

# Redes 5G desde el Estado al Arte

## 5G Networks from the State to the Art

*Carlos Peliza*<sup>(1)</sup>, *Fernando Dufour*<sup>(2)</sup>, *Ariel Serra*<sup>(3)</sup>

<sup>(1)</sup>Departamento de Ingeniería e Investigaciones Tecnológicas – Universidad Nacional de La Matanza

<https://orcid.org/0000-0002-2901-185X>

Correo electrónico [cpeliza@unlam.edu.ar](mailto:cpeliza@unlam.edu.ar)

<sup>(2)</sup> Departamento de Ingeniería e Investigaciones Tecnológicas – Universidad Nacional de La Matanza

Correo electrónico [fdufour@unlam.edu.ar](mailto:fdufour@unlam.edu.ar)

<sup>(3)</sup> Departamento de Ingeniería e Investigaciones Tecnológicas – Universidad Nacional de La Matanza

Correo electrónico [aserra@unlam.edu.ar](mailto:aserra@unlam.edu.ar)

La virtualización de las funciones de red (NFV) es un enfoque de red propuesto por ETSI (European Telecommunications Standards Institute) –cuyas ideas fundacionales están originadas en el mundo IT y su S.D.N.-, que permite la sustitución de dispositivos de hardware específico, tales como routers, firewalls y equilibradores de carga entre otros equipamientos, por dispositivos basados en software que se ejecutan como máquinas virtuales en servidores estándares de la industria.

NFV desacopla las funciones de la red de dispositivos de hardware dedicados y las traslada a uno o varios servidores virtuales, que pueden cumplir múltiples funciones en un único servidor físico y los mencionados equipos virtualizados pueden estar ubicados en centros de datos, nodos de red o en la casa del usuario final. Sin embargo, en Telecomunicaciones - que es una industria de uso de capital intensivo- el pasaje de redes basadas en hardware a redes basadas en software, parece tener apariencia traumática. Más allá de los conocidos problemas de implantación de una nueva tecnología (desconocimiento, fallos en la interoperabilidad, etc.), el camino elegido para pasar de 4G a 5G parece más difícil y costoso, que lo que hubiera ocurrido con el camino tradicional.

En este artículo, mencionaremos el camino tradicional y describiremos el camino elegido para el pasaje de redes móviles de 4G a 5G de manera tal que se hará evidente el estado actual de las redes móviles 5G en nuestro país.

### **Abstract:**

Virtualization of network functions (NFV) is a network approach proposed by ETSI (European Telecommunications Standards Institute) - whose foundational ideas originate in the IT world and its SDN -, which allows the replacement of specific hardware devices, such as routers, firewalls and load balancers among other equipment, for software-based devices that run as virtual machines on industry standard servers.

NFV decouples the network functions of dedicated hardware devices and transfers them to one or more virtual servers, which can perform multiple functions on a single physical server and the mentioned virtualized computers, can be located in data centers, network nodes or in the end user's home.

However, in Telecommunications - which is an industry of intensive capital use - the passage of hardware-based networks to software-based networks seems to be traumatic. Beyond the known problems of implementing a new technology (unfamiliarity, interoperability failures, etc.), the path chosen to move from 4G to 5G seems more difficult and expensive, than what would have happened with the traditional path.

In this article, we will mention the traditional path and describe the path chosen for the passage of 4G to 5G mobile networks in such a way that the current status of 5G mobile networks in our country will become evident.

**Palabras Clave:** *Telecomunicaciones, Virtualización, Espectro radioeléctrico*

**Key Words:** *Telecommunications, Virtualization, Radio spectrum*

**Colaboradores:** *Gustavo Micieli*

## **I. CONTEXTO**

En el mundo, las telecomunicaciones ocupan un lugar destacado dentro de la industria 4.0 o cuarta revolución industrial [1].

Particularmente, las necesidades de conectividad, velocidad, latencia reducida y alta disponibilidad, hacen que las empresas de telecomunicaciones de todo el mundo se vean en una carrera de avance constante, que además, necesita de inversiones cada vez mayores con tiempos de retorno de inversión largos (situación que no resulta de agrado a los potenciales inversores).

## II. INTRODUCCIÓN

En el año 2012, durante el Congreso “SDN and OpenFlow World Congress” del mes de Octubre en Darmstadt, Alemania fue presentado el whitepaper “Network Functions Virtualization” con el objetivo de describir los beneficios, habilitadores y desafíos para la virtualización de funciones de red y como justificación para fomentar una colaboración internacional que acelerara el desarrollo y despliegue de soluciones interoperables para servidores de alto volumen, basadas en estándares.

Mientras que en Diciembre de 2017, el 3rd Generation Partnership Program (3GPP) aprobó las especificaciones de Nueva Radio 5G No Autónoma (NSA 5G NR, o Non Stand Alone 5G New Radio) que se apoyará en las redes existentes 4G LTE.

Este primer hito contribuiría a acelerar la llegada de una quinta generación (5G) de tecnologías móviles estandarizadas, según se explicaba en ese año.

En resumen, en 2017, aprobó una división en cuanto a desarrollo de la red móvil, basada en modificar el Core<sup>1</sup> o el acceso. De esta manera, el aporte de capital realizado para las redes 4G no se vería afectado por el avance hacia la quinta generación.

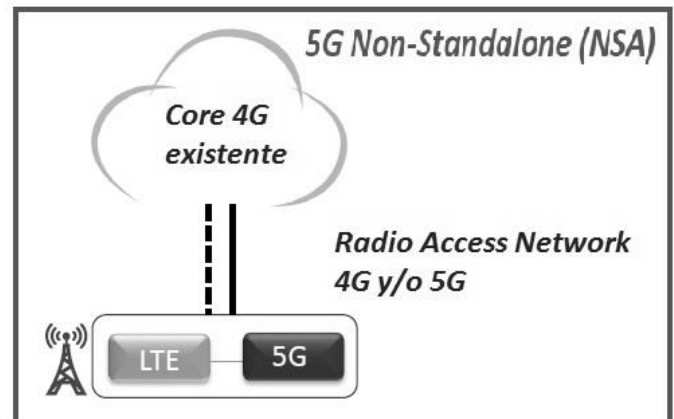


Fig. 1 Esquema de coexistencia 4G y 5G

De igual manera, pero en diciembre de 2018 se aprobaron los estándares para 5G Stand Alone, es decir redes de quinta generación que usaran redes de Core 5G o virtualizadas [2].

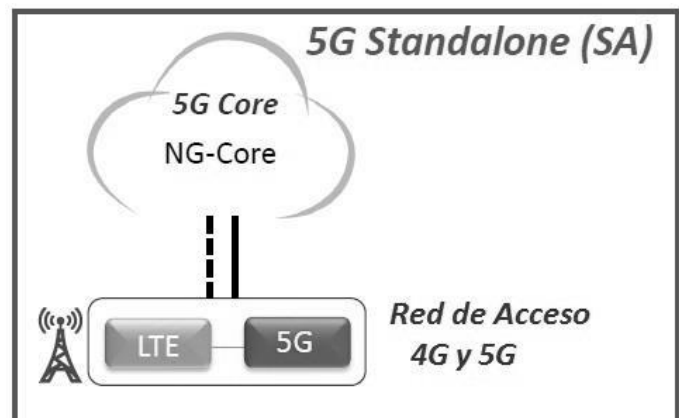


Fig. 2 Esquema 5G con Core N.F.V.

Sintetizando, las redes 4G y 5G coexistirían durante un largo tiempo-el que transcurriría entre el desarrollo del

<sup>1</sup> Core o Corazón de la red: Es la parte de la red dedicada a reconocer el equipo de usuario y conectar las llamadas entre usuarios, la facturación, etc.

acceso de radio de 5G y la depuración funcional de un corazón 5G virtualizado-.

¿Cuánto falta para que disfrutemos de los beneficios de 5G? ¿Cuáles son esos beneficios? ¿Cuál es el estado actual? ¿Quién lleva la delantera en 5G y por qué?

### III. PRESENTANDO LA QUINTA GENERACION

En principio destacaremos cuales son las ventajas comparativas de 5G:

- Una tasa de datos de hasta 10Gbps - > de 10 a 100 veces mejor que las redes 4G.
- Latencia de 1 milisegundo
- Hasta 100 dispositivos más conectados por unidad de área (en comparación con las redes 4G LTE)
- Disponibilidad del 99.999%
- 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.

El análisis de los 6 puntos previos, nos permitirá conocer hacia qué sector se orienta la necesidad que 5G pretende solucionar e investigar la forma que tendrá para lograrlo.

#### A. Tasa de datos

La elevada tasa de datos beneficia al sector de video en dispositivos móviles, mejorando la relación entre usuarios y red, ya que permitirá la descarga de películas o la visualización mediante plataformas con una calidad mucho mayor.

La forma en que pretende lograrlo está basada en tres pilares:

Multiplicidad de antenas (MIMO Masivo), agregación de portadoras y mayor espectro radioeléctrico.

La investigación realizada hasta el momento en el área de MIMO Masivo indica que el contar con una gran cantidad de antenas en la estación base ofrece beneficios tales como: mayor eficiencia espectral y aumento en la capacidad del sistema y en las velocidades de datos a los usuarios (Larsson, Edfors, Tufvesson, & Marzetta, 2014) [3]

La agregación de portadoras es un caso analizado y cuyas pruebas conceptuales y de laboratorio pueden hallarse en las memorias del Quinto Congreso Argentino de la Interacción-Persona Computadora, Telecomunicaciones, Informática e Información Científica [4].

El tercer pilar de la tasa de datos, es quizás, uno de los más escabrosos ítems por su capacidad de demora en el avance de 5G. A nadie escapa que el espectro radioeléctrico es escaso y debe ser regulado. Regulación y disponibilidad son situaciones se resuelven de manera costosa y lenta y dependen en gran medida de cada país y sus intereses.-este punto será retomado posteriormente en el análisis de Corea-.

#### B. Latencia

Este particular ítem, definido como la suma de retardos temporales dentro de una red, apunta a cubrir las necesidades de múltiples propósitos, sin duda un caso destacado que podría aprovechar la reducción de latencia es el auto no tripulado o autónomo.

La manera para reducir la latencia, se halla en la virtualización de los equipos que conforman el corazón de la red.

Sobre la latencia y el futuro del auto pueden hallarse prospectivas para nuestro país en las memorias del

Octavo Congreso Argentino de la Interacción-Persona Computador@, Telecomunicaciones, Informática e Información Científica-IPCTIIC 2019 [5].

C. *Cantidad de dispositivos conectados, Energía, Batería, Disponibilidad.*

El conjunto de 4 ítems restantes se orientan específicamente a soluciones para la industria y el Internet de las Cosas, donde las ciudades inteligentes pueden hacer una diferencia respecto a las políticas ambientales, dando impulso a 5G.

**IV. COREA: UN ADELANTADO**

No transcurre una semana de tiempo sin que las noticias tecnológicas se vean revolucionadas con algún tipo de avance en 5G de parte de Corea del Sur. Empresas como Anycall, Cyon, KT Corporation, LG, Pantech Curitel, SK Telecom, Samsung, SK Teletech, Sky Electronics, VK Mobile suelen aparecer en las noticias, presentando avances en distintas áreas de las redes móviles de quinta generación.

Sin duda alguna, las novedades informadas, guardan relación directa con el impulso gubernamental a esta tecnología móvil, y la razón de tal impulso es que, como principal proveedor de teléfonos móviles del mundo, quedarse fuera de este desarrollo, para Corea, puede significar una devastadora crisis económica.

Por el contrario, ser pionero en el área, le va a permitir años de I+D que reeditarán en beneficios económicos para todo el país. [6].

En resumen, Corea del Sur es líder en redes quinta generación y el dispositivos móviles de usuario, es el

único país con casi 100% de cobertura 5G y va camino a liderar el segmento IoT.



Fig. 3 Patentes sobre 5G

La figura superior es una clara muestra de lo antedicho, las empresas coreanas lideran el segmento 5G. en cuanto a desarrollo de patentes de la tecnología mencionada.

**V. ARGENTINA: UNA CRISIS**

Las investigaciones previas<sup>2</sup>, en el campo de las redes móviles, permiten afirmar un estadio incipiente de 5G en su configuración NON STAND ALONE y las pruebas en NFV que demuestran el estado inicial para homologación, de una versión de Evolved Packet Core virtualizada. En resumen, para conformar el estado del arte, debemos utilizar el desarrollo y el tiempo de latencia de las redes 4G que son las que se hallan funcionando en este momento porque el Core de la red todavía no está virtualizado en nuestro país, y las radiobases son 5G ready (para Non Stand Alone).

El primer parámetro a considerar será la latencia, es definida por el ITU-R como “la contribución de la red de radio desde el momento en que la fuente envía un

<sup>2</sup> Investigaciones C189 “Redes LTE” y C210” NFV” de este grupo de trabajo.

paquete hasta el momento en que el destino lo recibe (expresado típicamente en ms).

El segundo parámetro a considerar será el despliegue de 4G en todo el país, porque no resulta esperable que las compañías de Telecomunicaciones prefieran recibir multas por incumplimiento de contratos estatales por despliegue de 4G, para desarrollar o desplegar 5G, sin tener un driver de negocios claramente beneficioso.

De acuerdo al reporte de OpenSignal<sup>3</sup>[7], los valores promedio de Latencia en todo el país son:

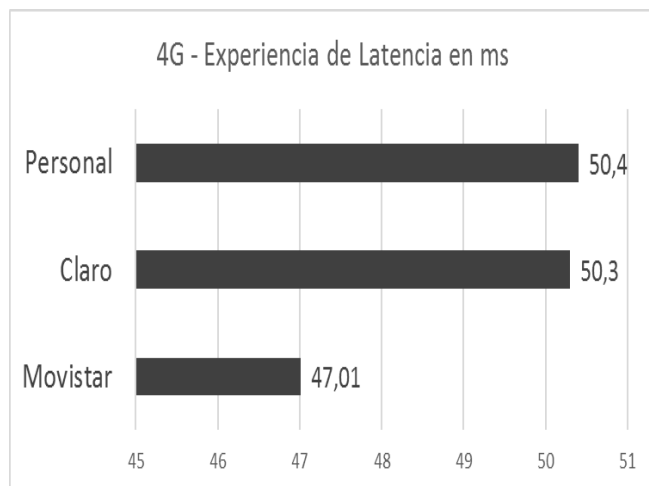


Fig. 4 Latencia en las redes de Argentina

Los índices de crecimiento publicados por ENACOM<sup>4</sup> indican que los mayores despliegues de 4G se hallan en provincia de Buenos Aires (39%) y C.A.B.A. (14%).

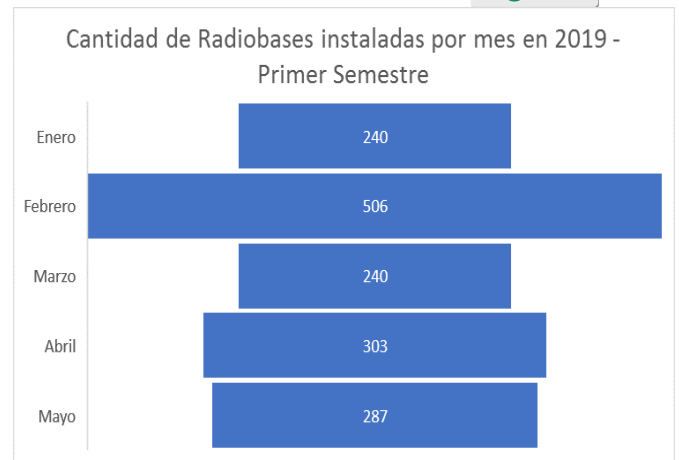


Fig. 5 Radiobases 4G primer semestre

En las “Jornadas Internacionales 2019” organizadas el 27 de septiembre de 2019, por ATVC (Asociación Argentina de TV por cable) y CAPPSSA (Cámara Argentina de Productores y Programadores de Señales Audiovisuales), Agustín Garzón, director del ENACOM describió logros de gestión: “La política de despliegue permitió que se llegue a 25.000 antenas, que redundan en más de 32 millones de argentinos conectados a 4G. Argentina es el país que más creció en despliegue de 4G el año pasado lo que nos lleva a concluir que la velocidad de despliegue para cubrir el país requerirá una enorme inversión, debilitando la inversión en 5G Stand Alone.

<sup>3</sup> Opensignal es una empresa independiente de análisis móvil especializada en cuantificar la experiencia de la red móvil.

<sup>4</sup> Ente Nacional de Comunicaciones

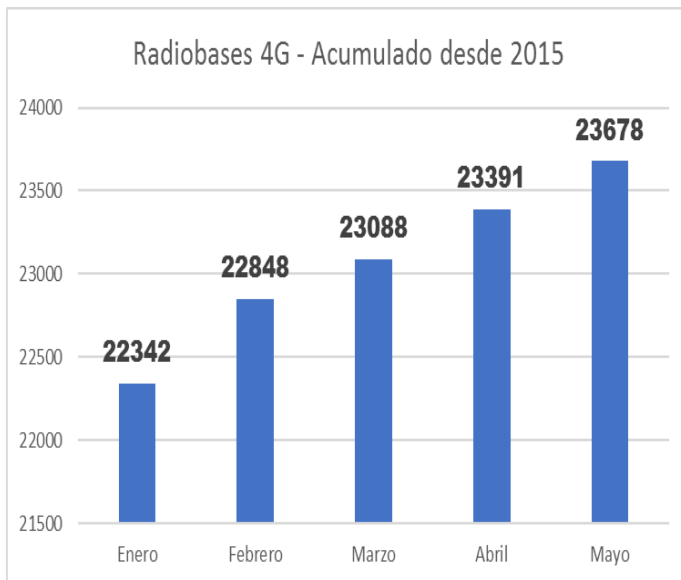


Fig. 6 Radiobases 4G país

Sin embargo, debe mencionarse que en cuanto al ítem *tasa de datos* en pruebas de Laboratorio, usando la configuración Non Stand Alone se han logrado velocidades de 926 Mbps usando 4x4 MIMO, lo que representa un potencial enorme de cara al desarrollo y despliegue de 5G.

Asimismo, no parece destacar un driver que se pueda considerar económicamente destacable, para acelerar el despliegue 5G.

## VI. EL ESPECTRO Y EL ESTADO

Según ENACOM el Espectro Radioeléctrico es un recurso natural, de carácter limitado, que constituye un bien de dominio público, sobre el cual el Estado ejerce su soberanía. El Estado es quien regula y administra el espectro radioeléctrico y quien fija las acciones del caso.

En la actualidad argentina, la asignación es exclusiva a cada operador.

Sin embargo, en algunos países de Europa, los operadores pueden subalquilar el espectro, generando un “mercado secundario”.

La conformación de un mercado secundario de espectro radioeléctrico permitiría a los operadores trocar, ceder y adquirir frecuencias entre licenciarios de servicios. Ello supondría una eficiencia en el uso.

Su implementación permite corregir eventuales casos de sub-utilización de porciones espectrales de un actor del mercado que puedan ser usadas en beneficio de otro. La cesión y compraventa de bloques de distinta especie y/o rango de frecuencias permite, asimismo, el armado de portadoras más eficientes en tamaño o por adyacencia.

Cierta experiencia internacional proclama que este mecanismo de compra venta entre operadores sólo resulta exitoso bajo acuerdo libre de partes y sin intervención regulatoria. De ser necesaria la intervención, debería ser para otorgar las autorizaciones finales en la adquisición de derechos de uso y para velar por que primen reglas claras y transparencia. Estas experiencias, dejan sin exponer que el regulador quedaría sin la posibilidad de intervenir en función de intereses superiores o antimonopólicos, por ejemplo, en el hipotético caso de una reasignación de frecuencias.

La UIT y OCDE son organismos de referencia que se han pronunciado abiertamente sobre los beneficios que conlleva la figura del “mercado secundario de espectro” en términos de innovación, desarrollo de redes, competencia, y calidad de servicios.

El hecho de obsolescencia natural de las redes legacy es de vital importancia ya que obliga a su apagado liberando frecuencias que podrían pasar a manos del regulador. Este pasaje debería ser paulatino con migraciones ordenadas (trasvase de portadoras de frecuencias y de clientes hacia la red de una generación inmediata superior).



En el caso de existir un mercado secundario, las reglas de ordenamiento quedarían a total arbitrio de los operadores, y en tanto éstos no incumplan con el plexo normativo que alcanza a las mismas: Pliego de licitación y Reglamentos de clientes, de calidad de servicio entre otros, no sería necesaria la intervención estatal. Así descrito, se pierde la oportunidad de nueva subasta de las frecuencias que se van a abandonar, es decir pérdida de ingresos en favor del estado.

La colaboración del regulador en el proceso de apagado de redes legadas u obsoletas (2G y 3G) en procura de la observancia del proceso y la eficiencia de la migración es importante y necesaria pero no suficiente, es mandatorio que el regulador asuma el control y ponga en orden las obligaciones -de cara al cliente y la sociedad toda- del prestador de servicio.

Además, dependiendo de las políticas de desarrollo imperantes, es posible que el regulador apalanque y colabore en el desarrollo del proceso de apagado, mediante acciones concretas:

- Subsidios para cambio de terminales móviles 2G o 3G a tecnologías más modernas.
- Incentivar los desarrollos locales de IoT.
- Reducción de aranceles para terminales 4G y 5G.
- No permitir la homologación de equipos que utilicen redes obsoletas

## **VII. CONCLUSIONES**

El ambicioso plan de desarrollo propuesto por los organismos de estandarización incluye el hecho que en 2020 se encuentren disponibles todas las especificaciones técnicas para lograr la implementación de una red 5G completamente funcional, aun incorporando las especificaciones de

radiofrecuencias para lograr mayor cobertura y capacidad de descarga de datos.

Países como China, Corea y Estados Unidos, avanzan en imponer los futuros estándares para esa tecnología, invirtiendo en desarrollos o mediante contratos entre el Estado y sus compañías.

Sobre la base de las ideas expuestas, es explicable la situación de las redes 5G en nuestro país utilizando dos ejes temáticos: por un lado, el económico, por la tendencia agroindustrial de los últimos años- mencionaremos en este sentido que la agroindustria va camino de IoT utilizando soluciones del tipo LoRa o Sigfox, frente a NB-IoT.

Esta última tecnología, acrónimo de Narrow Band IoT es impulsada, a nivel de estándares, por los proveedores de conectividad, y podría haber dado impulso en ese sector a las inversiones en 5G.

Aun cuando NB-IoT es la solución con mayor capilaridad para la conexión, es la que más ha demorado en su desarrollo y estandarización, perdiendo espacio frente a las otras soluciones –la razón de lo expuesto debería buscarse en los intereses en pugna-.

En el mismo orden de ideas, pero usando como eje temático las inversiones económicas requeridas, mencionaremos que las grandes empresas de Telecomunicaciones del país, aun se hallan concluyendo su comprometido proceso de inversiones en 4G, lo que no haría factible un nuevo periodo de inversión sin previo retorno.

Así las cosas, no se debería descartar un salto generacional entre 4G y 6G o alguna versión mejorada de 5G.

La historia nos demuestra que en el pasado, cuando se cambió de 3G a 4G, no hubo una adopción temprana de

la nueva tecnología, sino que se optó por saltar de 3G a LTE Advanced, la versión mejorada del inicial 4G.

En ese caso, ha primado la inversión privada por sobre el desarrollo tecnológico y se puede afirmar que trajo aparejado el beneficio de contar con una tecnología más depurada, y menos problemática en su implantación, por el solo hecho de hallarse en etapas de meseta del desarrollo.

## VII. REFERENCIAS Y BIBLIOGRAFÍA

[1] Redacción. 2019. El 5G, tecnología clave en industria 4.0. Network World. [En línea] IDG, 04 de Diciembre de 2019. [Citado el: 5 de 12 de 2019.] <https://www.networkworld.es/convergencia/el-5g-tecnologia-clave-en-industria-40>.  
[2] 3GPP. 2019. 3GPP. The Mobile Broadband Standard. [En línea] 26 de Abril de 2019. [Citado el: 5 de Diciembre de 2019.] <https://www.3gpp.org/release-15>.

[3] LARSSON, E. G., EDFORS, O., TUFVESSON, F. y MARZETTA, T. L. Massive MIMO for Next Generation Wireless Systems. In: IEEE Communications Magazine. Febrero, 2014. Vol. 52, no. 2, p. 186-195

[4] Biga D, Dufour F, Serra A, Peliza C, Micieli G, Agüero F. LTE (Long Term Evolution). In: Quinto Congreso Argentino de la Interacción-Persona Computadora, Telecomunicaciones, Informática e Información Científica, Noviembre 2016 Blue Herons. 2016. 9788896471548.

[5] Dufour F, Serra A, Peliza C, Micieli G, Agüero F. NFV aún sin 5G: Esperando al auto no tripulado. In: Octavo Congreso Argentino de la Interacción-Persona Computadora, Telecomunicaciones, Informática e Información Científica, Noviembre 2019. Blue Herons.

[6] Albert, Cuesta. 2018. Mobile World live. [En línea] 21 de Mayo de 2018. [Citado el: 05 de 12 de 2019.] <https://www.mobileworldlive.com/spanish/el-3gpp-pule-el-estandar-definitivo-de-la-5g-movil/>.

[7] Opensignal. [En línea] [Citado el: 05 de diciembre de 2019.] [www.opensignal.com/reports/2019/06/argentina/mobile-network-experience](http://www.opensignal.com/reports/2019/06/argentina/mobile-network-experience).

**Recibido:** 2019-12-16

**Aprobado:** 2019-12-26

**Hipervínculo Permanente:** <https://reddi.unlam.edu.ar>

**Datos de edición:** Vol. 4 - Nro. 2 -Art. 4

**Fecha de edición:** Formato: 2020-01-31

