

LA TECNOLOGÍA 5G EN EL SECTOR MARÍTIMO

Trabajo Fin de Grado
Grado en Ingeniería Radioelectrónica Naval
Septiembre de 2022

Autor:
Al. D. Aníbal Díaz Afonso

Tutor:
Prof. Dr. Angela Hernández López

Escuela Politécnica Superior de Ingeniería
Sección Náutica, Máquinas y Radioelectrónica Naval
Universidad de La Laguna

D/D^a. Ángela Hernández López, Profesor de la UD de Ciencias y Técnicas de la Navegación, perteneciente al Departamento de Ingeniería Civil, Náutica y Marítima de la Universidad de La Laguna:

Expone que:

D. **Aníbal Díaz Afonso** ha realizado bajo mi dirección el trabajo fin de grado titulado: **La tecnología 5G en el sector marítimo.**

Revisado dicho trabajo, estimo reúne los requisitos para ser juzgado por el tribunal que sea designado para su lectura.

Para que conste y surta los efectos oportunos, expido y firmo el presente documento.

En Santa Cruz de Tenerife a 6 de Septiembre de 2022.

Fdo.: Ángela Hernández López.

Directora del trabajo.

Díaz Afonso, Aníbal José. (2022) *La tecnología 5G en el sector marítimo*. Trabajo de Fin de Grado. Universidad de La Laguna.

RESUMEN

En este trabajo se va a exponer los beneficios y los cambios en las telecomunicaciones que supone la implantación de la quinta generación tecnológica de redes móviles en los diferentes sectores y especialmente en el sector marítimo. Se realiza un recorrido por los antecedentes tecnológicos de las redes móviles, hasta llegar a la actualidad de esta nueva generación, mostrando sus características generales, usos y aplicaciones. A continuación se muestran los inicios de su implantación a nivel mundial y europeo, describiendo los proyectos en proceso de desarrollo en diferentes países. Este trabajo se centra en el sector marítimo, principalmente, en el sector portuario y logístico, explicando su despliegue e impacto en estos sectores, enumerando las muchísimas aplicaciones y usos que tendría esta nueva tecnología.

Por otro lado también se plantea la problemática de la ciberseguridad de estas nuevas redes de telecomunicación debido a que en esta nueva generación de redes tecnológicas se transmiten y obtienen una gran cantidad de datos lo que supondría nuevos riesgos cibernéticos para los usuarios por lo que se tendrá que tomar medidas al respecto y fortalecer los protocolos de seguridad.

Palabras claves: Tecnología 5G, puertos, sector marítimo, navegación, inteligencia artificial, redes, tecnología móvil, Internet de las cosas, data, China, Europa, EE.UU., ciberseguridad.

Díaz Afonso, Aníbal José. (2022). *La tecnología 5G en el sector marítimo* . Trabajo de Fin de Grado. Universidad de La Laguna.

ABSTRACT

This paper presents the benefits and changes in telecommunications that it means the implementation of the fifth technological generation of mobile networks in the different sectors and especially in the maritime sector. A tour of the technological background of mobile networks is made, until reaching to the actuality of this new generation, showing its general characteristics, uses and applications. Moreover, the beginnings of its implementation to worldwide level and Europe are displayed, describing the projects in the process of development in different countries. This work focuses on the maritime sector, mainly in the port and logistics sector, explaining its deployment and impact in these sectors, listing the many applications and uses that this new technology would have.

On the other hand, also it is raised the problem of cybersecurity of these new telecommunication networks because of it large amount of data is transmitted and obtained, which would pose new cyber risks for users. Therefore, measures should be taken in this regard and security protocols have to be strengthened.

Keywords: 5G Technology, ports, maritime sector, navigation, artificial intelligence, networks, mobile technology, Internet of Things, data, China, Europe, EE.UU., cybersecurity .

AGRADECIMIENTOS

Me gustaría agradecer todo el apoyo recibido por parte Dña. Ángela Hernández López, tanto a nivel personal como profesional, para poder llevar a cabo este Trabajo de Fin de Grado.

Quiero dar las gracias al resto de personal docente de la "Escuela de Náutica", los cuales, me han aportado en esta etapa una gran formación académica y me han animado a seguir hasta el final.

De igual manera, a los compañeros que he tenido en los diferentes cursos, que siempre han estado ahí cuando los he necesitado.

Agradecer a mi familia los ánimos y el apoyo recibidos en los momentos mas complicados, con ellos, todo esto ha sido más fácil de llevar.

Por último, agradecerle a mi compañera sentimental, Elizabeth, todos los momentos en los que me ha ayudado a lo largo de la carrera, como también en la culminación de este trabajo.

Índice del TFG

1. Introducción	5
2. La Tecnología 5G	6
2.1. Sectores que se beneficiarán de la Tecnología 5G	7
2.2. Usos de la tecnología 5G en los entornos portuarios	9
2.3. Proceso inicial de su implementación en Europa y Asia	11
2.4. La ciberseguridad y los riesgos de la tecnología 5G	15
3. Antenas	19
4. La Tecnología 5G en Europa/Mundo	20
4.1. Proyecto 5G Blueprint.....	20
4.2. Mapa de cobertura 5G en todo el mundo en la actualidad	21
5. Sector Portuario	22
5.1. Usos del 5G en el entorno portuario	24
5.1.1. El 5G Barcelona impulsará la digitalización en los puertos españoles	25
5.2. El impacto de la tecnología 5G en las terminales portuarias	27
5.3. Ejemplos de implantación del 5G en el sector portuario.....	28
5.3.1. El Puerto de Algeciras	28
5.3.2. El Puerto de Málaga	30
6. Logística y Transporte de mercancías	32
6.1. Revolución de la digitalización logística con los “smart containers”	32
6.2. Empuje del 5G en el control de la gestión logística	34
6.3. Aplicaciones del 5G en la logística.....	35
6.4. Ejemplos de implantación del 5G en la logística	35
6.4.1. El Puerto de Huelva	35

6.4.2. El Puerto de Barcelona	37
7.Otras aplicaciones	40
7.1.Sector automovilístico.....	40
7.2. Sector aéreo	42
7.2.1.Problemas en la implantación del 5G en Estados Unidos	42
7.2.2. Noticia sobre el despliegue en el sector aéreo de la red 5G en Europa	44
8. Conclusiones sobre la tecnología 5G	46
9. Conclusions about 5G technology.....	47
10. Bibliografía.....	48
Ilustración 1 Características específicas 5G. Fuente [1]	7
Ilustración 2. Mapa cobertura 5G mundial. Fuente: [4]	21
Ilustración 3. Impacto y Características 5G. Fuente: [6].....	24
Ilustración 4. Digitalización de las operaciones portuarias. Fuente: [6]	25
Ilustración 5. Buques automáticos. Fuente: [6]	26
Ilustración 6. Puerto de Algeciras. Fuente: [7]	29
Ilustración 7. Puerto de Málaga. Fuente: [8]	30
Ilustración 8. Digitalización en el transporte de mercancías y logística. Fuente: [9]	32
Ilustración 9. Representantes empresas integrantes en el 5G Barcelona. Fuente: [12]	39

1. Introducción

Los mayores beneficios de las telecomunicaciones han dado lugar a nuevas ventajas y nuevos usos para las redes de telefonía móvil que revolucionarán el día a día de las personas, las empresas y los gobiernos. La tecnología móvil de quinta generación (5G), mejorando su antecesora, la tecnología 4G, ha sido protagonista en los últimos años, habiéndose probado en algunos de los países y sectores donde se siguen probando proyectos piloto actualmente, impulsando el surgimiento del denominado Internet de Cosas (IoT).

Esta tecnología se destaca en que la velocidad de navegación es cien (100) veces más rápida que la tecnología actual (4G); reducida a milisegundos a través de baja latencia o tiempos de respuesta más rápidos para el envío y recepción de datos; y se convierte en la base del uso masivo del Internet de las Cosas, lo que supondrá que cada vez más elementos se conecten a esta nueva red.

De esta manera, la tecnología 5G es fundamental para la transformación y eficiencia de los negocios inteligentes, brindando una oportunidad de oro para mejorar la organización y entrega de una gran cantidad de servicios en diferentes sectores y especialidades.

En este caso, utilizaremos esta tecnología como parte fundamental de la automatización y modernización de las operaciones portuarias, lo que permitirá a un gran número de puertos desarrollar la conectividad, planificación, ejecución y control de sus operaciones y habilitar una mayor interconexión física y digital de sus activos, optimizando su papel como componentes fundamentales de las cadenas de suministro globales.

Los avances en las redes de telefonía móvil se han categorizado por generaciones. Cada una se destaca por sus elementos comunes o aspectos fundamentales, así como la velocidad de transferencia de datos, el período o tiempo entre el envío y la respuesta de una determinada señal o dato (latencia), y la tecnología utilizada.

Por lo tanto, teniendo como base el consenso y las descripciones de diferentes expertos en el campo, se pueden resumir y resaltar los siguientes puntos de las generaciones anteriores a la tecnología actual:

- Primera Generación (1G): Esta tecnología fue creada y desarrollada a finales de los años 70, principios de los 80 con el uso de sistemas de datos o analógicos. Velocidad máxima 2 kbps (kilobits por segundo). Sólo permitía la transmisión de voz y además solía ser una red insegura para sus usuarios.

- Segunda Generación (2G): Iniciada a principios de los años 90, utilizaba un sistema de carácter digital. Su velocidad máxima de transferencia eran 200 kbps. Transmisión de voz y datos (Mensaje Corto - SMS - y Multimedia - MMS) a baja velocidad. Ya en esta generación se mejoraron varios aspectos de la seguridad de la red.

- Tercera generación (3G): Año 2000. Los formatos digitales han evolucionado hasta alcanzar velocidades de 40 Mbps (megabits por segundo) en formatos de banda ancha, que es unas 200 veces la velocidad de la tecnología 2G. Se inició el uso del internet móvil y los smartphones (teléfonos inteligentes).

- Cuarta Generación (4G): Se inicia a partir de 2010, es ampliamente utilizado en todo el mundo. Con velocidades de hasta 100 Mbps, más rápidas que las facilitadas por la tercera generación (3G), lo que posibilita la opción nueva de descargar datos y archivos de video de alta definición (HD), transmitir videos, llamadas, música y otros servicios en tiempo real. Esta tecnología ha hecho realidad la posibilidad de desarrollar una gran variedad de aplicaciones y redes sociales. [1]

2. La Tecnología 5G

La quinta generación (5G) de redes móviles es la siguiente generación de redes móviles con la que ya estamos teniendo contacto actualmente en nuestra sociedad, aunque todavía se encuentra a prueba en algunos países y en desarrollo desde hace unos años atrás, se puede considerar que entra oficialmente al mercado global en el año 2020, aunque su implementación se ha llegado a pausar por culpa de la pandemia de Covid-19. Cabe señalar que además de desarrollar la conexión entre personas, se orientará en conectar objetos, elementos físicos, potenciando el referido Internet de las Cosas (IoT), con un retardo o muy bajo nivel de latencia y con velocidades de hasta 10 Gbps de subida y 20 Gbps de bajada. En función de sus características, se multiplica la cantidad de dispositivos conectados a una misma red y la cantidad, además de proporcionar una gran velocidad de transmisión a sus usuarios.

En este sentido, tal como lo expresan las empresas de tecnología en sus informes sobre esta nueva generación, la tecnología 5G va a estar caracterizada por estos ocho (08) aspectos específicos:

- Una tasa de datos de hasta 10Gbps – > de 10 a 100 veces mayor que las redes 4G y 4.5G.
- Una latencia de 1 milisegundo.

- Una banda ancha 1000 veces más rápida por unidad de área. Hasta 100 dispositivos más conectados por unidad de área (en comparación con las redes 4G LTE).
- Disponibilidad del 99.999%.
- Cobertura del 100%.
- Reducción del 90% en el consumo de energía de la red.
- Hasta 10 diez años de duración de la batería en los dispositivos IoT (Internet de las Cosas) de baja potencia. [1]



Ilustración 1 Características específicas 5G. Fuente [1]

2.1. Sectores que se beneficiarán de la Tecnología 5G

El despliegue y la aplicación del 5G todavía se encuentra en una fase primaria de lo que llegará a ser en un futuro. Uno de los requerimientos técnicos para su funcionamiento adecuado, supone la instalación de antenas ubicadas a menor distancia, debido a que esta nueva tecnología trabajará con nuevos rangos de frecuencia que irán desde los 10 GHz (Gigahercios) hasta los 300 GHz, a diferencia de las redes 4G que suelen trabajar con una frecuencia de hasta 6 GHz. Aunque al principio, también se pudieran usar el ancho de banda que sirve para la tecnología 4G.

En función de estas ideas, se estima que la cantidad de antenas se multiplique en las ciudades y lugares donde se vaya a instalar esta tecnología, lo que evidentemente incidirá en los costos y tiempos de inversión que supone su implementación.

Con respecto a lo anterior, es lógico suponer que la implementación de la tecnología 5G será distinta de un país a otro, en consideración a los retos o situación económica particular y a las necesidades de desarrollo tecnológico vigentes en cada uno. Sin embargo, el capital privado y el impulso que pudieran darle distintas industrias y actores o empresas interesadas en esta tecnología, asumiendo la totalidad o parte de la inversión para su implementación, resultará clave en su despliegue final.

Entre los sectores que se beneficiaran de la tecnología 5G, se pueden destacar:

- ➔ Aquellas industrias u organizaciones que puedan hacer uso de la robótica, hoy limitada por la tecnología 4G que se ve impedida de transmitir gran cantidad de datos en tiempo real.
- ➔ Aquellos que puedan realizar trabajo remoto, lo que probablemente aumentará la externalización y desarrollo de muchos servicios.
- ➔ El sector de las telecomunicaciones y aquellas empresas dedicadas a la telefonía; que podrán ofrecer nuevos dispositivos móviles y servidores adaptados a la tecnología 5G, entre otros productos.
- ➔ El sector salud, que podrá mejorar la atención médica para diagnósticos y análisis en tiempo real, e incrementar las posibilidades para realizar intervenciones quirúrgicas a distancia, con el paciente y especialista en distintos lugares.
- ➔ La industria audiovisual que podrá crear y desarrollar contenidos, videos que se transmitan o puedan descargar con una latencia sumamente baja, facilitando el consumo de tales productos.
- ➔ La industria automotriz y el transporte en general, seguirá y aumentará el desarrollo y oferta de automóviles autónomos que funcionen bajo conexión 5G por parte de distintos fabricantes, lo que supondría una mejora en el procesamiento de la información y seguridad sobre el entorno, el uso de drones a nivel comercial para la entrega de mercancías y otras actividades será una realidad.
- ➔ El transporte y manejo de mercancías, en distintos eslabones de la cadena de suministro se automatizará y dependerá en parte de las prestaciones ofrecidas por el 5G, esto a nivel marítimo y portuario tendrá una relevancia particular, en lo relacionado por ejemplo, con la navegación electrónica y autónoma de buques, el manejo y procesamiento de datos a bordo, entre buques y como veremos en el siguientes apartados, entre buques y puertos, así como en lo atinente a la prestación de servicios y manejo de mercancías a nivel portuario. [1]

2.2. Usos de la tecnología 5G en los entornos portuarios

El comercio y el transporte de mercancías a nivel mundial, depende en gran parte de la red portuaria existente en muchos países. Aproximadamente, el noventa por ciento (90%) de las mercancías son transportadas de un lugar a otro, por vía marítima.

Así que, a modo de referencias, según datos de la Conferencia de las Naciones Unidas sobre Comercio y Desarrollo (UNCTAD), en el año 2018, aunque el volumen total del comercio marítimo bajó respecto al año anterior, fue de once mil (11.000) millones de toneladas; los puertos de contenedores manipularon unos setecientos noventa y tres millones (793.000.000) de TEUs(unidad equivalente referida a contenedores de veinte pies) solo indicando únicamente lo correspondiente al tráfico portuario contenedorizado. Y para principios de 2019, la flota mundial, entre petroleros, graneleros, buques de carga general, portacontenedores, entre otros, era de noventa y seis mil doscientos noventa y cinco (96.295) buques con una capacidad total de mil novecientos setenta (1.970) millones de TPM(Tonelaje de Peso Muerto).

Con respecto a lo anterior, es evidente la importancia de los puertos como eslabones esenciales en la cadena de transporte y su papel fundamental para permitir el trasvase de carga entre mar y tierra, lo que también depende a su vez del conjunto de servicios asociados (según las características y funciones de cada puerto) que deben prestarse para la atención a cada buque, recepción y despacho de la mercancía, atención a los pasajeros (en los casos y puertos destinados a este fin), entre otros. En definitiva:

Los puertos son infraestructuras decisivas para el comercio internacional, el tráfico portuario mundial ha ido aumentando con los años, en paralelo al crecimiento económico y mundial. Como interfaz entre tierra y mar, además de punto de convergencia de varios medios de transporte, los puertos actúan como pasarelas comerciales en la medida en que brindan acceso a los mercados mundiales, incluso a los países sin litoral.

El desarrollo o mejora de las infraestructuras e instalaciones portuarias es un elemento importante de las estrategias de los puertos para resultar más atractivos a las navieras como puertos de escala. Todo ello concierne tanto a las infraestructuras físicas como digitales.

En este propósito, en cuanto a la digitalización y automatización del sector del transporte marítimo:

La nueva generación tecnológica ofrece nuevas oportunidades para lograr una mayor sostenibilidad en el transporte marítimo y los puertos, y así mejorar el rendimiento y la eficiencia. La digitalización, las plataformas colaborativas y las soluciones basadas en las nuevas tecnologías e innovaciones como las cadenas de bloques(la Blockchain) se usan cada

vez más en el sector del transporte marítimo, lo que conlleva una transformación de los modelos empresariales y de asociación.

Como se puede observar, la tecnología es clave en la transformación y adaptación de los puertos a las nuevas circunstancias y exigencias derivadas del comercio mundial y la digitalización, y su nueva consideración como Smart Ports (puertos inteligentes).

Con respecto a lo anterior, es fundamental la existencia y disposición de canales o vehículos que permitan la transmisión y procesamiento de gran cantidad de datos, a una velocidad récord o con la menor latencia posible, lo que resulta fundamental para la toma de decisiones humanas o por parte de sistemas de inteligencia artificial, en estos ámbitos.

En este contexto, la tecnología 5G cobra protagonismo, al ser la nueva herramienta y generación de redes celulares puesta a disposición de las industrias, incluyendo al sector portuario, que podrá disponer de la misma a gran escala, para implantar en sus espacios el denominado Internet de las cosas (IoT), conectando gran cantidad de elementos y dispositivos físicos que estarán interrelacionados, mientras se procesan múltiples datos y órdenes, según la función y características de cada puerto.

Al disponer de la tecnología 5G se amplía el bando de ancha, aumenta la velocidad de navegación y disminuye la latencia, podrán crearse nuevos servicios, aplicaciones y programas, que servirán ,entre otras cosas, para la recepción en los puertos de los denominados buques autónomos o buques MASS, para lo que es fundamental plataformas de comunicación fiables y veloces, como se han indicado, ampliar y garantizar el acceso a Internet en estas instalaciones, automatizar los servicios y operaciones portuarias, permitiendo incluso disponer de una representación virtual del puerto, para planificar o anticiparse a escenarios reales o toma de decisiones bajo una multiplicidad de escenarios operativos.

En concreto, y sobre la base del desarrollo actual de las nuevas tecnologías, disponer de la tecnología 5G permitiría, entre otras cosas:

- Potenciar programas y aplicaciones o apps, que permiten rastrear envíos.
- Mejorar la comunicación entre buques y puertos o entre estos y otros proveedores de servicios.
- Perfeccionar la planificación, ejecución de labores de pilotaje y remolque de buques haciendo uso de aplicaciones o programas que permitirían el intercambio de datos entre estos servicios, el buque y la autoridad portuaria en tiempo real.
- Mejorar la verificación y control de estado de contenedores en tiempo real.

- Optimizar el funcionamiento de sensores y sistemas de inteligencia artificial para controlar el tráfico en puertos o para trabajar bajo parámetros de realidad aumentada.
- Optimizar el uso de plataformas y software que permiten desarrollar y cumplir con los parámetros de ventanilla única.
- Mejorar la planificación digital de los servicios portuarios en general y el manejo de la mercancía, controlados y registrados bajo la plataforma Blockchain o programas de procesamiento de big data.
- Servir a la creación y usos de software de servicios integrados, que permita el manejo del puerto en tiempo real bajo una visión holística, por parte de la autoridad portuaria.
- Optimizar el manejo y transmisión de datos provenientes de sensores, elementos de señalización y otros sistemas de ayuda a la navegación, interrelacionados con los procesos de control y toma de decisiones de la autoridad portuaria o sistemas de inteligencia artificial, y otros servicios portuarios.

En definitiva, las prestaciones de esta nueva generación tecnológica redundarán en el mejoramiento u optimización de las tecnologías ya existentes y facilitará la creación de nuevos servicios, aplicaciones y programas tecnológicos en el sector marítimo y portuario. [1]

2.3. Proceso inicial de su implementación en Europa y Asia

El despliegue y uso de la tecnología 5G, como se ha señalado, aún está en proceso inicial. Algunos países y ciudades, con la colaboración de sectores o industrias particulares están probando esta nueva tecnología. Igualmente, son conocidas las disputas comerciales entre los Estados Unidos (EEUU) y China, que tienen a la tecnología 5G ahora también como uno de sus puntos en conflicto, afectando de alguna manera, al empuje para su implementación a nivel mundial.

Sin embargo, Europa y Asia son pioneros en la utilización primigenia del 5G. En nuestro caso, considerando el tema de interés, se pueden mostrar ejemplos conocidos a nivel noticioso, que destacan su actualidad o su próxima utilización piloto, a nivel de puertos marítimos. Como en estos casos que se muestran a continuación:

- ➔ Puerto de Barcelona, España; se encuentra en ejecución de un plan para el uso del 5G, como parte de la nueva red de telecomunicaciones en sus instalaciones. Se trata de un programa dotado de €10.000.000, que les permitiría para el año 2023, de acuerdo con lo expresado por la Presidenta de la Autoridad Portuaria, desarrollar una potente oferta de servicios, además de seguir creciendo como smart port. Se trata de una red 5G de gran capacidad y fiabilidad preparada para el Internet of Things (IoT) y

para el creciente grado de automatización de las herramientas de gestión, no únicamente del puerto de Barcelona, sino de todo el sector logístico.

- ➔ Puerto de Algeciras, España: se encuentra en ejecución de un proyecto liderado por la Unión Temporal de Empresas entre Vodafone y Huawei, que forma parte de un programa mayor de inversión por el orden de los 25.000.000€, y que tiene entre otros objetivos probar la tecnología 5G en ese estratégico puerto, con particular atención al tema de la seguridad, en el tráfico de vehículos que se dirijan hacia zonas de embarques, haciendo uso de un sistema de señalización automático que orienten al conductor en el trayecto que debe seguir, sobre la base de un sistema de reconocimiento de matrículas conformado por cámaras conectadas a la red 5G y a la base de datos de las navieras.
- ➔ Puerto de Riga, Letonia: está utilizando tecnología 5G, en la realización de pruebas orientadas a la reducción de desechos y el aumento de la eficiencia ecológica en cada una de sus operaciones. Igualmente, reportan que en colaboración con la empresa Lufthansa Systems, estaría utilizando drones, programados y equipados con inteligencia artificial (IA) para determinar lo relacionado a la contaminación en ese puerto.
- ➔ Puerto de Hamburgo, Alemania: uno de los pioneros, considerando que ya para mediados de 2019, tenía más de un año probando la tecnología 5G, y a la fecha su uso resulta ordinario como base de algunas de sus operaciones. Las pruebas iniciales, fueron realizadas entre la Autoridad Portuaria de Hamburgo, Deutsche Telekom y Nokia, en un entorno real, comprobando la eficiencia del 5G para el monitoreo y análisis en tiempo real de datos de movimientos de buques y ambientales en zonas del puerto. Otra de las pruebas y aplicaciones usando la plataforma 5G, se hizo en el denominado Port Road Management Center, destinado al control remoto de los flujos de tráfico en el puerto, a través de un semáforo conectado a la red que permite guiar a los camiones, en determinadas áreas del puerto. De acuerdo, al Gerente de Proyectos de Investigación de Nokia y coordinador del Programa 5G, Christoph Schmelz: ``El proyecto en el Puerto de Hamburgo sirve como un plan para el uso industrial de la tecnología 5G, en un entorno real, las redes móviles se pueden adaptar de manera rápida y flexible a las necesidades de los usuarios industriales gracias a la segmentación de la red´´.
- ➔ Puerto de Livorno, Italia: se trata de otro puerto pionero, que bajo la tutela de Ericsson y el Consorcio Interuniversitario italiano de Telecomunicaciones (CENIT), tiene unos tres años haciendo pruebas con el 5G en ese puerto. Según los resultados expuestos

por Ericsson, se habría demostrado que el referido puerto, se podría ahorrar 2.500.000 €, gracias a las mejoras y optimización en el atraque de buques, así como al aumento de productividad en un veinticinco por ciento (25%) en el uso de las grúas pósticos y de muelle, controladas remotamente a través de la plataforma 5G.

- ➔ Puerto de Belfast, Reino Unido: ha usado la tecnología 5G, para trabajar en la mejora de alguno de sus procesos. En concreto, la empresa de telecomunicaciones BT Group y las sociedades Ubimax y VRtuoso junto a las autoridades del puerto, utilizaron esa tecnología en los procesos de inspección de las grúas, haciendo uso de la realidad aumentada y la recepción de data y video, en tiempo real, en la mejora de actividades de marketing y capacitación, y en la optimización de canales de información a través de videos en tiempo real, que interconecten el puerto con los distintos usuarios y clientes, transmitiéndoles de forma inmediata información que resulte de su interés.
- ➔ Puerto de Qingdao, China: principal puerto de ese país, famoso por ser el primer puerto automatizado en Asia, desde 2017, puso en marcha la tecnología 5G, bajo la tutela de Ericsson y China Unicom. En este sentido, estas empresas y las autoridades del puerto demostraron que el levantamiento de contenedores a través de grúas automatizadas de buque a tierra (STS), operadas remotamente a través de la plataforma 5G resulta eficiente, optimizaron el tráfico de datos provenientes de las cámaras de alta definición que sirven al puerto, demostraron la efectividad de la baja latencia de extremo a extremo al transferir gran cantidad de data en gigabits por milisegundos, entre otros.
- ➔ Puerto de Xiamen, China: ha realizado distintas pruebas y operaciones logísticas, teniendo como base la tecnología 5G. Por ejemplo, han demostrado la eficiencia y efectividad de camiones autónomos, para el traslado de contenedores en las zonas de su terminal, hasta llevarlos a un costado de los buques, para ser debidamente izados por las grúas del puerto. Estas y otras pruebas son realizadas por Cosco Shipping Ports en asociación con Dongfeng Commercial Vehicle Co y China Mobile, y según la misma: ``La práctica exitosa del proyecto modelo llevado a cabo en Xiamen Ocean Gate Terminal ha demostrado completamente que la tecnología 5G, inyectará una nueva vitalidad al desarrollo de la automatización, digitalización e información portuarias, y promovería la actualización y transformación inteligente de los puertos``. Para 2025, los principales puertos de contenedores de China, pretenden haber establecido, un sistema inteligente con percepción integral, interconexión ubicua y colaboración entre vehículos portuarios.

→ Puerto de Singapur: de gran referencia a nivel mundial también ha puesto en marcha la implantación de la tecnología 5G, es el segundo puerto más grande del mundo, recibe unos 300 buques diariamente, y mueve más de treinta (30) millones de TEUs al año.

Con respecto a lo relacionado a la aplicación de la tecnología 5G, resulta intrigante, considerando que las disputas comerciales entre los EE.UU. y China han retrasado las pruebas y despliegues a gran escala de esta tecnología en sus territorios, incluyendo a sus puertos, salvo algunas pruebas relacionadas con el uso de camiones o vehículos sin conductor para mover los contenedores en sus puertos hechas en 2019.

No obstante, la iniciativa gubernamental anunciada a mediados de 2019 para instalar varias redes 5G, a través de licencias otorgadas a determinadas empresas, que se escogerían con base a un concurso público que cuenta con unos 40.000.000 de dólares, dio finalmente resultados, y se escogió a Ericsson y Nokia (operadores europeos) como empresas responsables del desarrollo de la red 5G junto a Singapore Telecommunications operador asiático.

Hasta la fecha, viendo el conflicto comentado entre los EE.UU., y China, respecto al que Singapur ha procurado mantenerse neutral, no se conocen los planes al detalle para desarrollar la tecnología 5G en el Puerto de Singapur. Huawei operadora china, en este caso, ha quedado excluida de estos grandes contratos y básicamente sólo ha obtenido un contrato para participar en alguna de estas actividades junto a un pequeño operador local, TPG Telecom. En cualquier caso, se puede deducir que los trabajos para el desarrollo de la tecnología 5G en el puerto de Singapur, pueden ser desarrollados junto a Nokia o Ericsson.

Como nota aclaratoria a este contexto, en lo que respecta a Estados Unidos, considerando su papel en materia tecnológica, las compañías líderes en desarrollar a nivel interno la tecnología 5G son AT&T y Verizon. A estas dos empresas, le han sido asignadas la explotación de redes 5G en las principales ciudades norteamericanas. Ambas suman unos 147.000.000 de clientes, y desde este 2020 comienzan a ofrecer a sus clientes equipos para el uso y aprovechamiento del 5G, aunque la explotación real de esta red, aún se encuentre en un estado inicial por el momento.

En el caso de Verizon, es conocida su alianza con Apple y eventualmente con otras empresas que podrán disponer de su servicio denominado Verizon 5G Nationwide, que pudiera estar a disposición para unos 200.000.000 de personas, en el marco de estas alianzas. Restarían por conocer mayores detalles relacionados con la responsabilidad de estas u otras empresas de telecomunicación, para desarrollar la red, en determinados sectores industriales y empresariales, incluyendo el marítimo portuario. [1]

2.4. La ciberseguridad y los riesgos de la tecnología 5G

Los procesos de digitalización y desarrollo de la tecnología, que recurren a la utilización, transmisión e intercambio de millones de datos a través del medio o canales de comunicación en red, son vulnerables a riesgos y amenazas de naturaleza cibernética.

En este mismo sentido los expertos en esta materia han señalado que frente a esta nueva generación de redes móviles 5G, deben plantearse nuevas medidas de seguridad informática, es decir, en clave de ciberseguridad antes de su despliegue a gran escala, considerando que la recopilación, manejo y transmisión de datos aumentará en circunstancias nunca vistas, y que cada nueva tecnología implica la aparición de nuevos riesgos en materia de ciberseguridad.

En este sentido, algunas agencias privadas y gubernamentales han realizado estudios sobre las posibles vulnerabilidades de la tecnología 5G, así que, a propósito de las referencias a pruebas piloto en distintos puertos, comentadas anteriormente, la Unión Europea, fundamentada en los estudios realizados por la Agencia Europea de Seguridad de las Redes y de la Información, ENISA, ha advertido en algunos informes sobre las amenazas y riesgos planteados. Destacando retos en materia de ciberseguridad, vinculados a la integridad de las redes, confidencialidad y privacidad; el papel de los proveedores en el funcionamiento de las redes 5G y el grado de dependencia de cada uno. Vulnerabilidades relacionadas con hardware, software y procesos, si bien muchas de esas vulnerabilidades no son específicas de las redes 5G, es probable que su número e importancia aumente con la nueva generación tecnológica, debido a un mayor nivel de complejidad de la tecnología, falta de preparación o insuficiencia de procedimientos de seguridad, como la actualización de programas informáticos, entre otros.

En el mismo contexto, la Unión Europea destaca aspectos que bien pudiéramos extrapolar a cualquier parte del mundo, incluyendo a nuestros países a nivel occidental, aunque es evidente que, al menos Latinoamérica, suele ser receptora de los avances o programas de seguridad informática que se estructuran en Europa o países como Estados Unidos, Australia o Reino Unido que cuentan con extraordinarias agencias de ciberseguridad y que se mantienen a la vanguardia en el diseño de frameworks o marcos de ciberseguridad en el mundo.

Sin embargo, sin considerar que el despliegue del 5G en algunos países latinoamericanos, incluyendo Venezuela y a excepción de Brasil, Colombia y Chile, se concretará o desplegará a medio nivel en unos años, viendo las particularidades y condiciones socioeconómicas, incluso políticas que imperan en estas regiones.

Finalmente, resulta de interés la importancia que provee la Unión Europea, a la actualización de los distintos tipos de instrumentos, normativas y directivas relacionadas con el marco regulador y de seguridad de los servicios de comunicaciones electrónicas y redes, para obligar a los países miembros a ejecutar y asumir medidas de mitigación de riesgos, exigidas para la implementación de la tecnología 5G e incluso para estar preparados si un ciberataque a gran escala se concretara a través de esta nueva generación de redes. Concretando con los términos del informe comentado, se enfatizan las advertencias relacionadas con:

Una mayor exposición a los ataques y la existencia de más puntos de entrada para los atacantes (hackers), considerando que las redes 5G se basan cada vez más en programas informáticos, los riesgos relacionados con los principales fallos de seguridad, como los derivados de los procesos deficientes de desarrollo de programas informáticos de proveedores, adquirirán mayor importancia. También pudieran facilitar a los hackers el manejo de elementos maliciosos más difíciles de detectar.

Se prevé que las redes 5G se conviertan en la columna vertebral de muchas aplicaciones informáticas críticas, por lo tanto, la integridad y disponibilidad de esas redes se convertirán en una importante preocupación en materia de seguridad nacional y en un importante desafío para la seguridad desde la perspectiva de la Unión Europea.

Así que las cosas, en lo correspondiente al sector marítimo y evidentemente en lo relacionado a las operaciones portuarias y a la infraestructura que les sirve de base, la Organización Marítima Internacional (OMI), ha dictado algunas directrices en materia de ciberseguridad, en concreto, el Comité de Seguridad Marítima, adoptó la Resolución MSC.428 (98) en fecha 16 de junio de 2017, denominada Gestión de los Riesgos Cibernéticos Marítimos en los Sistemas de Gestión de la Seguridad.

Este instrumento, junto a la Circular MSC-FAL.1/Circ.3; Directrices sobre la gestión de los riesgos cibernéticos marítimos, establecen lineamientos para el manejo, prevención y definición de acciones dirigidas a proteger el transporte marítimo, ante las nuevas amenazas cibernéticas que desafían al sector.

En efecto, estos instrumentos hacen un llamado a las Administraciones, operadores y propietarios de buques, agentes navieros, fabricantes de equipos, proveedores de servicios, puertos e instalaciones portuarias, entre otros actores del sector marítimo, a trabajar y agilizar las labores para salvaguardar el transporte marítimo de las amenazas, actuales y emergentes, sobre activos tecnológicos que puedan producir fallos operacionales, de seguridad o protección del transporte marítimo, al ponerse en peligro información o sistemas.

En concreto, las Directrices sobre la gestión de los riesgos cibernéticos marítimos, no limitan a la propia normativa OMI, la práctica o fórmulas de ciberseguridad que cada actor pueda implementar. Al contrario, les insta a remitirse a las prescripciones que puedan definir las Administraciones de los Estados de abanderamiento, y a cualquier otra norma o práctica adicional a las del sector, que les permita implantar o asumir los procedimientos de gestión de riesgos que estimen pertinentes.

Con respecto en base de lo anterior, es oportuno reafirmar la importancia de implementar las mejores prácticas y protocolos en materia de ciberseguridad, teniendo como base o referencia el desarrollo de instrumentos y programas, desarrollados por los principales entes públicos o privados a nivel mundial, dedicados con un altísimo nivel de especialización en este tema.

Por otro lado, y aunque el objetivo de este análisis no supone realizar menciones de orden político o relacionadas con conflictos comerciales o tecnológicos a nivel mundial, es oportuno referir hechos que resaltan a nivel noticioso, en relación con el conflicto entre los Estados Unidos (EE.UU.) y China, por el manejo y despliegue de la tecnología 5G en el mundo.

Al respecto, tengamos en cuenta, que entre los principales desarrolladores del 5G básicamente entre otros están Huawei (China), Nokia (Finlandia), Ericsson (Suecia) y Samsung (Corea del Sur), quien lidera este movimiento por disponer del mayor avance tecnológico y adelanto es Huawei. En este sentido, se ha indicado que:

Las acusaciones de Estados Unidos contra Huawei son múltiples. Desde el incumplimiento del embargo contra Irán, hasta acusaciones de espionaje y robo de tecnología. Para Estados Unidos, el principal riesgo es que la tecnología 5G se convierta en un gran problema de ciberseguridad, tanto por el crucial papel que desempeñará, como por su propia estructura, más descentralizada. Los servicios de inteligencia estadounidenses temen que Huawei permita a las autoridades chinas utilizar sus equipos para controlar las comunicaciones y el tráfico de datos en países occidentales.

En este sentido, y según se ha recogido en algunos medios:

“El pentágono sostiene que el mundo está comprometido en una nueva carrera de armamentos, que involucra tecnología en lugar de armas convencionales, y que representa un grave peligro para la seguridad nacional estadounidense. En una época en la que las armas más poderosas, además de las nucleares, están controladas desde el ciberespacio, el país que domine la red 5G obtendrá una ventaja económica, de inteligencia y militar durante gran parte de este siglo”.

Bajo este escenario, se ha resaltado que algunos países socios de los EE.UU., como Japón y Australia, también han excluido a Huawei de la operación de sus redes. En el caso de Reino Unido, hicieron la excepción, pero ``limitando`` las operaciones de Huawei en redes, e infraestructuras no críticas.

En el caso de la Unión Europea, hemos evidenciado que no se le ha excluido, y que, por el contrario, ha sido protagonista de algunos programas piloto en esa región. En el caso de África y Latinoamérica, no se evidencian, en general, ningún tipo de restricciones a Huawei, y no se prevé que esto suceda.

Para concluir, los posibles daños a la salud relacionados con las redes 5G, constituye un aspecto de interés, que merece una mención. Así que, tratándose de una nueva tecnología, que hará uso adicional de nuevas bandas del espectro electromagnético y requerirá del soporte e instalación de una mayor cantidad de antenas o de estaciones bases, existen teorías y organizaciones que alertan sobre posibles daños o afectaciones a la salud, producto de la radiación electromagnética que se pueda generar, específicamente en lo atinente a la banda de ondas milimétricas (mmw). Son conocidas las protestas en las principales ciudades del Mundo de Europa y los Estados Unidos en relación, a este tema.

Con respecto a este tema, cabe señalar la posición al respecto de un destacado miembro del Instituto de Ingeniería Eléctrica y Electrónica (IEEE, por sus siglas en inglés), con sede en los Estados Unidos, considerando que esta asociación mundial de ingenieros ha realizado una serie de estudios sobre los efectos que puede provocar en la salud, la exposición a determinadas ondas o electromagnetismo.

Así, el editor del informe titulado Sistemas de Comunicaciones 5G y límites de exposición a la radiofrecuencia, Rod Waterhouse y miembro del IEEE, señaló que:

``La mayor preocupación sobre el impacto negativo del 5G en la salud, se debe a que sus torres celulares tienen una arquitectura muy diferente a las que soportan las redes celulares 3G y 4G. Una estación base de la tecnología 5G puede ser más pequeña que una mochila, podrá ser colocada casi en cualquier lugar, como en la parte superior de postes de luz, tejados. Lo que significa que las estaciones estarán ubicadas cerca de casas, edificios, escuelas, tiendas, parques y granjas``.

Sin embargo, el ingeniero Waterhouse, explica que estas estaciones base, transmitirán una cantidad de energía mucho menor a las grandes antenas. Y en una primera etapa, operaría en bandas cercanas a la porción del espectro, ubicado por debajo de 6 GHz, en el cual funcionan hoy equipos 4G. Igualmente refiere, documentación y normativas internacionales que han establecido límites seguros de exposición a la radiofrecuencia,

fundamentalmente lo establecido en la Norma IEEE para los niveles de seguridad de exposición humana a los campos eléctricos, magnéticos y electromagnéticos, publicada en el año 2005 por el Comité Internacional de Seguridad Electromagnética del IEEE. Y ese estudio, abarcó investigaciones entre 3 kilo Hertz y 300 GHz.

En términos prácticos, Waterhouse concluye que:

“Debido a que la radiofrecuencia de los sitios celulares se encuentra en el espectro de radiación no ionizante, no es el tipo de radiación que podría dañar el ADN y posiblemente causar cáncer. El único impacto biológico conocido en los humanos es el calentamiento de los tejidos. La exposición excesiva a radiofrecuencia hace que todo el cuerpo de una persona se sobrecaliente, a niveles peligrosos”.

Sintetizándolo, Waterhouse señala que la percepción general es que las ondas milimétricas son seguras pero deben ser monitoreadas, y hace un llamamiento a los órganos reguladores que supervisan a las empresas de telecomunicaciones, para que asuman responsabilidades y garanticen la seguridad de la nueva generación tecnológica. [1]

3. Antenas

Las antenas para esta nueva generación tecnológica son antenas de radiofrecuencia de red inalámbrica adaptadas a la quinta generación (5G), que permiten la recepción y envío de datos en dispositivos compatibles con esta tecnología. Se denominan MIMO masivas (Multiple Input, Multiple Output) que, como su nombre lo indica, tienen múltiples entradas y salidas, esto es así con el objetivo de tener diversas conexiones para el envío y recepción de datos de forma simultánea en forma de enrutador.

Estas nuevas antenas permiten expandir la radiofrecuencia de la red para lograr una óptima cobertura, logrando así que se amplíe el uso de esta tecnología en más y más aparatos móviles y electrónicos día tras día en el mundo.

En cuanto a su peligrosidad, relacionada con la emisión de ondas electromagnéticas que pueden derivar en daños para la salud no solo en humanos, sino también en animales y plantas, según expertos y científicos, están cargadas de radiación, por lo que pueden ser perjudiciales para la salud en general. Por eso, para algunos, las antenas 5G son peligrosas para el planeta. Aunque también hay otros expertos que señalan que la plataforma 5G es inocua para la salud. [2]

4. La Tecnología 5G en Europa/Mundo

La tecnología 5G se ha convertido durante mucho tiempo en una palabra de moda en la sociedad actual, y muchas personas piensan que esta tecnología es prometedora, pero aún es demasiado pronto.

Desde operaciones portuarias hasta comunicaciones y envíos transfronterizos, la industria del transporte marítimo reconoce su potencial y está cada vez más ansiosa por probarlo para su adopción futura.

En septiembre de 2020, sucedió que Horizon 2020 el nuevo plan de implantación del 5G de la Unión Europea, la que planeo lanzar 11 nuevos proyectos bajo su Asociación Europea 5G Público-Privada (5G-PPP). Estos proyectos tienen como objetivo profundizar en la integración de la tecnología 5G en nuestra vida diaria.

Dos de los proyectos involucran al sector marítimo, aunque se realizan en el marco del corredor transfronterizo más amplio. Se trata de ``5G-ROUTES``, que evalúa los enlaces por carretera y ferrocarril entre Riga, Varga, Tallin y el enlace marítimo entre Helsinki, y ``5G Blueprint``, un proyecto de tres años que examina cómo la teleoperación puede mejorar la eficiencia del transporte y la logística.

Este nuevo plan, comenzó en septiembre de 2020, y tiene como objetivo aclarar cómo se implementará el 5G en las operaciones en alta mar. Quienes trabajan actualmente en el proyecto dicen que podría cambiar las reglas del juego para la industria en la era de recuperación posterior al Covid-19. Sin embargo, esto se verá en un futuro si los desafíos como el escepticismo público y la madurez tecnológica pueden superarse rápidamente. [3]

4.1. Proyecto 5G Blueprint

El 5G Blueprint es uno de los 11 proyectos financiados recientemente en el marco del programa Horizonte 2020 de la UE, que examina la posibilidad de utilizar la tecnología 5G para operaciones logísticas y de transporte transfronterizo de largo alcance, ya sea por carretera o por mar.

El proyecto del modelo 5G está financiado por la UE con 10 millones de euros e involucra a actores intersectoriales, incluido el Ministerio holandés de Infraestructura y Gestión del Agua, el Ministerio flamenco de Transporte y Obras Públicas, el Puerto de Amberes y el Centro de I + D Imec, e innovaciones en nanoelectrónica y tecnologías digitales.

La pregunta central de este proyecto es comprender si las operaciones remotas, habilitadas por la tecnología 5G, pueden beneficiarse del intercambio de datos en tiempo real entre vehículos o barcos, entre terminales y vehículos, y entre vehículos y su sede.

El desarrollador de negocios de Imecc, Bart Lannoo, ha explicado en un comunicado que gracias a las nuevas operaciones remotas, se van a requerir menos empleados, además, también se pueden reducir los costos operativos y aumentar la eficiencia operativa, optimizando así sus tiempos de viaje, optimizando los horarios de carga y descarga de su embarcación y más.

Específicamente, la teleoperación nos muestra el gran potencial de los barcos autónomos, que no pueden operarse de manera segura sin el acceso continuo del personal a los buques piloto.

Hoy en día, todavía es muy difícil tener naves autónomas que puedan manejar cualquier situación. Parte de su trayectoria podrá realizarse de forma autónoma, pero siempre será necesario que un operador remoto controle o dirija parte de la trayectoria si es necesario.

[3]

4.2. Mapa de cobertura 5G en todo el mundo en la actualidad

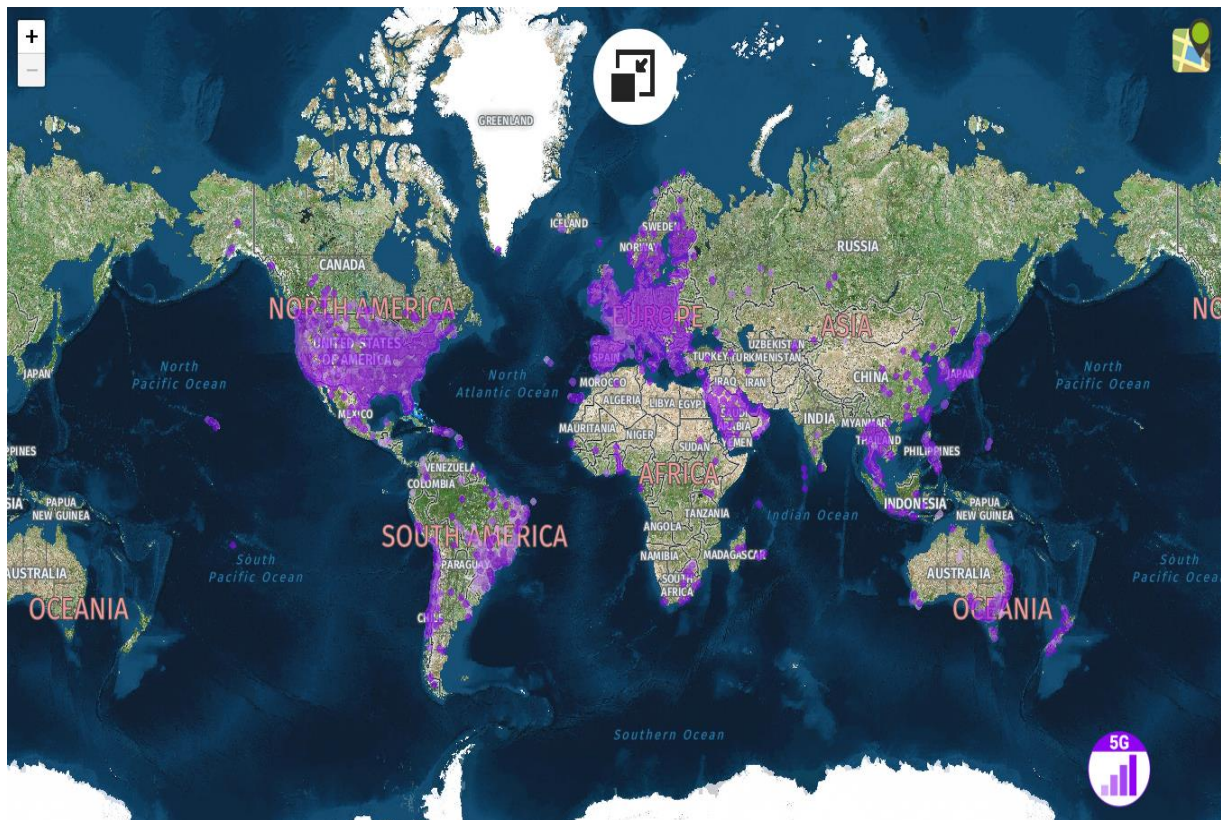


Ilustración 2. Mapa cobertura 5G mundial. Fuente: [4]

5. Sector Portuario

En 1979, Japón implantó su primera red móvil, el 1G. En 2021, después de 42 años y tres saltos tecnológicos, llega el 5G la quinta generación, que revoluciona las comunicaciones a la velocidad del intercambio de datos, destroza las redes existentes y posibilita la implementación de nuevas tecnologías que hasta ahora carecían de los medios de transporte necesarios para operar. El 5G finalmente soluciona esta carencia y facilita la implementación de herramientas de última generación en los puertos para mejorar su competitividad.

El Internet de las cosas, proporciona comunicaciones de alta velocidad, ancho de banda de gran capacidad, baja latencia y alta confiabilidad, lo que permite la detección a gran escala de cualquier operación.

Gracias a este salto cualitativo, muchos puertos ya han iniciado la instalación y desarrollo de proyectos impulsados por la tecnología 5G: Barcelona, Algeciras, Hamburgo, Livorno, Belfast, Riga, Singapur, Manzanillo, Qingdao, Xiamen son ejemplos de puertos que lideran proyectos de implantación de 5G en sus instalaciones.

La razón es que esta red permite mejoras exponenciales en la comunicación portuaria y en la seguridad de las operaciones.

Con la ayuda de la simulación moderna, es posible automatizar cosas como vehículos y grúas en los muelles, hacerlos autónomos, mejorar la trazabilidad de los productos desde los centros de producción hasta la distribución, la toma de decisiones en tiempo real en situaciones de emergencia como proyectos y accidentes, también con sistemas de predicción, los remolcadores se comunican entre sí para mejorar la seguridad y eficacia de las maniobras, ampliar las áreas de aplicación de los drones, incluidos los drones submarinos, mejorar el seguimiento operativo mediante la lectura de miles de sensores en tiempo real, y más. Además de una amplia gama de aplicaciones.

Por ello, están surgiendo las mejores herramientas disruptivas para tomar decisiones de seguridad en el menor tiempo, esta es la nueva era tecnológica en comunicación.

Por otro lado, comparándola con su predecesora, el 4G comenzó en 2010 con velocidades de 100 Mbps. Con velocidades de carga de datos de hasta 10 Gbps y velocidades de descarga de hasta 20 Gbps, el 5G es 100 veces más rápido que su predecesor, con una latencia muy baja (1 milisegundo), lo que lo convierte en un medio casi invulnerable. Estas características también le permiten conectar cientos de sensores simultáneamente, un área de trabajo que 4G no puede alcanzar. Esta confiabilidad permite la integración y la conexión sin el uso de conexiones físicas. Ahora bien, para aprovecharlo se requiere una densa red de

antenas 5G que se instalan a distancias más cortas que las del 4G, por lo que se requiere una gran inversión inicial.

No hay duda de que esta tecnología representará un antes y un después en los puertos. Una gran cantidad de información con un 99 % de confiabilidad en tiempo real lo cambia todo. A la hora de tomar decisiones y agilizar todos los procesos, mejorar la seguridad e incluso predecir posibles accidentes utilizando modernos sistemas de predicción de accidentes, el rendimiento de una instalación aumentará significativamente. Por esta razón, los grupos de puertos equipados y no equipados con 5G se han discutido como variables importantes a considerar.

Esta tecnología será la base para la automatización de las operaciones portuarias, así como para su sostenibilidad. Por ejemplo, permitir un control más detallado de las redes de energía para reducir las emisiones de dióxido de carbono.

Es importante destacar que las empresas con fondos propios están involucradas en el despliegue de nuevas infraestructuras y antenas 5G, un objetivo común entre el desarrollo público y privado, con atención a la coordinación y compatibilidad entre sistemas.

Accidentes de la actualidad como el del barco "Ever Given" en el Canal de Suez se van a poder evitar a través de las simulaciones y conjuntos de datos que proporciona la nueva tecnología en tiempo real.

Imagine una operación de asistencia de remolque en una embarcación grande, donde todos los remolcadores están conectados entre sí, monitoreados y capaces de ver el empuje ejercido por otros remolcadores sin verlos a ellos. Todos estos datos también se transmiten en tiempo real al piloto a bordo y al centro de control junto con la información recopilada por docenas de otros sensores sobre corrientes, vientos, mareas y más. La integración de todos estos datos permite simular en un sistema paralelo, y en base a toda la vectorización de los componentes, los movimientos que experimentará la nave, antes de que sucedan y con la antelación suficiente para dar tiempo al piloto a realizar las correcciones. Esto es gracias a las múltiples interconexiones del 5G y sistemas de detección.

El próximo desafío es asegurar esta nueva red que intercambia una cantidad tan grande de datos, 100 veces más rápido que las redes actuales. En un mundo cada vez más digital, la ciberseguridad es y seguirá siendo clave para su acogimiento mundial. [5]

5.1. Usos del 5G en el entorno portuario

Dentro de la industria se han identificado una serie de necesidades cuya solución pasa por la tecnología 5G. Como el desarrollo de rutas de navegación más fiables o sistemas de control en un recinto con mayor alcance y en tiempo real.

Desde el puerto de Hamburgo, dice Hendrik Roreger, Jefe de Aplicaciones Comerciales, que el 5G tiene múltiples aplicaciones, como la gestión del tráfico o la operación de drones en puentes, vías fluviales, carreteras y vías férreas. La digitalización y los modelos de negocio disruptivos son las claves para los futuros puertos, en cambio, tanto el 4G como el Wi-Fi que son las tecnologías existentes no pueden cumplir con estos nuevos requisitos.

Entre enero de 2018 y junio de 2019, la Autoridad Portuaria de Hamburgo, Deutsche Telekom y Nokia probaron nuevas funciones del estándar 5G en diferentes aplicaciones. El enfoque del proyecto gira en torno al concepto de que no habrá una red de "talla única", sino múltiples redes virtuales que se ejecutan simultáneamente en la misma infraestructura común. El puerto alemán se convirtió así en un banco de pruebas como parte del proyecto 5G-MoNArch uno de los proyectos financiados por la Unión Europea (UE).

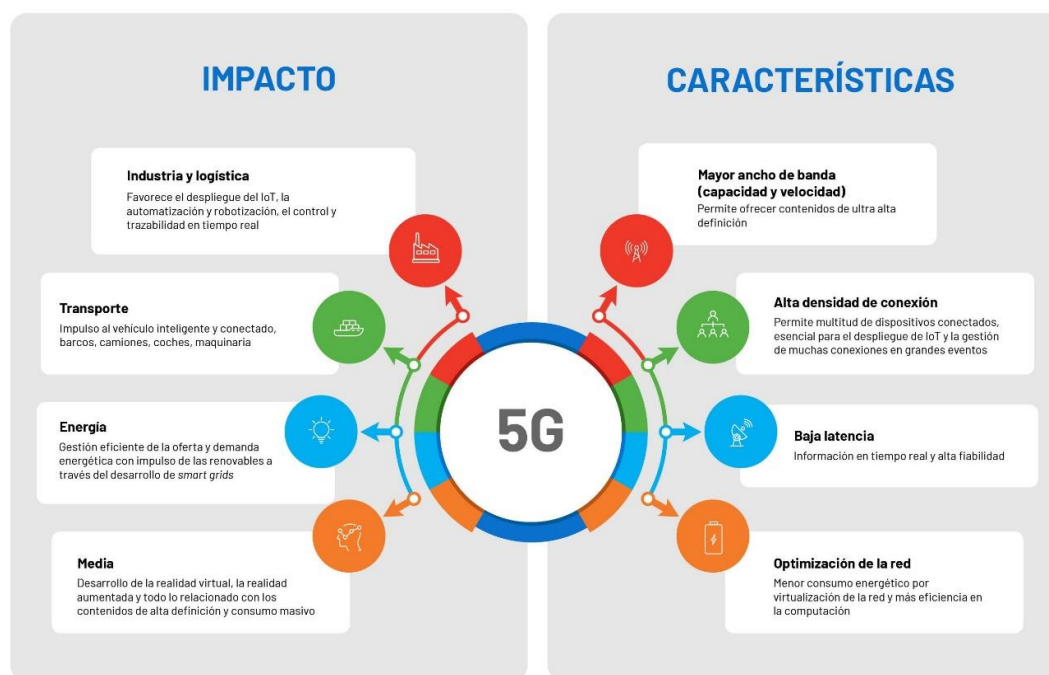


Ilustración 3. Impacto y Características 5G. Fuente: [6]

Las características del 5G, como la conectividad dual, permiten una integración segura y confiable sin la necesidad de establecer una conexión física. Por ejemplo, los nuevos sistemas de transporte inteligentes, como los drones de buceo, podrán transmitir y procesar datos sin procesar en tiempo real.

Para alcanzar su máximo potencial, es importante tener una infraestructura 5G densa, ya que requiere frecuencias más altas que el 4G. Además también es importante entender que cada nueva revolución tecnológica tarda un tiempo en entrar en producción, en consecuencia, los puertos que no quieran quedarse atrás deben construir prototipos ahora para poder estar listos cuando llegue la tecnología 5G.

En Italia, la Unión Europea seleccionó una colaboración entre el Puerto de Livorno, Ericsson y la Unión de Telecomunicaciones de la Universidad Nacional como uno de los cinco laboratorios de Corealis para caracterizar el futuro puerto.

Las pruebas piloto en curso incluyen operaciones automatizadas de carga y descarga por control remoto mediante vehículos terrestres no tripulados, con el objetivo de mejorar la seguridad del personal portuario.

La agenda digital que se está implementando en el Puerto de Livorno es un precursor de estas nuevas capacidades. Con el 5G, el puerto puede acelerar las innovaciones en una variedad de servicios, como el desembarco de ferries de pasajeros o ayudar a personas con discapacidades.

El Director General de dicho puerto destaca la importancia de lograr una “cobertura total” a través de redes público-privadas y la importancia de involucrar a todas las industrias con un enfoque basado en la Industria 4.0. [6]

5.1.1. El 5G Barcelona impulsará la digitalización en los puertos españoles

El 5G es la nueva realidad de las comunicaciones inalámbricas, además ofrece un ancho de banda de alta velocidad y capacidad, comunicaciones de baja latencia y alta confiabilidad, y con la capacidad de conectar sensores a gran escala.



Ilustración 4. Digitalización de las operaciones portuarias. Fuente: [6]

La iniciativa de colaboración público-privada “5G Barcelona” tiene como objetivo transformar el área metropolitana de la capital catalana en un laboratorio abierto para la verificación y adopción de tecnologías y aplicaciones relevantes en un entorno real.

El consorcio ha identificado el Puerto de Barcelona como una de las instalaciones clave para la aplicación del 5G. Ambas partes trabajan juntas para organizar talleres y conferencias para identificar posibles casos de uso y desarrollar pruebas de concepto en un entorno portuario.

Para Ruth Pablo, responsable y jefe del proyecto del puerto digital del Port de Barcelona, el 5G supondrá un nuevo escenario para la transformación digital y “un gran impulso” en la nueva era de la digitalización.

Por ello, en el Port de Barcelona, a corto plazo, se está invirtiendo en el despliegue de infraestructura robusta y realizando pilotos para validar posibles aplicaciones y probar las capacidades técnicas y funcionales que brinda la nueva tecnología.

Por otro lado, a medio plazo, comenzarán a aplicarse aplicaciones a la seguridad perimetral, la gestión de la movilidad, la asistencia al conductor y la manipulación de vehículos diversos, incluidas embarcaciones, maquinaria y drones.



Ilustración 5. Buques automáticos. Fuente: [6]

La expansión masiva de la visión artificial, los modelos 3D y el IoT combinado con la tecnología 5G también se aplicarán al monitoreo de operaciones, infraestructura y procesos portuarios, obteniendo innumerables mediciones y datos sobre infraestructura, maquinaria, mercancías, movilidad y medio ambiente.

Será aún más largo cuando se implemente por completo la conducción autónoma de buques, camiones y grúas. En el futuro, el control remoto en tiempo real será posible a través de gemelos digitales de muchas actividades y procesos portuarios, e incluso la gestión inteligente de la producción y demanda de energía. Los retos identificados en esta etapa serán la legislación, la integración de todas estas tecnologías, datos y plataformas, y la ciberseguridad.

Los cambios en la actual operativa del puerto de Barcelona serán muy significativos ya que se establecerá una cultura de la información en tiempo real, con una representación gráfica del territorio, y requerirá rapidez y agilidad en el acceso a la información y la toma de decisiones. [6]

5.2. El impacto de la tecnología 5G en las terminales portuarias

El sector de la logística y el transporte juega un papel importante en la satisfacción de las necesidades de la sociedad y el funcionamiento de las estructuras empresariales. Ha sido una de las industrias clave para recuperarse de la pandemia de Covid-19. Gracias a su flexibilidad y resiliencia, es capaz de atender picos de demanda y superar caídas en los momentos más complejos, entregando productos y materiales básicos, de salud y de consumo.

A pesar de todos los impactos negativos de las condiciones de salud que experimentamos, este también es un factor clave de la digitalización organizacional, que permite desarrollos tecnológicos sin precedentes. Las nuevas tecnologías están protagonizando el contexto actual, muchas de las cuales son avances que garantizan una mayor eficiencia combinándola con una mayor seguridad y salud.

De esta forma, los hábitos de consumo también han cambiado significativamente, avanzando hacia un modelo más colaborativo, y el comercio electrónico ha crecido exponencialmente, con un impacto significativo en la distribución por la inmediatez y los menores plazos de entrega.

En este contexto, con tecnologías habilitadoras como el 5G, la digitalización de procesos permite a las organizaciones aumentar la eficiencia de los procesos, reducir costos y ahorrar tiempo y dinero. Esto representa un verdadero cambio de paradigma. Esto significa que la llegada de la comunicación en tiempo real representa una reducción de la latencia, reduciéndola de unos 12 milisegundos a 3 milisegundos, y permitiendo que el uso de tecnologías como la realidad virtual y la realidad aumentada gane popularidad en las terminales portuarias.

Transformación en el transporte marítimo y los puertos

Esto constituye una auténtica revolución en el mundo del transporte marítimo y portuario, pudiendo reproducir mediante realidad virtual el movimiento de mercancías dentro y fuera, como localizar todo lo que se mueve en el interior de un puerto, y ayudar a mejorar progresivamente el mecanismo gracias a la robótica y al Big Data.

En este sentido, el concepto de digital twin o gemelo digital es de gran ayuda para entender los avances que representa el 5G en infraestructuras como los puertos. Según AECOC, un gemelo digital es una réplica digital de un producto, servicio o proceso cuyo objetivo es estresarlo para probar sus principales debilidades y así poder predecir cómo funcionará. Por ejemplo, esta réplica podría representar un contenedor de una terminal portuaria, permitiendo monitorear en tiempo real sus contenidos, productos, origen y destino desde algo tan simple y común como un teléfono celular. El objetivo es hacer que todo lo que sucede en la vida real sea representado en digital.

Para conseguirlo, el 5G también facilita la instalación de más sensores, el uso de vehículos autónomos y el control remoto de procesos operativos complejos en entornos logísticos y portuarios, aumentando la velocidad en la toma de decisiones, mejorando la atención al cliente y la seguridad en los entornos portuarios. [7]

5.3. Ejemplos de implantación del 5G en el sector portuario

5.3.1. El Puerto de Algeciras

No es casualidad que el Puerto de Algeciras sea un ejemplo de implantación del 5G por eso es el primer puerto de España y el cuarto de Europa, moviendo 110 millones de toneladas de tráfico de mercancías al año, además de transportar 6 millones de pasajeros al año, porque su oferta de innovación en los servicios portuarios y logísticos, además de su ubicación estratégica.

Se pueden destacar dos ejemplos de los avances que trae el 5G en este puerto. Primero, puede integrar y administrar todos los sistemas de seguridad y protección existentes en la región a través de una única interfaz, con el objetivo de estandarizar y semiautomatizar los procedimientos de monitoreo más comunes y permitir respuestas más rápidas ante posibles incidentes.

En segundo lugar, para agilizar momentos de gran afluencia de vehículos, como operaciones de cruce de canales, se posibilita el uso de cámaras que permiten el registro y lectura de matrículas para guiarlos hasta su destino para detenerlos de una forma más

eficiente, rápida y eficaz. de manera organizada, y también se permite el reconocimiento facial cuando sea necesario.



Ilustración 6. Puerto de Algeciras. Fuente: [7]

En 2014, la Autoridad Portuaria redefinió la estrategia de tecnología e innovación del puerto, con el objetivo de fortalecer su rol como facilitador de negocios y coordinador del ecosistema portuario. Aquí, la conectividad avanzada que proporciona el 5G es fundamental para una óptima toma de decisiones a través de la recogida y uso de datos, posicionando al Puerto de Algeciras como una terminal portuaria inteligente, puntual y verde. El proyecto es un ejemplo de cooperación que marca el futuro de la industria en el programa piloto 5G de Andalucía, impulsado por el Ministerio de Asuntos Económicos y Transformación Digital a través de Red.es y desarrollado por las operadoras Vodafone y Huawei.

En conclusión, la logística atraviesa un momento de profundo cambio, pero aún queda mucho camino por recorrer. Según el informe de Vodafone titulado ``Desafíos para la Industria del Transporte y la Logística en la era Digital'', la industria requiere una mayor colaboración entre los operadores para desarrollar estrategias comerciales y ampliar el acceso a datos de calidad en todos los procesos para minimizar las interrupciones del suministro a lo largo de la cadena y mejorar la eficiencia, permitiendo el seguimiento de fallas en tiempo real, la identificación de problemas y la planificación alternativa.

Sin embargo, estos avances en la digitalización deben realizarse en todas las áreas, desde la adopción y el apoyo de tecnologías habilitantes y de vanguardia, como el 5G, hasta la promoción de una cultura digital avanzada en todos los niveles, donde sea adecuado reclutar y retener talento humano digitalmente capacitado, para ambas interacciones tanto con los clientes y a las que se aplican al ecosistema en sí. [7]

5.3.2. El Puerto de Málaga

Telefónica y NTT DATA, la sexta empresa de servicios TI del mundo, colaboran para desarrollar una solución tecnológicamente avanzada para el Puerto de Málaga con todas las capacidades avanzadas de la comunicación 5G.

Los objetivos marcados con el Puerto de Málaga se centran en el control en tiempo real del paso de diferentes tipos de buques a los puertos del recinto portuario.

El proyecto se enfoca principalmente en la seguridad y permitirá el despliegue de una solución que registrará los eventos asociados a cada embarcación con el fin de generar información valiosa para el personal portuario sobre aquellas que no pueden circular por el recinto.



Ilustración 7. Puerto de Málaga. Fuente: [8]

Para esta solución, NTT DATA aportó a su portafolio de soluciones tecnológicas aplicadas a los puertos, considerando el uso de capacidades analíticas y capacidades de inteligencia artificial para extraer información valiosa de los eventos, la cual será captada por cámaras avanzadas y elementos de comunicación 5G. Telefónica ha proporcionado una red de comunicaciones 5G en la ciudad de Málaga y su nodo VDC Edge en Andalucía para el procesamiento de datos cerca del puerto, donde se alojarán determinadas aplicaciones y funciones de red necesarias.

La tecnología proporcionada por Telefónica y NTT DATA permite identificar las embarcaciones que no pueden ingresar a puerto a través de video en 4K, que se procesa mediante visión por computadora y modelos analíticos en equipos de alto rendimiento en los nodos Edge. El procesamiento de la información en tiempo real permitirá generar alertas útiles para el personal portuario con un claro enfoque en la detección temprana y el inicio de las acciones requeridas de acuerdo con los protocolos operativos.

Este caso de uso se suma a los casi 80 casos de uso lanzados desde 2018, año en que Telefónica lanzó ``Ciudades Tecnológicas 5G``, entre las que está Málaga, una aplicación pionera en clientes reales para potenciar el 5G en España.

Soluciones del 5G Telefónica

En el marco de esta colaboración, y en base a los resultados de este proyecto, NTT DATA y Telefónica estudiarán la posible industrialización de esta solución, con el objetivo de incorporarla a la cartera de soluciones 5G de Telefónica para los puertos españoles.

Irene Bernal, Directora de Innovación en Conectividad de Telefónica, explica que para el área de innovación en conectividad de Telefónica es necesario explorar, junto con nuestros clientes, como el Puerto de Málaga, cómo el 5G de Telefónica puede ayudar a las administraciones públicas y empresas a lograr transformación digital, y para ello contar con socios tecnológicos de primer nivel como NTT Data es vital, queremos ofrecer a nuestros clientes nuestras capacidades tecnológicas innovando en la mejor red 5G de España.

Teodoro López Palacios, Socio de la División de Telecomunicaciones de NTT DATA, dijo que este movimiento es un ejemplo de cómo la tecnología 5G y las capacidades que soporta pueden traer enormes beneficios y ventajas en términos de mejorar las operaciones. La industria portuaria es una gran oportunidad para NTT DATA España, es crucial desarrollar casos de uso de 5G con Telefónica, como un verdadero socio tecnológico, lo que convierte a España en uno de los países más avanzados para poder entregar los beneficios del uso de esta nueva tecnología. [8]

6. Logística y Transporte de mercancías

6.1. Revolución de la digitalización logística con los “smart containers”

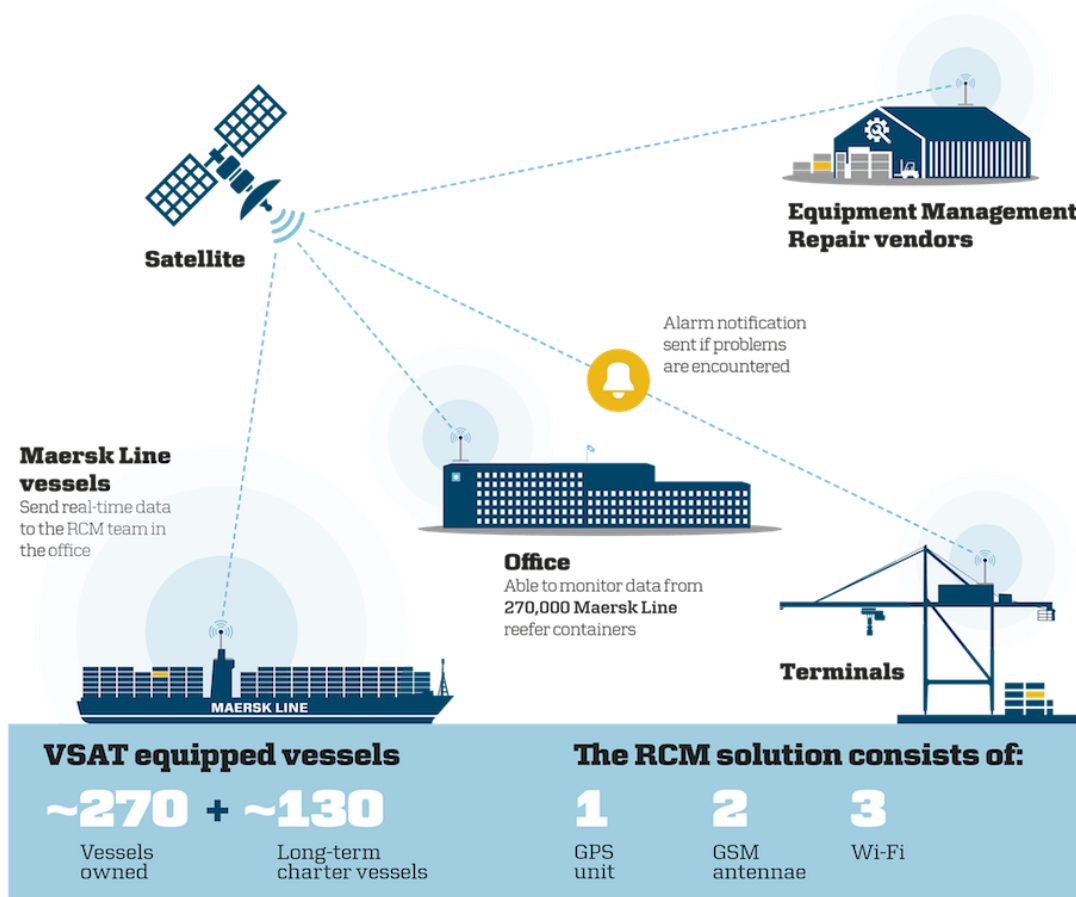


Ilustración 8. Digitalización en el transporte de mercancías y logística. Fuente: [9]

La implementación acelerada de medidas de digitalización corporativa se mantiene sin cambios desde principios de 2020. Especialmente en las empresas de logística y transporte, su importancia se hizo evidente durante la crisis de la pandemia.

La velocidad de crecimiento y las inversiones digitales de las grandes empresas multinacionales difieren de las empresas más pequeñas, y son inversiones muy importantes con largos períodos de recuperación. Cuando estas empresas logran amortizar estas inversiones, sus recursos muchas veces quedan desactualizados debido a la velocidad a la que avanza el campo. Es por esto por lo que el ritmo de desarrollo tecnológico en las empresas varía, siendo imperativo brindar apoyo institucional a los pequeños y medianos empresarios para que puedan acompañar el ritmo de la modernización.

Los avances en digitalización y telecomunicaciones en el campo del transporte de carga en contenedores se centran principalmente en los smart-containers (contenedores inteligentes). El equipo instalado en el contenedor puede controlar los parámetros infinitos del

contenedor y su contenido, registrar la trazabilidad del contenedor, la condición del producto, la temperatura, la ubicación precisa, etc., incluso a miles de kilómetros de distancia, para que las empresas realmente puedan obtener la información en tiempo real de las mercancías de sus clientes. Tecnológicamente no se trata de un avance importante. Ha sido desarrollado e implementado por las principales compañías navieras.

Sin embargo, a pesar de la madurez de la tecnología, no ha alcanzado el nivel de integración esperado. Las cosas aparentemente simples se enfrentan a obstáculos burocráticos, diferentes regulaciones, regulaciones de secreto, problemas de sincronización entre sistemas informáticos e idiomas, y más.

Transportistas y navieras coinciden en el origen del problema. Debemos trabajar en la compatibilidad y uniformidad del sistema, que es un estándar único para empresas y usuarios. ¿De qué sirve la protección de la tecnología, las telecomunicaciones, la cadena de bloques (Blockchain) si no hay acuerdo sobre qué información transmitir, qué idioma usar o qué datos proporcionar sin comprometer la confidencialidad del cliente o los intereses industriales de las empresas? Algunos países, especialmente los del sudeste asiático, aún se oponen a tales controles sobre la trazabilidad de los bienes, citando preocupaciones de seguridad nacional.

El Secretario General de la Organización Marítima Internacional (OMI), Kitack Lim, subrayó lo siguiente en una comparecencia. La pandemia nos ha demostrado la importancia del sector marítimo y sus trabajadores. El sector necesita más financiación pública. También hay una mayor colaboración entre navieras, puertos y gobiernos para abordar los problemas de la industria.

Todas las principales navieras coinciden en que se necesita un acuerdo global para unificar estándares y permitir que estas herramientas eventualmente se reinicien, ya que brindan un valor agregado para el control y la seguridad de sus servicios y envíos. La seguridad de la red y el cifrado de datos son componentes importantes del engranaje.

Mientras tanto, las empresas de la industria de las telecomunicaciones ya están trabajando para mejorar estos sistemas. En el período 2022-2032 se pretende lanzar al espacio su propia red de nanosatélites, creando grupos de más de 25 nanosatélites con masa húmeda entre 1 y 10 kilogramos, que serán capaces de garantizar la conectividad global de los Smart-Containers(contenedores inteligentes) al tiempo que proporciona a los emisores y los receptores de las mercancías brindarles servicios de mensajería segura y en tiempo real, sin restricciones de ubicación ni áreas oscuras.

La nueva carrera espacial ha comenzado, sobre todo después de que Elon Musk, el físico y empresario sudafricano que fundó empresas como Tesla o PayPal, lanzara su proyecto ``Space X`` para llevar pasajeros o el lanzamiento de satélites al espacio.

Los últimos avances de la compañía, fundada en 2002, ahora han abaratado el costo de lanzar nanosatélites y permitirán enviar constelaciones orbitales en esta nueva revolución espacial para controlar y monitorear la carga en todo el planeta. El control de buques no tripulados y optimización de sus puentes de mando, futuros usuarios de redes de nanosatélites.

Asistimos al nacimiento de nuevos servicios aeroespaciales directamente relacionados con la industria marítima. Mientras tanto, seguimos los avances de la Agencia Espacial Europea (ESA) en su proyecto Interreg Sudoe Nano-Star. Creemos que las principales empresas navieras y logísticas pronto llegarán a los acuerdos necesarios, coordinarán los servicios descritos y nos llevarán más lejos en el campo de la logística, especialmente en el campo de las mercancías en contenedores. [9]

6.2. Empuje del 5G en el control de la gestión logística

La llegada del 5G facilita la llegada de las comunicaciones en tiempo real, un elemento esencial de la gestión logística.

Desde hace décadas, la gestión logística se ha convertido en una actividad que hace un uso intensivo de las nuevas tecnologías.

Dado que proporciona una gran cantidad de información sobre la producción y la demanda, esta tendencia lo ha transformado de un servicio de transporte y almacenamiento de mercancías a un elemento clave de la estrategia empresarial.

Nuevamente, esta evolución presenta la necesidad de herramientas para recopilar y analizar datos en tiempo real para tomar decisiones correctivas y adaptar el flujo de bienes a las necesidades de producción y demandas.

Ahora, el 5G acerca esta gestión al tiempo real al acelerar las comunicaciones de largo alcance, ya que puede conectarse diez veces más rápido que las principales ofertas de fibra óptica del mercado español.

Asimismo, según la compañía, la llegada del 5G reducirá los errores de conexión, deshabilitará las redes no seguras, desaparecerán las interferencias y se automatizará y asegurará los procesos.

Nuevamente, esta tecnología es un elemento esencial para sustentar procesos logísticos rápidos, seguros y confiables. [10]

6.3. Aplicaciones del 5G en la logística

En concreto, debido a la disponibilidad de datos, especialmente de ubicación, temperatura, humedad, presión e información adicional importante, el 5G permitirá la aplicación del internet de las cosas en el campo de la gestión logística para gestionar correctamente las mercancías en la cadena de suministro.

Además, por otro lado, proporcionará mayor visibilidad y control sobre el sistema de transporte debido a la optimización de la comunicación vehículo a vehículo y la reducción de factores de riesgo externos.

Por otro lado, el 5G promueve la digitalización de procesos y acelera la velocidad de los procesos, lo que se beneficia de la mejora de la capacidad de transmisión de información de la red, y al mismo tiempo trae nuevas experiencias en ventas al por menor, a través de la compatibilidad con aplicaciones virtualizadas y la realidad e inteligencia artificial aplicada a procesos de retail.

Además, esta tecnología puede permitir operaciones portuarias ágiles y seguras, ya que puede digitalizar los procesos aduaneros e integrar sistemas de transporte inteligentes, sensores, cámaras y dispositivos móviles conectados en un sistema de comunicación integrado más flexible y controlable.

Por último, el 5G admite aplicaciones en la nube rápidas y complejas, al tiempo que es totalmente compatible con las aplicaciones de realidad aumentada, que pueden actualizar instantáneamente la dinámica de la carga, optimizar la experiencia del usuario en términos de visión y mejorar la eficiencia de los encargados de las operaciones de almacenamiento, entre otras cosas. [10]

6.4. Ejemplos de implantación del 5G en la logística

6.4.1. El Puerto de Huelva

El Puerto de Huelva sigue avanzando en su transformación digital, poniendo en marcha diferentes iniciativas innovadoras, como el proyecto piloto de realidad virtual 5G que el complejo andaluz está desarrollando en colaboración con Vodafone para mejorar la gestión de mercancías en el Muelle Sur, así como en la lonja pesquera del nodo de innovación de mercado, la operadora Telefónica lanzará aquí el primer nodo de Fiware portuario del mundo.

El anuncio lo ha hecho Pilar Miranda, Presidenta del Puerto de Huelva, que ha recibido la visita del Director General de Gestión de los Servicios de Telecomunicaciones y Comunicación Audiovisual, de la Secretaría de Estado de Telecomunicaciones e Infraestructuras Digitales, dependiente del Ministerio de Economía y Transformación Digital, Arturo Azcorra, que visitó la Instalación Portuaria de Huelva y fue testigo de primera mano de la transformación digital que está llevando a cabo la Autoridad Portuaria de Huelva.

La presidenta Pilar Miranda le agradeció su visita, destacando que el Puerto de Huelva apuesta firme y decididamente por su transformación digital, poniendo en marcha proyectos innovadores como la Realidad Virtual de Vodafone, agilizando el transporte de mercancías en el muelle Sur, el primer nodo Fiware de origen portuario, que instalará Telefónica en la lonja de la mano de telefónica, ya que los avances en estas áreas serán clave para mejorar nuestra competitividad y posicionarnos como puerto de referencia en la cadena logística global.

También visitaron Ignacio Álvarez-Osorio, jefe del área portuaria de Huelva, Manuel Francisco Martínez, jefe del departamento técnico del puerto de Huelva, y representantes de las empresas que encabezan los proyectos. En la demostración del muelle Sur, se plasmó la puesta en marcha de la solución de tecnología de realidad virtual 5G de Vodafone para controlar y agilizar el tráfico de camiones de la terminal para mercancías generales, de contenedores y rodada a Canarias y al Norte de Europa.

El director general del departamento de telecomunicaciones y gestión del servicio de comunicación audiovisual conoce el proyecto de realidad virtual del 5G de carga de mercancías y el primer nodo Fiware portuario del mundo.

El plan incluye la implementación de una solución de gestión de mercancías basada en un entorno de realidad virtual inmersivo, actualizado en tiempo real, con información capturada por cámaras de circuito cerrado de televisión (CCTV) de alta calidad ubicadas en toda la infraestructura del puerto. El sistema permitirá el establecimiento de un sistema de rastreo y monitoreo de productos más eficiente, rápido y confiable que el que se usa actualmente.

El ecosistema previsto por Vodafone España ayuda así a la Autoridad Portuaria de Huelva a afrontar con eficacia los retos que plantea una infraestructura tan extensa y compleja como el Puerto de Huelva y a reforzar su posición como puerto nodo en el corredor euroatlántico. [11]

Piloto 5G Andalucía

El proyecto se enmarca en el Programa Piloto 5G de Andalucía, uno de los diez proyectos piloto impulsados por el Ministerio de Asuntos Económicos y Transformación Digital

para explorar e identificar casos de uso y aplicaciones de la tecnología 5G en diversos campos.

El proyecto ha sido codesarrollado por las operadoras Vodafone y Huawei con un presupuesto de más de 25 millones de euros y 6 millones de euros de financiación FEDER a través de Red.es. e incluye 35 casos de uso que aplican los beneficios de la tecnología 5G a sectores de energía, la industria, las ciudades inteligentes, el turismo, la agricultura, la salud y la dependencia, la seguridad, la emergencia y la defensa, la sociedad y la economía digital.

El Nodo de Innovación Tecnológica del Puerto de Huelva es el primer Nodo de Innovación Fiware del mundo en un entorno portuario, impulsado por Telefónica como punto fuerte del proyecto.

Nodo de innovación Fiware

Asimismo, el responsable de la organización de servicios de telecomunicaciones y comunicación audiovisual visitó la obra del Nodo de Innovación Tecnológica del Puerto de Huelva, ubicado en la primera planta del Edificio Lonja, que está creando el primer entorno de Nodo de Innovación Fiware portuario mundial. Impulsado por Telefónica, el nodo pretende utilizar las últimas tecnologías para promover la gestión inteligente y la digitalización del sector logístico portuario.

En este proyecto, el operador cuenta con el apoyo de la Fundación Fiware, la organización responsable de administrar esta plataforma inteligente(Smart) impulsada por la Unión Europea(UE), para el desarrollo y despliegue global de futuras aplicaciones de Internet.

Telefónica también prestará los servicios necesarios en el nodo de innovación tecnológica de la lonja para impulsar el ecosistema de innovación tecnológica del puerto, orientando y asesorando a las empresas en el desarrollo de productos. Además, se encargará de dinamizar los nodos y atraer conocimiento hacia ellos. [11]

6.4.2. El Puerto de Barcelona

El Puerto de Barcelona inició en julio 2020 una prueba piloto de ``5G Maritime``, un proyecto destinado a verificar la posición de los buques en tiempo real y con alta precisión, adquiriendo datos de imágenes que complementan la información actual del Sistema de Geolocalización del puerto (Geolocalización Sistemas AIS y radar).

El piloto se basa en una solución tecnológica pionera que combina la inteligencia artificial y la computación en la nube con la tecnología de computación de borde (edge computing es un proceso de cómputo que se realiza en el extremo de la red más cercano al usuario para evitar el envío de grandes cantidades de datos y su procesamiento distante en

servidores o centros de datos, reduciendo significativamente la latencia y mejorando el consumo de ancho de banda) y comunicaciones ultrarrápidas y de baja latencia con redes comerciales 5G.

Alrededor de 9.000 buques hacen escala en el Puerto de Barcelona cada año. Estos buques son muy diversos en carácter y tamaño, llegando incluso a los 400 metros de eslora. Disponer de información muy precisa y en tiempo real sobre su movimiento y ubicación geográfica es fundamental no solo para optimizar los espacios de atraque en los puertos, sino también para proporcionar la máxima seguridad a los buques y servicios portuarios en movimiento.

La llegada del "5G Maritime" pretende ayudar al Port de Barcelona a optimizar la gestión del tráfico marítimo, mejorar la seguridad y la sostenibilidad, gracias a una información completa sobre los buques, su estado y las actuaciones de los diferentes servicios portuarios. Se trata de un proyecto en el marco de la Iniciativa Barcelona 5G, promovida por el Port de Barcelona, IBM, Vodafone, Huawei, Barcelona Mobile World Capital y Fundació i2CAT, y apoyada por el Departamento de Política Digital de la Generalitat de Catalunya en el marco estratégico 5G de Cataluña.

La solución tecnológica puede obtener geolocalización de proa y popa con alta precisión e indicadores de movimiento del buque, lo cual es conveniente para la asistencia remota a la navegación. Los prácticos podrán estimar con precisión información valiosa sobre las operaciones de entradas y escalas de los buques en el puerto, como la posición, el rumbo e incluso la velocidad de los distintos buques que pasan por las dársenas del Port de Barcelona, todo ello basado en el análisis de vídeo de las cámaras 5G instaladas alrededor de la zona portuaria.

El proyecto fue presentado el lunes 16 de noviembre de 2020 por Jordi Puigneró, Consejero de Política Digital y Administraciones Públicas de la Generalitat de Catalunya; Mercè Conesa, Presidenta del Port de Barcelona; Marc Estapé, Director de IBM Cataluña y Baleares; Vodafone en Laura Molist, Directora Regional de Cataluña y Aragón; Eduard Martín, Director de Proyectos 5G Mobile World Capital Barcelona y CEO de 5G Barcelona ; y Vicente Zhong, Director Regional de Huawei España para el Norte y el Este.

Un despliegue técnico pionero

La solución técnica incluye los siguientes aspectos:

1) Modelo de inteligencia artificial: IBM Maximo Visual Insights, creado por IBM y entrenado en IBM Cloud, para identificar buques además de sus proas y popas.

2) Dos juegos de cámaras de alto rendimiento y un terminal Huawei 5G ubicado en el puerto para captar en tiempo real la llegada de los buques.

3) Comunicación ultrarrápida y de baja latencia proporcionada por la red comercial 5G de Vodafone, transmitiendo imágenes a un servidor donde se ejecutan modelos de inteligencia artificial (IA) para reconocer e interpretar las imágenes recibidas.

El modelo de inteligencia artificial(IA) se distribuye a un servidor ubicado en la torre de control del puerto utilizando la tecnología informática de edge computing de IBM (IBM Edge Application).

Luego, un algoritmo de geolocalización convierte los píxeles de la imagen en coordenadas geográficas de latitud y longitud. Finalmente, estos datos de geolocalización se integran con los demás sistemas del puerto. El resultado es una información más precisa del Puerto de Barcelona y, además, una visión en tiempo real de la posición de los buques.

5G BARCELONA

5G Barcelona es una iniciativa de colaboración público-privada para posicionar Barcelona y Cataluña como un entorno innovador y abierto para la validación y adopción de tecnologías y aplicaciones 5G en entornos reales.

El programa creará sinergias dentro del ecosistema 5G y proporcionará una infraestructura experimental para probar, crear prototipos e implementar nuevas soluciones digitales. 5G Barcelona espera estimular y consolidar las innovaciones existentes en Barcelona y Cataluña, ayudar a atraer inversión extranjera, promover el desarrollo de nuevas empresas tecnológicas y dar forma a industrias enteras en torno a la tecnología 5G.

La iniciativa está impulsada por la Generalitat de Catalunya, el Ayuntamiento de Barcelona, World Mobile Capital Barcelona, Fundació i2CAT, CTTC, Atos y la UPC. [12]



Ilustración 9. Representantes empresas integrantes en el 5G Barcelona. Fuente: [12]

7. Otras aplicaciones

7.1. Sector automovilístico

En lo relacionado al sector automovilístico las nuevas tecnologías son una pieza fundamental en su transformación hacia el futuro, por lo que, la nueva red tecnológica de quinta generación (5G) está haciendo que este sector sufra muchos cambios gracias a sus avances tecnológicos.

En el caso concreto de España, nuestras plantas de producción se encuentran entre las más eficientes y automatizadas de Europa, con 1.000 robots industriales por cada 10.000 empleados. En los últimos años más del 80% de los vehículos fabricados en España se han exportado a más de 100 países. Y es que el sector de la automoción en España representa el 10% del PIB (Producto interior bruto) y el 18% del total de las exportaciones españolas.

Por otro lado, Microsoft pronostica que para el año 2025 el 100% de los vehículos nuevos estarán conectados y en el 2030 habrá un 15% de vehículos autónomos.

Una de las mayores implicaciones del 5G es su capacidad para proporcionar la conectividad de alta velocidad necesaria para impulsar los vehículos autónomos. El 5G permite que los coches se comuniquen entre sí, informando de su posición, velocidad e intención direccional. Una comunicación rápida y eficaz entre vehículos (V2V) será vital para que los vehículos autónomos o semiautónomos puedan circular por las carreteras en el futuro.

Las comunicaciones V2V también podrán utilizarse para mejorar la seguridad vial de los vehículos conducidos por personas. [13]

Ventajas del 5G en la automoción

Esa menor latencia y la mayor velocidad de transmisión de datos va a revolucionar la automoción. La interconexión entre vehículos, ciudades, carreteras, señales de tráfico y transeúntes supondrá una enorme mejora para la conducción. Desde la reducción de accidentes de tráfico hasta el esperado desembarco de los vehículos autónomos. Las posibilidades de comunicación son varias:

- **Vehículo a Vehículo (V2V).** Es la manera en que los coches van a hablar entre sí para advertir de las diferentes amenazas. Lanzarán alertas de accidentes, retenciones, estado de la carretera o meteorología para poder ofrecer, por ejemplo, rutas alternativas.
- **Vehículo a Infraestructura (V2I).** Al igual que con otros vehículos, también se intercambiará información con las infraestructuras, ya sea la propia carretera, los semáforos o los aparcamientos.

- **Vehículo a Dispositivo (V2D).** El vehículo se puede conectar con cualquier dispositivo.
- **Vehículo a Todo (V2X).** Esta tecnología es el compendio de todas las anteriores y será la base de la futura conectividad para la conducción autónoma. En el futuro y gracias al internet de las cosas, los vehículos estarán interconectados con todo, desde la farola de la calle a los dispositivos portátiles de los conductores. Pero para que todo esto sea posible y el automóvil reciba la información del entorno urbano, es necesario que este esté integrado en una ciudad inteligente o smart city, provista de cámaras, sensores infrarrojos y señales luminosas para así obtener toda la información necesaria del entorno.

Además de las nuevas posibilidades de comunicación hay más ventajas de esta nueva tecnología:

Desarrollo de coches autónomos. Esta es una de las principales ventajas de la integración del 5G a este sector, como consecuencia de una mayor velocidad de conexión y, por tanto, mayor precisión de respuesta y anticipación a posibles imprevistos traerá consigo menos atascos de tráfico, disminución de los accidentes de tráfico, mayor precisión a la hora de realizar un trayecto, gracias a que procesa una gran cantidad de datos mediante sensores, radares y cámaras.

Mayor aprovechamiento de las aplicaciones multimedia de los vehículos. Además, gracias al mayor ancho de banda que va a suponer el Vehicle-to-Network o V2N, va a permitir un mayor disfrute de las aplicaciones multimedia que incorporan los vehículos.

Menor tiempo de respuesta del servidor. Otra ventaja es la propia latencia, que al ser menor el tiempo que tarda un mensaje en ir al servidor y regresar, va a facilitar el desarrollo de aplicaciones en tiempo real.

Comunicación directa entre los usuarios. Sin necesidad de habilitar una infraestructura de red, este tipo de comunicación aportará generalizar el uso de servicios C-ITS. Entre las funciones de estos servicios destacan la Protección a Usuarios Vulnerables, el Cambio Cooperativo de Carril o el Asistente para Intersecciones. Esto podría evitar cerca de 29.000 muertes y 275.000 heridos por accidentes de tráfico de aquí a veinte años, tan solo en la Unión Europea.

Mejor reparto de los recursos. Hasta ahora con el 4G los diferentes dispositivos compiten entre sí y cuando el medio se satura empiezan a fallar las conexiones. Para solucionar este problema se recurría a incrementar la capacidad de la red, pero esto no es eficiente. El 5G permite reservar recursos para cada una de las aplicaciones. Así unas aplicaciones no interferirán con otras.

Desventajas del 5G

No obstante, hay que tener presente que la tecnología 5G en este sector presenta una serie de inconvenientes también:

Pérdida de privacidad. Debido a que tanto la actividad del vehículo como la comunicación de los dispositivos del usuario con el coche quedarán registradas. Toda esta información puede ser aprovechada por terceros.

Pérdida de puestos de trabajo. Al permitir una mayor autonomía de los vehículos, cabe la posibilidad de que se pierdan puestos de conductores, tanto de transporte de pasajeros como de mercancías. [14] [15] [16]

7.2. Sector aéreo

7.2.1. Problemas en la implantación del 5G en Estados Unidos

Decenas de vuelos de todo el mundo a EE. UU. fueron cancelados para evitar posibles problemas con las nuevas redes móviles 5G lanzadas el 20 de Enero de 2022 por los gigantes estadounidenses de telecomunicaciones Verizon y AT&T.

Si bien las compañías acordaron en el último momento retrasar el encendido de algunas torres cercanas al aeropuerto, el tráfico aéreo se vio penalizado ya que las aerolíneas temían que algunos de los instrumentos que utilizan para la navegación se vieran afectados por las nuevas frecuencias utilizadas por los operadores.

En este sentido, compañías como Emirates, Air India, Lufthansa, British Airways o Japan Airlines han anunciado cancelaciones o cambios de vuelos a Estados Unidos.

Bajo la presión de las autoridades estadounidenses, Verizon y AT&T han decidido hacer cambios, acordando retrasar la puesta en marcha de algunas de sus torres.

El acuerdo se produce después de que la industria de la aviación advirtiera que poner en funcionamiento 5G podría tener consecuencias ``catastróficas`` para sus operaciones.

La nueva banda de frecuencia entre 3,7 y 3,8 gigahercios (GHz), el llamado espectro de banda C, brindará a las redes una mayor cobertura geográfica y señales más rápidas, lo que podría dejar ``inutilizables`` muchos sistemas de seguridad de las aeronaves, según las aerolíneas.

En particular, a las aerolíneas y fabricantes de aviones como Airbus y Boeing les preocupa que las nuevas señales 5G puedan interferir con los radioaltímetros de los aviones,

que miden la distancia entre los aviones y el suelo, y los sistemas de datos que ayudan a los aviones a aterrizar.

Una Situación insostenible para las compañías aéreas

En un comunicado, el presidente de Emirates, Tim Clark, calificó la situación como una de las más ``negligentes y absolutamente irresponsables`` que ha visto en su carrera en la aviación. Clark dijo que su compañía no estaba al tanto de algunos problemas potenciales de esta nueva tecnología.

Continúo explicando que no sabían si la potencia de las antenas en los EE. UU. se había duplicado en comparación con otros lugares. No sabían tampoco si las antenas estaban colocadas en posición vertical en lugar de estar ligeramente inclinadas``, y señaló que esta combinación afecta no solo al radioaltímetro sino también al sistema de control de vuelo conocido como ``fly by wire``.

Además , con esta información en mente, confirmo que Emirates decidió suspender los servicios a los aeropuertos involucrados con este problema hasta mayor claridad después de los sucesos acontecidos.

Una tecnología como pieza fundamental

Si bien se han implementado redes 5G similares en otros países sin ningún problema, en los EE. UU. el problema ha provocado una reacción violenta entre las aerolíneas y las empresas de telecomunicaciones, que habían sido aprobadas por las autoridades para que actuaran y que defienden que las nuevas frecuencias no interferirán con las aeronaves.

Verizon, líder en la telefonía móvil de los Estados Unidos, afirmó que la Administración Federal de Aviación (FAA) y las aerolíneas aún no han descubierto cómo navegar 5G en los aeropuertos, a pesar de que es seguro y está completamente operativo en más de 40 países.

Tanto la empresa Verizon como su rival AT&T han gastado miles de millones de dólares para licenciar e implementar la nueva tecnología, que proporciona velocidades de transferencia de datos mucho más rápidas que las que se utilizan actualmente.

Verizon realizó un comunicado donde los ciudadanos estadounidenses han estado reclamando el lanzamiento del servicio 5G, donde confirmaron que lo lanzarán.

Verizon espera que 90 millones de personas usen su red 5G en las principales ciudades del país en Enero de 2022, mientras que AT&T planea cubrir hasta 75 millones de clientes para final de año. [17]

7.2.2. Noticia sobre el despliegue en el sector aéreo de la red 5G en Europa

Las principales aerolíneas internacionales están cancelando vuelos a Estados Unidos en medio de preocupaciones en la industria de la aviación de que la tecnología 5G podría interferir con instrumentos críticos a bordo.

Pero las cosas siguen como siempre en Europa, donde la última generación de redes móviles de alta velocidad se está desplegando sin problemas.

La Agencia de Seguridad Aérea de la Unión Europea (EASA, por sus siglas en inglés) ha hecho un comunicado donde expresaron que los datos técnicos recibidos actualmente de los fabricantes de la UE no proporcionan evidencia concluyente de las preocupaciones de seguridad actuales.

El regulador agregó que algunos aviones comerciales fueron autorizados para aterrizajes de baja visibilidad después de las advertencias de que las redes 5G podrían interferir con los instrumentos, y que en este momento, la EASA no tiene conocimiento de ningún evento en servicio causado por la interferencia 5G, organismo que supervisa la aviación civil en 31 países europeos.

La situación es muy similar en el Reino Unido, donde la Autoridad de Aviación Civil emitió un aviso de seguridad, diciendo que no hay casos confirmados de interferencia 5G que causen un mal funcionamiento o un comportamiento inesperado de los sistemas de las aeronaves.

La falta de alertas en Europa contrasta con la situación en Estados Unidos, donde las aerolíneas han advertido de desastrosas consecuencias aeronáuticas y económicas si se amplían los servicios móviles 5G ultrarrápidos sin garantías adicionales. Las aerolíneas estadounidenses y los reguladores de aviación advirtieron que las antenas celulares 5G cerca de los aeropuertos podrían distorsionar las lecturas del altímetro de radar para indicar a los pilotos a qué distancia están del suelo.

La Asociación Internacional de Transporte Aéreo (IATA) y la Federación Internacional de Asociaciones de Pilotos de Líneas Aéreas (IFALPA) afirmaron en 2020 que cualquier falla o interrupción del radar altímetro podría tener consecuencias catastróficas, que podrían provocar la muerte de muchas personas.

¿Por qué existe un problema potencial en EE. UU, pero no en Europa? La diferencia está en los detalles técnicos. US Mobile Phone Corporation está implementando servicios 5G en el espectro de ondas de radio entre 3,7 y 3,98 GHz. Las empresas pagaron al gobierno de EE. UU. \$ 81 mil millones en 2021 por los derechos de uso de estas frecuencias, conocidas como banda C. Pero en Europa, los servicios 5G usan el rango más lento de 3,4 a 3,8 GHz.

A la industria de la aviación le preocupa que el servicio 5G en los EE. UU. esté demasiado cerca del espectro utilizado por los altímetros de radar, entre 4,2 y 4,4 GHz. Según expertos de la industria, Europa no se enfrentará al mismo riesgo porque la barrera es mucho mayor entre el espectro utilizado por altímetros de radar y el 5G.

La IATA e IFALPA realizaron un comunicado donde explicaron que si no se mitiga adecuadamente, este riesgo podría tener implicaciones generalizadas para las operaciones de aviación en los EE. UU. y otras regiones donde las redes 5G se implementan cerca de la banda 4.2A 4.4 GHz.

Francia como ejemplo

Hay diferencias en cómo se implementan las redes 5G, según la Administración Federal de Aviación (FAA), algunos países están utilizando niveles de potencia más bajos, limitando la colocación de antenas 5G cerca de los aeropuertos y requiriendo que se inclinen hacia abajo para limitar la posible interferencia con las aeronaves.

En Francia, los operadores de telecomunicaciones como AT&T y Verizon citan ejemplos de cómo el 5G y la aviación pueden trabajar juntos sin problemas, con la altura y la intensidad de la señal de las antenas 5G determinando la distancia permitida en las pistas de aterrizaje y a la trayectoria de vuelo de una aeronave, según una nota técnica de la Agencia Nacional Francesa de Frecuencias (ANFR).

El director de planificación y asuntos internacionales de la agencia, Eric Fournier, ha comunicado que las antenas en 17 aeropuertos franceses importantes también deben inclinarse respecto de la ruta de vuelo para minimizar el riesgo de interferencia.

Además la Autoridad de Aviación Civil de Francia explico que al principio, eran bastante protectores porque no sabían mucho sobre la verdad del problema. Siendo tajantes en que los operadores franceses no han registrado ningún caso de tecnología 5G que interfiera con los altímetros de los aviones.

La FAA estaba tan preocupada por la posible interferencia del altímetro que emitió una orden de emergencia en diciembre de 2021 prohibiendo a los pilotos usar altímetros potencialmente comprometidos alrededor de los aeropuertos en condiciones de poca visibilidad. La regla podría evitar que los aviones lleguen a ciertos aeropuertos bajo ciertas circunstancias, porque los pilotos no pueden aterrizar utilizando solo los instrumentos. [18]

8. Conclusiones sobre la tecnología 5G

-La quinta generación (5G) de tecnología móvil o redes-móviles, dadas sus extraordinarias características adelanta y potencia la materialización del denominado internet de las cosas, IoT y constituye parte fundamental de la transformación de negocios inteligentes en distintos sectores.

-Entre los sectores que se beneficiarán a gran escala de la tecnología 5G, destaca el sector marítimo y portuario mundial, que tiene en esta nueva generación de redes, una pieza elemental para la automatización y modernización de sus operaciones.

-El despliegue del 5G, representa un cambio disruptivo que plantea un gran desafío a cientos de organizaciones y empresas que podrán verse forzadas o comprometidas a sumarse y adaptarse a esta nueva tecnología o asumir el riesgo de quedarse rezagadas.

-La tecnología constituye una pieza clave en la transformación y adaptación de los puertos a los retos de la digitalización y a las nuevas exigencias derivadas del comercio mundial, y su consideración como Smart Ports (puertos inteligentes).

-El despliegue y uso de la tecnología 5G, está en desarrollo, mientras es probada en algunos países y sectores industriales. Las disputas comerciales entre los Estados Unidos (EE.UU.) y China, en relación con esta tecnología, ha disminuido el empuje para su establecimiento a nivel mundial.

-La creación de nuevas prestaciones, la materialización del IoT y la recopilación, manejo y transmisión de datos aumentará y se potenciará en gran manera, y con ello la aparición de nuevos riesgos cibernéticos frente a los cuales deben plantearse nuevas medidas, prácticas y protocolos de ciberseguridad.

-El posible uso arbitrario o con fines ilegítimos de la tecnología 5G por parte de cualquier autoridad o entes de gobierno a nivel mundial, deberá ser denunciado y advertido, especialmente, en la medida que atente contra la humanidad o poblaciones en particular.

-A diferencia de Europa, el despliegue del 5G en algunos países latinoamericanos, incluyendo Venezuela y a excepción de Brasil, Colombia y Chile, se concretará a medio nivel en unos años, considerando las particularidades y condiciones socioeconómicas y de orden político que predominan en estas regiones.

-Se estima que el uso de las redes celulares 5G, no representa un riesgo para la salud, no obstante, tanto las denominadas ondas milimétricas como el uso del espectro radioeléctrico para su explotación, debe ser monitoreado por las autoridades reguladoras y competentes en la materia, quienes en definitiva deben garantizar la seguridad de esta tecnología.

9. Conclusions about 5G technology

-Owing to the extraordinary characteristics, advances of the fifth generation (5G) of mobile technology or mobile networks, it advances and enhances the materialization of the so-called internet of things, IoT and it is a fundamental part of the transformation of intelligent businesses in different sectors.

-Among all the sectors benefited on a large scale from 5G technology, the global maritime and port sector stands out, which has in this new generation of networks, an elementary piece for the automation and modernization of its operations.

-The deployment of 5G represents a disruptive change that is raised a great challenge to hundreds of organizations and companies that may be forced or committed to join and adapt to this new technology or to assume the risk of being left behind.

-Technology is a key piece in the transformation and adaptation of ports to the challenges of digitalization and the new demands derived from world trade, and their consideration as Smart Ports.

-The deployment and use of 5G technology is under development, while it is being tested in some countries and industrial sectors. Trade disputes between the United States (US) and China, in relation to this technology, has decreased the thrust for its establishment globally.

-The creation of new features, the materialization of the IoT and the collection, management and transmission of data will increase and will be greatly enhanced, and with it, the appearance of new cyber risks against which new cybersecurity measures, practices and protocols must be considered.

-The possible arbitrary or for illegitimate purposes use of 5G technology by any authority or government entities worldwide level, must be denounced and warned, especially, to the extent that it attempts humanity or populations in particular.

-Unlike Europe, the deployment of 5G in some Latin American countries, including Venezuela and with the exception of Brazil, Colombia and Chile, will take place at a medium level in a few years, considering the particularities and socioeconomic and political conditions that predominate in these regions.

-It is estimated that the use of 5G mobile networks does not represent a risk to health, however, both the so-called millimeter waves as the use of the radio spectrum for its exploitation, must be monitored by the regulatory and competent authorities in the matter, who ultimately must guarantee the safety of this technology.

10. Bibliografía

- [1] G. G. Mendoza, «Los puertos marítimos y la tecnología 5G artículo de SOV consultores,» [En línea]. Available: <https://sovconsultores.com.ve/puertos-maritimos-y-tecnologia-5g/>.
- [2] I. G. e. c. c. e. i. C. Cedeño, «Antenas 5G Cinconoticias,» 26 Febrero 2022. [En línea]. Available: <https://www.cinconoticias.com/antenas-5g-peligros/>.
- [3] S. Technology, «World Energy Trade,» 13 Octubre 2020. [En línea]. Available: <https://www.worldenergytrade.com/logistica/transporte/europa-duplicara-la-tecnologia-5g-en-el-transporte-maritimo>.
- [4] «Blog nPerf,» [En línea]. Available: <https://www.nperf.com/es/map/5g>.
- [5] J. R. D. Hernández, «Puente de Mando,» 15 Noviembre 2021. [En línea]. Available: <https://www.puentedemando.com/5g-un-turbo-para-los-puertos/>.
- [6] PierNext, «PierNext innovation by Port de Barcelona,» 23 Septiembre 2020. [En línea]. Available: <https://piernext.portdebarcelona.cat/tecnologia/el-5g-acelerara-la-digitalizacion-de-los-puertos/>.
- [7] B. Guerra, «El blog de Logística,» 4 Noviembre 2021. [En línea]. Available: <https://blogs.cdecomunicacion.es/logistica/beatrizguerra/2021/11/04/5g-terminales-puertos/>.
- [8] «Interempresas Canales Intersectoriales,» 16 Diciembre 2021. [En línea]. Available: <https://www.interempresas.net/Puertos-transporte-maritimo/Articulos/374866-Telefonica-y-NTT-Data-llevar-el-5G-para-incrementar-la-seguridad-del-Puerto-de-Malaga.html>.
- [9] J. R. D. Hernández, «Puente de Mando,» 12 Junio 2020. [En línea]. Available: <https://www.puentedemando.com/aceleracion-de-la-digitalizacion-en-los-smart-containers/>.
- [10] «Cadena de Suministro CDS,» 22 Enero 2021. [En línea]. Available: <https://www.cadenadesuministro.es/noticias/5g-impulso-definitivo-para-el-control-a-tiempo-real-de-la-gestion-logistica/>.

- [11] «El Canal Marítimo y Logístico,» 29 Noviembre 2021. [En línea]. Available: <https://www.diarioelcanal.com/el-puerto-de-huelva-implementa-5g-para-la-gestion-de-las-mercancias/>.
- [12] «Revista del sector marítimo Ingeniería Naval,» 19 Noviembre 2020. [En línea]. Available: <https://sectormaritimo.es/el-puerto-de-barcelona-prueba-5g-maritime>.
- [13] Lewis, «Team lewis,» 17 Agosto 2021. [En línea]. Available: <https://www.teamlewis.com/es/revista/tendencias-tecnologia-automovil/>.
- [14] R. Pérez, «EL PAIS Motor,» 27 Abril 2022. [En línea]. Available: <https://motor.elpais.com/tecnologia/que-aporta-tecnologia-5g-a-los-automoviles/>.
- [15] R. Finders, «Renting Finders,» [En línea]. Available: <https://rentingfinders.com/blog/tecnologia/cambios-coches-tecnologia-5g/>.
- [16] Wikidriver, «Wikidriver,» 2 Abril 2022. [En línea]. Available: <https://www.wikidriver.es/innovacion-tecnologia/coches-inteligentes-5-g/>.
- [17] «El Economista.es,» 20 Enero 2022. [En línea]. Available: <https://www.eleconomista.es/empresas-finanzas/noticias/11574792/01/22/La-5G-pone-en-guerra-a-las-aerolineas-y-las-operadoras-Puede-tener-consecuencias-catastroficas.html>.
- [18] J. A. Charles Riley, «CNN Español,» 19 Enero 2022. [En línea]. Available: <https://cnnespanol.cnn.com/2022/01/19/europa-red-5g-interferencia-aviacion-trax/>.

Permiso de divulgación del Trabajo Final de Grado

El alumno **Aníbal Díaz Afonso**, autor del trabajo final de Grado titulado “**La tecnología 5G en el sector marítimo**”, y tutorizado por el/los profesor/es **Angela Hernández López**, a través del acto de presentación de este documento de forma oficial para su evaluación (registro en la plataforma de TFG), manifiesta que **NO PERMITE** (Elimínese la que no corresponda, y el contenido de este paréntesis) la divulgación de este trabajo, una vez sea evaluado, y siempre con el consentimiento de su/s tutor/es, por parte de la Escuela Politécnica Superior de Ingeniería, del Departamento de Ingeniería Civil, Náutica y Marítima de la Universidad de La Laguna, para que pueda ser consultado y referenciado por cualquier persona que así lo estime oportuno en un futuro.

Esta divulgación será realizada siempre que ambos, alumno y tutor/es del Trabajo Final de Grado, den su aprobación. Esta hoja supone el consentimiento por parte del alumno, mientras que el profesor, si así lo desea, lo hará constar en futuras reuniones, una vez finalizado el proceso de evaluación del mismo.

Nota: Este documento será obligatorio presentarlo como última hoja del documento final del TFG