicios actuales y la aparición de nuevas funcionalidades.

El 5G debe ser entendido como un posibilitador y no como un servicio en sí mismo que, junto con el desarrollo de nuevas tecnologías digitales como la inteligencia artificial, admitirá el empleo de servicios avanzados, mejorando el proceso de toma de decisiones basado en un análisis más eficiente de una gran cantidad de información.



BIBLIOGRAFÍA

- Ministerio de Asuntos Económicos y Transformación Digital: *Plan Nacional 5G* (2018-2020). Gobierno de España: *Plan Nacional de Ciberseguridad*, 29 de marzo de 2022.
- «Requisitos para garantizar la seguridad de las redes y servicios de comunicaciones electrónicas de quinta generación». Real Decreto Ley 7/2022. BOE núm. 76, de 30 de marzo de 2022.
- España digital 2026*, 2022.
- Ministerio de Defensa: *Plan de Acción del Ministerio de Defensa para la Transformación Digital*, julio 2020.
- Consultation, Command and Control Board (C3B): «5.th generation of international mobile telecommunications (5G)». AC/322-N(2020)0076, 11 de agosto de 2020.
- BASTOS, Luis; CAPELA, Germano; KOPRULU, Alper: «Potential of 5G technologies for military application». NATO Communications and Information Agency (NCIA), *Working Paper*, 15 de septiembre de 2020.
- The Federal Communications Commission (Estados Unidos): «FCC designates Huawei and ZTE as National Security Threats». Informe 2020.

Helicóptero SH-3D momentos antes del despegue para incorporarse al *Galicia* para participar en la Operación BALMIS.
(Foto: Luis Díaz-Bedia Astor)

