



<b>Código</b>	FPI-009
<b>Objeto</b>	Guía de elaboración de Informe final de proyecto
<b>Usuario</b>	Director de proyecto de investigación
<b>Autor</b>	Secretaría de Ciencia y Tecnología de la UNLaM
<b>Versión</b>	5
<b>Vigencia</b>	03/9/2019

**Departamento Ingeniería e Investigación Tecnológica:**

**Programa de acreditación:**

**PROINCE**

**Programa de Investigación<sup>1</sup>:**

**Código del Proyecto:**

**C210**

**Título del proyecto**

**Virtualización de funciones de red**

**PIDC:**

**Elija un elemento.**

**PII:**

**Elija un elemento.**

**Director:**

**Roca, José Luis**

**Codirector:**

**Dufour, Fernando Javier**

**Integrantes:**

**Serra, Ariel Miguel**

**Peliza, Carlos**

**Mieli, Gustavo Ariel**

**Alumnos de grado: (Aclarar si tiene Beca UNLaM/CIN)**

**Agüero Guerrero, Facundo**

**Resolución Rectoral de acreditación: N° 119/19**

**Fecha de inicio:**

**1/01/2018**

**Fecha de finalización:**

**31/12/2019**

---

<sup>1</sup> Los Programas de Investigación de la UNLaM están acreditados con resolución rectoral, según lo indica la Resolución HCS N° 014/15 sobre **Lineamientos generales para el establecimiento, desarrollo y gestión de Programas de Investigación a desarrollarse en la Universidad Nacional de La Matanza**. Consultar en el departamento académico correspondiente la inscripción del proyecto en un Programa acreditado.

<b>Código</b>	FPI-009
<b>Objeto</b>	Guía de elaboración de Informe final de proyecto
<b>Usuario</b>	Director de proyecto de investigación
<b>Autor</b>	Secretaría de Ciencia y Tecnología de la UNLaM
<b>Versión</b>	5
<b>Vigencia</b>	03/9/2019



## A. Desarrollo del proyecto

Este proyecto de investigación estuvo dedicado a abordar dos aspectos. Primero introducir los conceptos fundamentales de una arquitectura con funciones de red virtualizadas (NFV), revisando para ello la normativa y bibliografía en uso, lo que nos permitió conocer las posibilidades de desarrollo y el estado de la arquitectura NFV.

La metodología que nos permitió cubrir este primer aspecto fue:

- Hacer una investigación documental del estado actual de la tecnología.
- En base a esta investigación determinamos las incompatibilidades e inconvenientes del mercado argentino.
- Se realizaron entrevistas con:
  - Especialistas del mercado.
  - Especialistas de los fabricantes de tecnologías.
  - Especialistas de laboratorios de prueba.
- Se analizaron las normas existentes asociadas a la problemática y el cumplimiento de estas por parte de los fabricantes de equipos.
- Se llevó a cabo un proceso de debate interno sobre las conclusiones individuales.
- Se buscaron consensos y se determinó si hay aspectos en que las conclusiones divergen, y en tal caso se trabajó en forma conjunta repitiendo las partes de la metodología focalizándonos sobre los mismos.
- Se buscó la verificación de resultados obtenidos con resultados de pruebas de laboratorio o pruebas piloto en operadoras de telefonía móvil.

El segundo aspecto que se abordó desde este proyecto de investigación fue la formalización de una prospectiva del mercado argentino para la tecnología NFV, un análisis sobre las limitaciones y potencialidades de las redes virtualizadas que incluya los servicios actuales y futuros a brindar bajo la arquitectura virtualizada.

La metodología que nos permitió cubrir este segundo aspecto fue:

- La investigación sobre los servicios que los organismos de estandarización han establecido como apalancadores de la tecnología NFV y el estado de implantación en operadoras de Telecomunicaciones de la región.
- Un análisis en retrospectiva para establecer las mejores prácticas que permitan un óptimo desarrollo de un servicio virtualizado.

<b>Código</b>	FPI-009
<b>Objeto</b>	Guía de elaboración de Informe final de proyecto
<b>Usuario</b>	Director de proyecto de investigación
<b>Autor</b>	Secretaría de Ciencia y Tecnología de la UNLaM
<b>Versión</b>	5
<b>Vigencia</b>	03/9/2019



**A.1. Grado de ejecución de los objetivos inicialmente planteados, modificaciones o ampliaciones u obstáculos encontrados para su realización (desarrolle en no más de dos (2) páginas)**

Hemos podido alcanzar el 100% de los objetivos propuestos que fueron:

Identificar el grado de madurez de implantación de la tecnología NFV en el país y el mundo, con una prospectiva de evolución a 3 años.

Lamentablemente el tramo final de la investigación se debió realizar en un ambiente de crisis generalizada para las empresas del sector, las cuales debieron hacer importantes recortes financieros, postergando las inversiones planificadas.

Objetivos Planteados

Identificar el grado de madurez de implantación de la tecnología NFV en el país y el mundo, con una prospectiva de evolución a 3 años.

Objetivos complementarios

- Determinar los 3 proveedores de tecnología líderes del mercado en esta arquitectura.
- Comprobar las 2 operadoras que brindan servicios de virtualización, que más servicios tengan desplegados en la región.
- Verificar la compatibilidad e interoperabilidad con las redes actualmente en funcionamiento.
- Evaluar los 5 problemas principales de interoperabilidad entre dos o más proveedores.
- Determinar los 3 servicios potenciales de valor agregado que se pueden brindar con esta tecnología.
- Determinar las 3 principales limitaciones y potencialidades que las redes virtualizadas tendrán.

<b>Código</b>	FPI-009
<b>Objeto</b>	Guía de elaboración de Informe final de proyecto
<b>Usuario</b>	Director de proyecto de investigación
<b>Autor</b>	Secretaría de Ciencia y Tecnología de la UNLaM
<b>Versión</b>	5
<b>Vigencia</b>	03/9/2019



## B. Principales resultados de la investigación

### B.1. Publicaciones en revistas (informar cada producción por separado)

Artículo 1:	
Autores	
Título del artículo	
N° de fascículo	
N° de Volumen	
Revista	
Año	
Institución editora de la revista	
País de procedencia de institución editora	
Arbitraje	Elija un elemento.
ISSN:	
URL de descarga del artículo	
N° DOI	

### B.2. Libros

Libro 1	
Autores	
Título del Libro	
Año	
Editorial	
Lugar de impresión	
Arbitraje	Elija un elemento.
ISBN:	
URL de descarga del libro	
N° DOI	

### B.3. Capítulos de libros

Autores	
Título del Capítulo	
Título del Libro	
Año	
Editores del libro/Compiladores	
Lugar de impresión	
Arbitraje	Elija un elemento.
ISBN:	
URL de descarga del capítulo	
N° DOI	

<b>Código</b>	FPI-009
<b>Objeto</b>	Guía de elaboración de Informe final de proyecto
<b>Usuario</b>	Director de proyecto de investigación
<b>Autor</b>	Secretaría de Ciencia y Tecnología de la UNLaM
<b>Versión</b>	5
<b>Vigencia</b>	03/9/2019



#### B.4. Trabajos presentados a congresos y/o seminarios

Autores	<i>Carlos Peliza, José Luis Roca, Fernando Dufour, Ariel Serra, Gustavo Micieli</i>
Título	<i>Redes 5G y Virtualización de funciones de red en Argentina</i>
Año	<i>2018</i>
Evento	<i>XIII Workshop arquitectura, redes y sistemas operativos (WARSO)</i>
Lugar de realización	<i>Tandil, Argentina</i>
Fecha de presentación de la ponencia	<i>Octubre 8</i>
Entidad que organiza	<i>Red UNCI</i>
URL de descarga del trabajo (especificar solo si es la descarga del trabajo; formatos pdf, e-pub, etc.)	<i><a href="http://cacic2018.exa.unicen.edu.ar/pdf/LibroDeActasCACIC2018.pdf">http://cacic2018.exa.unicen.edu.ar/pdf/LibroDeActasCACIC2018.pdf</a></i>
Autores	<i>Carlos Peliza, José Luis Roca, Fernando Dufour, Ariel Serra, Gustavo Micieli</i>
Título	<i>Virtualización de funciones de red de una Telco en Argentina 2018</i>
Año	<i>2018</i>
Evento	<i>6to Congreso Nacional de Ingeniería Informática – Sistemas de Información.</i>
Lugar de realización	<i>Mar del Plata, Argentina</i>
Fecha de presentación de la ponencia	<i>Noviembre 29 y 30</i>
Entidad que organiza	<i>CoNalISI</i>
URL de descarga del trabajo (especificar solo si es la descarga del trabajo; formatos pdf, e-pub, etc.)	<i><a href="http://ria.utn.edu.ar/bitstream/handle/20.500.12272/3774/CO-NAISI%202018%20v1.pdf?sequence=1&amp;isAllowed=y">http://ria.utn.edu.ar/bitstream/handle/20.500.12272/3774/CO-NAISI%202018%20v1.pdf?sequence=1&amp;isAllowed=y</a></i>
Autores	<i>Carlos Peliza, José Luis Roca, Fernando Dufour, Ariel Serra, Gustavo Micieli</i>
Título	<i>Virtualización de funciones de red</i>
Año	<i>2018</i>
Evento	<i>XXI Workshop de Investigadores en Ciencias de la Computación</i>
Lugar de realización	<i>San Juan, Argentina</i>
Fecha de presentación de la ponencia	<i>25 y 26 de Abril</i>
Entidad que organiza	<i>Red UNCI</i>
URL de descarga del trabajo (especificar solo si es la descarga del trabajo; formatos pdf, e-pub, etc.)	<i><a href="http://www.wicc2019.unsj.edu.ar/descargas/Libro_WICC2019.pdf">http://www.wicc2019.unsj.edu.ar/descargas/Libro_WICC2019.pdf</a></i>



<b>Código</b>	FPI-009
<b>Objeto</b>	Guía de elaboración de Informe final de proyecto
<b>Usuario</b>	Director de proyecto de investigación
<b>Autor</b>	Secretaría de Ciencia y Tecnología de la UNLaM
<b>Versión</b>	5
<b>Vigencia</b>	03/9/2019

Autores	<i>Carlos Peliza, José Luis Roca, Fernando Dufour, Ariel Serra, Gustavo Micieli</i>
Título	<i>Virtualización y 5G, en Argentina</i>
Año	<i>2019</i>
Evento	<i>JORNADA DE INTEGRACIÓN, EXTENSIÓN Y ACTUALIZACIÓN</i>
Lugar de realización	<i>Apóstoles, Misiones</i>
Fecha de presentación de la ponencia	<i>Septiembre 5 – 8</i>
Entidad que organiza	<i>UNaM - FCEQyN Modulo Apostoles</i>
URL de descarga del trabajo (especificar solo si es la descarga del trabajo; formatos pdf, e-pub, etc.)	
Autores	<i>Carlos Peliza, José Luis Roca, Fernando Dufour, Ariel Serra, Gustavo Micieli</i>
Título	<i>Fibra Óptica y redes de 5G</i>
Año	<i>2019</i>
Evento	<i>Jornada Semana de la Ciencia</i>
Lugar de realización	<i>La Matanza, Argentina</i>
Fecha de presentación de la ponencia	<i>Septiembre 9</i>
Entidad que organiza	<i>MinCyT</i>
URL de descarga del trabajo (especificar solo si es la descarga del trabajo; formatos pdf, e-pub, etc.)	
Autores	<i>Carlos Peliza, José Luis Roca, Fernando Dufour, Ariel Serra, Gustavo Micieli</i>
Título	<i>NFV aún sin 5G: Esperando al auto no tripulado</i>
Año	<i>2019</i>
Evento	<i>Octavo Congreso Argentino de la Interacción-Persona Computador@, Telecomunicaciones, Informática e Información Científica. IPCTIIC 2019</i>
Lugar de realización	<i>Córdoba (Huerta Grande)</i>
Fecha de presentación de la ponencia	<i>Noviembre 19 al 22</i>
Entidad que organiza	<i>ALAIPO</i>
URL de descarga del trabajo (especificar solo si es la descarga del trabajo; formatos pdf, e-pub, etc.)	<i>pendiente de publicación</i>

<b>Código</b>	FPI-009
<b>Objeto</b>	Guía de elaboración de Informe final de proyecto
<b>Usuario</b>	Director de proyecto de investigación
<b>Autor</b>	Secretaría de Ciencia y Tecnología de la UNLaM
<b>Versión</b>	5
<b>Vigencia</b>	03/9/2019



## B.5. Otras publicaciones

Autores	Carlos Peliza, Fernando Dufour, Ariel Serra, Gustavo Micieli
Año	2019
Título	<i>REDES 5G DESDE EL ESTADO AL ARTE</i>
Medio de Publicación	Revista Digital de Departamento de Ingeniería de la Universidad de la Matanza. ( a la espera de publicación)

**C. Otros resultados. Indicar aquellos resultados pasibles de ser protegidos a través de instrumentos de propiedad intelectual, como patentes, derechos de autor, derechos de obtentor, etc. y desarrollos que no pueden ser protegidos por instrumentos de propiedad intelectual, como las tecnologías organizacionales y otros. Complete un cuadro por cada uno de estos dos tipos de productos.**

C.1. Títulos de propiedad intelectual. Indicar: Tipo (marcas, patentes, modelos y diseños, la transferencia tecnológica) de desarrollo o producto, Titular, Fecha de solicitud, Fecha de otorgamiento

Tipo	Titular	Fecha de Solicitud	Fecha de Emisión

C.2. Otros desarrollos no pasibles de ser protegidos por títulos de propiedad intelectual. Indicar: Producto y Descripción.

Producto	Descripción

**D. Formación de recursos humanos. Trabajos finales de graduación, tesis de grado y posgrado. Completar un cuadro por cada uno de los trabajos generados en el marco del proyecto.**

D.1. Tesis de grado

Director (apellido y nombre)	y Autor (apellido y nombre)	Institución	Calificación	Fecha /En curso	Título de la tesis

D.2 Trabajo Final de Especialización

Director (apellido y nombre)	y Autor (apellido y nombre)	Institución	Calificación	Fecha /En curso	Título del Trabajo Final



<b>Código</b>	FPI-009
<b>Objeto</b>	Guía de elaboración de Informe final de proyecto
<b>Usuario</b>	Director de proyecto de investigación
<b>Autor</b>	Secretaría de Ciencia y Tecnología de la UNLaM
<b>Versión</b>	5
<b>Vigencia</b>	03/9/2019

--	--	--	--	--	--

#### D.2. Tesis de posgrado: Maestría

Director (apellido y nombre)	y Tesista (apellido y nombre)	Institución	Calificación	Fecha /En curso	Título de la tesis

#### D.3. Tesis de posgrado: Doctorado

Director (apellido y nombre)	y Tesista (apellido y nombre)	Institución	Calificación	Fecha /En curso	Título de la tesis

#### D.4. Trabajos de Posdoctorado

Director (apellido y nombre)	y Posdoctorando (apellido y nombre)	Institución	Calificación	Fecha /En curso	Título del trabajo	Publicación

#### E. Otros recursos humanos en formación: estudiantes/ investigadores (grado/posgrado/ posdoctorado)

Apellido y nombre del Recurso Humano	Tipo	Institución	Período (desde/hasta)	Actividad asignada <sup>2</sup>
Agüero Guerrero Facundo Manuel	Estudiante	UNLaM	Desde 01/01/18 Hasta 31/12/19	Colaboro con la investigación web para determinar que Protocolos que interaccionan dentro de tecnología NFV y también colaboro con el ordenamiento de la información de los potenciales servicios/elementos que se podrán ofrecer en redes con tecnología NFV.

#### F. Vinculación<sup>3</sup>: Indicar conformación de redes, intercambio científico, etc. con otros grupos de investigación; con el ámbito productivo o con entidades públicas. Desarrolle en no más de dos (2) páginas.

<sup>2</sup> Descripción de la/s actividad/es a cargo (máximo 30 palabras)

<b>Código</b>	FPI-009
<b>Objeto</b>	Guía de elaboración de Informe final de proyecto
<b>Usuario</b>	Director de proyecto de investigación
<b>Autor</b>	Secretaría de Ciencia y Tecnología de la UNLaM
<b>Versión</b>	5
<b>Vigencia</b>	03/9/2019



**G. Otra información. Incluir toda otra información que se considere pertinente.**

**H. Cuerpo de anexos:**

- Anexo I: Copia de cada uno de los trabajos mencionados en los puntos B, C y D, y certificaciones cuando corresponda.<sup>3</sup>
- Anexo II:
  - FPI-013: Evaluación de alumnos integrantes. (si corresponde)
  - FPI-014: Comprobante de liquidación y rendición de viáticos. (si corresponde)
  - FPI-015: Rendición de gastos del proyecto de investigación acompañado de las hojas foliadas con los comprobantes de gastos.
  - FPI-035: Formulario de reasignación de fondos en Presupuesto.
- Nota justificando baja de integrantes del equipo de investigación.

\_\_\_\_\_  
Firma y aclaración  
del director del proyecto.

Lugar y fecha :.....

- Cargar este formulario junto con los documentos correspondientes **exclusivamente** al Anexo I en SIGEVA UNLaM. Realizar la presentación impresa de los mismos junto con los restantes Anexos en la Secretaría de Investigación de la unidad académica correspondiente. **Límite de entrega: 28 de febrero de 2020.**

<sup>3</sup> En caso de libros, podrá presentarse una fotocopia de la primera hoja significativa o su equivalente y el índice.



<b>Código</b>	FPI-009
<b>Objeto</b>	Guía de elaboración de Informe final de proyecto
<b>Usuario</b>	Director de proyecto de investigación
<b>Autor</b>	Secretaría de Ciencia y Tecnología de la UNLaM
<b>Versión</b>	5
<b>Vigencia</b>	03/9/2019

## Anexo I

**Copia de artículos presentados en publicaciones periódicas, ponencias presentadas en eventos científicos.**

**A) Congreso: XIII Workshop arquitectura, redes y sistemas operativos (WARSO)**

**Lugar y fecha:** Tandil, Argentina: octubre 8 – 12, 2018

**Disertante:** Peliza Carlos

**Redes 5G y Virtualización de funciones de red en Argentina**

**Autores:** Carlos Peliza, José Luis Roca, Fernando Dufour, Ariel Serra, Gustavo Micieli

Universidad Nacional de La Matanza  
Florencio Varela 1903 (B1754JEC) - San Justo, Buenos Aires, Argentina

### Abstract.

Este trabajo, primero pretende introducir los conceptos fundamentales de una arquitectura con funciones de red virtualizadas (NFV), revisando para ello la bibliografía disponible para enunciar las posibilidades de desarrollo de la arquitectura. Como segundo punto, clasificar el estado de las redes de quinta generación en Argentina. Mediante el análisis de lo actuado en Argentina, buscaremos describir el estado de las redes de 5G virtualizadas en el país y cuál ha sido el tipo de desarrollo NFV que se ha decidido implementar.

Software Defined Networking (SDN) se centra en la separación entre el plano de control, encargado del mantenimiento y control de las conexiones en la red, y el plano de datos en las redes, propio del intercambio de información de usuario mientras que la virtualización de las funciones de red (NFV) desacopla las funciones de red en ambos planos, del hardware que se utilice.

Este desacoplamiento de planos permite el despliegue de componentes de software de plano de control y la implementación de software de plano de usuario (llamados VNF) en plataformas informáticas que son mucho más potentes que los equipos de red tradicionales.

La separación de planos permite desarrollos generados por distintos proveedores de software y de hardware. La arquitectura NFV postula el desarrollo y despliegue de soluciones interoperables y el trabajo cooperativo entre fabricantes y desarrolladores.

Las redes móviles 5G postulan un avance en redes móviles que es tomado como driver de desarrollo para NFV por lo que resulta procedente preguntarse, ¿cuáles son las funciones virtualizadas para las nuevas redes? ¿Cuáles son las características del desarrollo 5G? ¿Cuál es el estado en Argentina?

**Keywords:** Virtualización, SDN, VNF, NFV, Redes Móviles, 5G.

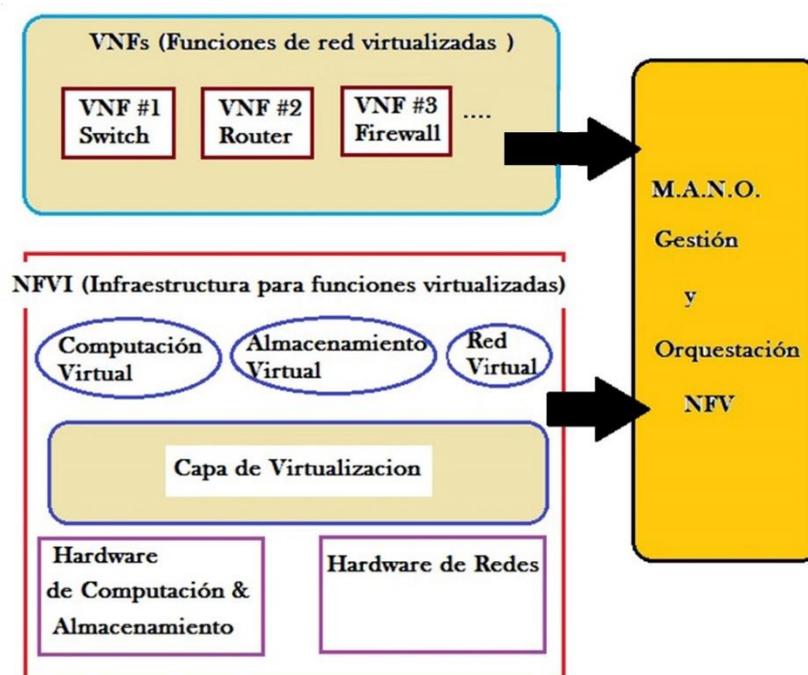
<b>Código</b>	FPI-009
<b>Objeto</b>	Guía de elaboración de Informe final de proyecto
<b>Usuario</b>	Director de proyecto de investigación
<b>Autor</b>	Secretaría de Ciencia y Tecnología de la UNLaM
<b>Versión</b>	5
<b>Vigencia</b>	03/9/2019



# 1 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. En la propuesta del whitepaper estaban definidos los campos de acción y casos de uso (NFV\_White\_Paper, p 6) entre los cuales se enumeraban:

- Elementos de conmutación: BNG, CG-NAT, enrutadores
- Nodos de red móvil: HLR / HSS, MME, SGSN, GGSN / PDN-GW, RNC, nodo B, eNodo B.
- Funciones contenidas en enrutadores y decodificadores domésticos.
- Análisis de tráfico: DPI, medición de QoE.
- Señalización NGN: SBCs, IMS.
- Funciones convergentes y de toda la red: servidores AAA, control de políticas.
- Optimización a nivel de aplicación: CDN, servidores de caché, equilibradores de carga.
- Funciones de seguridad: cortafuegos, escáneres de virus, sistemas de detección de intrusos, protección contra correo no deseado.



**Ilustración 1 - Framework NFV**

Dentro de lo que se denomina drivers en la industria de Telecomunicaciones, o sea factores que se analizan para adoptar una tecnología novedosa en el mencionado congreso se enumeraban:

- Necesidades de diseño para nuevos equipamientos
- Costes y restricciones físicas de fabricación
- Alto nivel de conocimiento necesario para operar las soluciones propietarias de HW/SW
- Complejidad HW en las soluciones de fabricante

El ciclo de producto comienza antes de haber podido comenzar el retorno de inversión

<b>Código</b>	FPI-009
<b>Objeto</b>	Guía de elaboración de Informe final de proyecto
<b>Usuario</b>	Director de proyecto de investigación
<b>Autor</b>	Secretaría de Ciencia y Tecnología de la UNLaM
<b>Versión</b>	5
<b>Vigencia</b>	03/9/2019



## 2 Objetivos

El presente trabajo tiene como objetivo analizar la arquitectura NFV y distinguir en ella los desarrollos que son posibles de seguir y a partir del estudio del estado de implantación una red 5G en Argentina, verificar cuál ha sido el desarrollo de arquitectura NFV utilizado.

El estilo de este trabajo de investigación es comparativo y se basa en el análisis de fuentes bibliográficas y documentación existente, junto a la realización de pruebas de concepto y funcionamiento del servicio 5G.

## 3 Entendiendo NFV

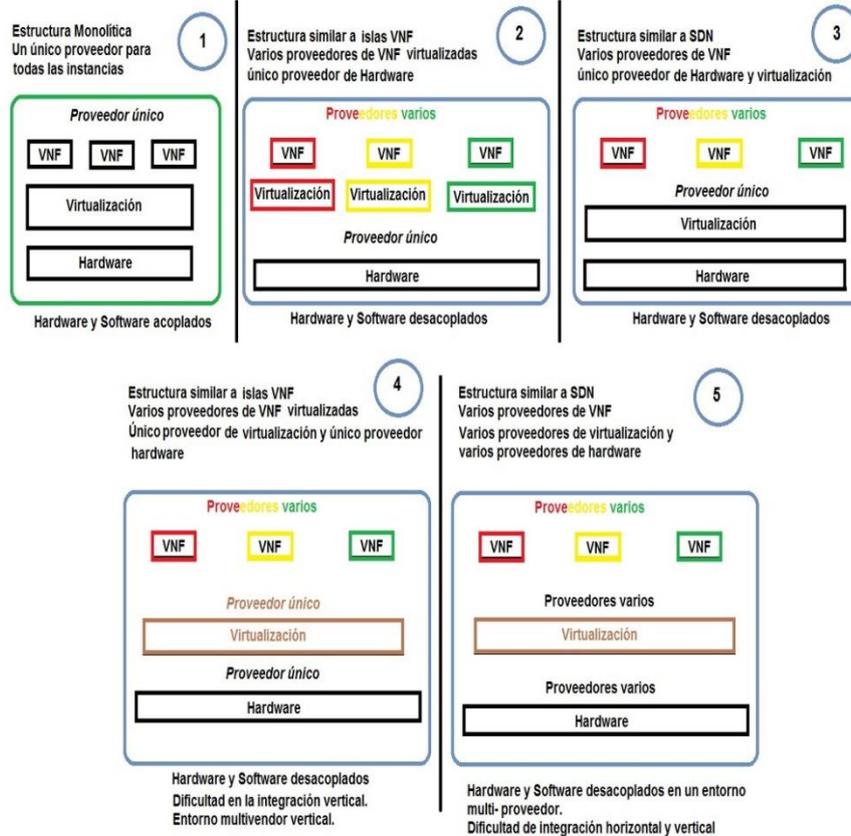
La virtualización de las funciones de red (NFV) es un enfoque de red propuesto por ETSI (European Telecommunications Standards Institute) que permite la sustitución de dispositivos de hardware dedicado, tales como routers, firewalls y equilibradores de carga entre otros equipamientos, por dispositivos basados en software que se ejecutan como máquinas virtuales en servidores estándares de la industria.

El viaje a una red NFV completamente operacional requiere la coordinación de tres desarrollos interconectados, pero totalmente separados: Virtualización, Orquestación y Automatización, ninguno de estos caminos puede considerarse de manera aislada (Ashton Metzler, 2015, p.47)

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. Este enfoque reduce los costos y minimiza el mantenimiento, debido a que los dispositivos virtuales reemplazan dispositivos de red basados en hardware dedicado. La NFV no debe confundirse con una red virtualizada, porque la NFV, es un marco o arquitectura que busca descargar sólo las funciones de red, y no toda la red. También es importante señalar que la NFV es diferente de una función virtual de red (VNF), un término comúnmente utilizado para describir una función de red que se ejecuta en el software de una máquina virtual (Terminology for Main Concepts in NFV, gs\_NFV003v010201p).

La amplia gama de opciones de desarrollo que presenta NFV puede expresarse mediante el siguiente cuadro de elaboración propia:

<b>Código</b>	FPI-009
<b>Objeto</b>	Guía de elaboración de Informe final de proyecto
<b>Usuario</b>	Director de proyecto de investigación
<b>Autor</b>	Secretaría de Ciencia y Tecnología de la UNLaM
<b>Versión</b>	5
<b>Vigencia</b>	03/9/2019

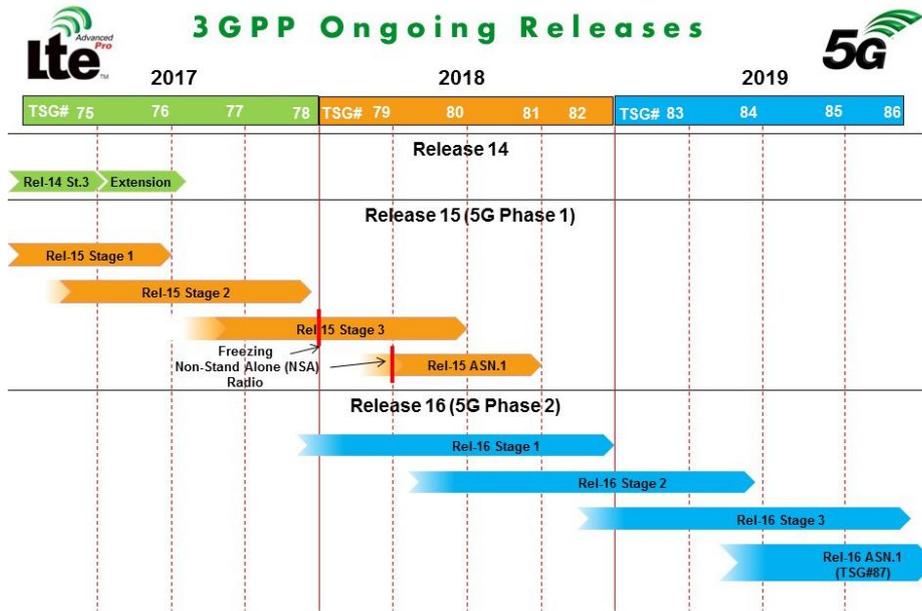


**Ilustración 2 - Opciones de desarrollo NFV**

## 4 Redes de Quinta generación 5G

En diciembre de 2017, el 3rd Generation Partnership Program (3GPP) aprobó, en encuentro plenario en Lisboa (Portugal), las especificaciones de Nueva Radio 5G No Autónoma (NSA 5G NR, o Non-Standalone 5G New Radio). Se trata del primer estándar de Quinta Generación (5G) de redes móviles aprobado oficialmente por el 3GPP (Fuente 5G Américas). (<http://www.5gamericas.org/en/>) Se trata de las especificaciones técnicas para Non-Standalone 5G New Radio (Nueva Radio 5G No Autónoma), que se apoyará en las redes existentes 4G LTE. Este primer hito contribuirá a acelerar la llegada de una quinta generación (5G) de tecnologías móviles estandarizadas. El cronograma de avance en la estandarización propuesto por el 3GPP se puede ver en la siguiente figura.

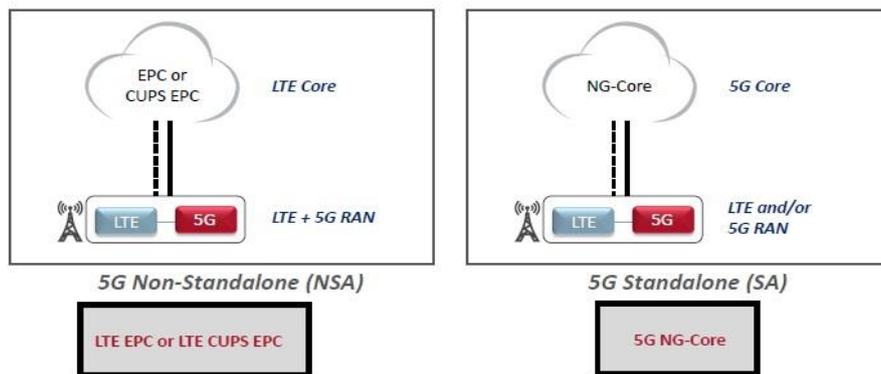
<b>Código</b>	FPI-009
<b>Objeto</b>	Guía de elaboración de Informe final de proyecto
<b>Usuario</b>	Director de proyecto de investigación
<b>Autor</b>	Secretaría de Ciencia y Tecnología de la UNLaM
<b>Versión</b>	5
<b>Vigencia</b>	03/9/2019



**Ilustración 3 – Cronograma de avance de estandarización.**

El análisis de las releases del 3GPP, pasadas y futuras, permite establecer una línea lógica en el desarrollo de las nuevas tecnologías. Así, queda determinado que se priorizará el desarrollo integrado de las redes 4G y 5G, compartiendo en un primer paso la infraestructura de Core y de Backhaul provenientes de LTE o 4G, para en un paso posterior estandarizar los desarrollos de 5G que serán virtualizados.

Se ha establecido como nombre de cada desarrollo de la estandarización de 5G, el primer paso es llamado 5G Non Stand Alone o 5G NSA y su desarrollo posterior 5G Stand Alone, donde se realizarán las especificaciones propias de una red 5G sin compartir recursos de su predecesora, la red LTE 4G.



**Ilustración 4 Opciones de desarrollo 5G**

En la actualidad, se encuentran disponibles en vías de estandarización dispositivos de acceso por radio, tradicionalmente llamados Radiobases, que pertenecen a la Radio Access Network (RAN) para redes 5G NSA (Non Stand Alone).

## 5 Características esperadas de la tecnología 5G

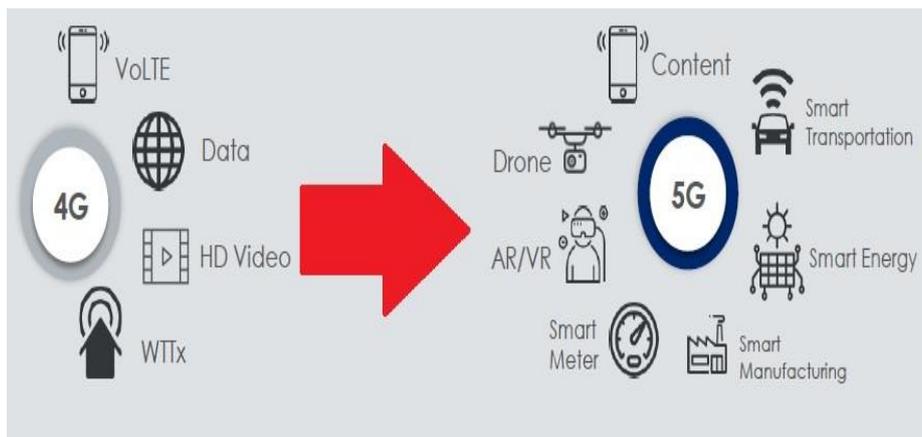
El mercado de las telecomunicaciones pretende las siguientes mejoras de la nueva tecnología móvil

<b>Código</b>	FPI-009
<b>Objeto</b>	Guía de elaboración de Informe final de proyecto
<b>Usuario</b>	Director de proyecto de investigación
<b>Autor</b>	Secretaría de Ciencia y Tecnología de la UNLaM
<b>Versión</b>	5
<b>Vigencia</b>	03/9/2019



- 10 a 100 veces más velocidad del usuario.
- 1000 veces de volumen de datos móviles.
- latencia 5 veces menor
- mayor duración de la batería
- Incremento por 100 de dispositivos conectados

Dichas pretensiones están basadas en la nueva gama de servicios que pretenden ofrecer a sus usuarios.



**Ilustración 5 Nuevos servicios 5G**

## 6 Las pruebas realizadas

Dentro del marco controlado de la Radio Access Network (RAN) se pretendió mediante dispositivos prototipo, generar las condiciones que demandarán los usuarios de la RAN 5G, como ser tasas de descarga de información (Down Link) de 20 Gbps, seguimiento y formación de haces (Beam Tracking / Beamforming) para mejorar la capacidad de cobertura, descarga de streams de video 4K que permitirá ver video 4K a través de la red móvil.

Debió ser utilizado como cliente, un prototipo que emula a los múltiples dispositivos que utilizaran la 5G RAN, ya que, al momento de la prueba, no existen en el mercado de consumo masivo dispositivos móviles que acepten las tecnologías 5G. Existe una reducida cantidad de celulares o equipos de Internet de banda angosta (NB-IoT) que las aceptan y son usados en las pruebas en casa matriz de los fabricantes de dispositivos.

El prototipo utilizado se puede ver en la imagen siguiente:

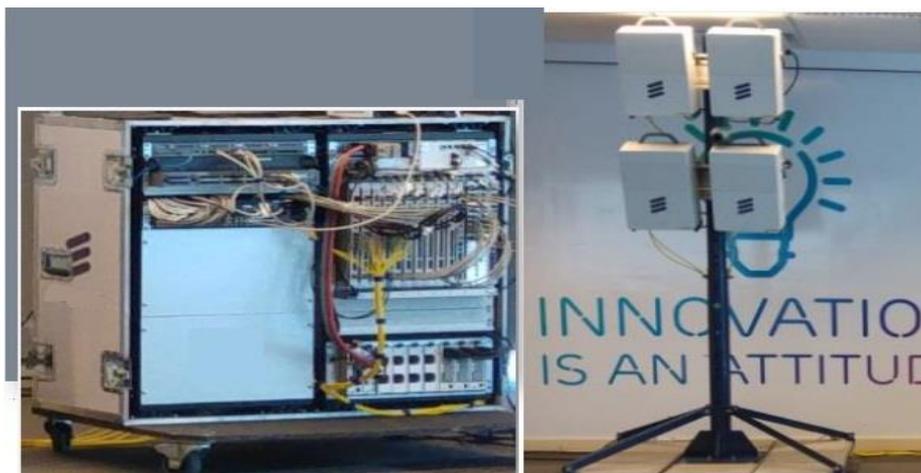


<b>Código</b>	FPI-009
<b>Objeto</b>	Guía de elaboración de Informe final de proyecto
<b>Usuario</b>	Director de proyecto de investigación
<b>Autor</b>	Secretaría de Ciencia y Tecnología de la UNLaM
<b>Versión</b>	5
<b>Vigencia</b>	03/9/2019



**Ilustración 6 Prototipo de simulación**

Mientras que para la simulación del lado proveedor del servicio se utilizó la siguientes radiobase con su array de antenas.



**Ilustración 7 Prototipo de Radiobase y antenas**

Los resultados obtenidos de las pruebas de simulación y concepto pueden ser considerados satisfactorios.

## **7 Unión de proveedores NFV para este caso de estudio**

que Dentro de los más de 800 miembros de 66 países en los cinco continentes se pueden encontrar desarrolladores de software, hardware y servicios de red<sup>4</sup> con membresía en ETSI. Una de las premisas sugeridas por ETSI para el desarrollo de NFV fue la búsqueda de plena interacción entre fabricantes y desarrolladores, sin que ello implicara membresía al grupo de trabajo<sup>5</sup>, de igual manera resulta pertinente verificar la pertenencia de cada proveedor propuesto para trabajos de NFV, al universo ETSI, pero debe mencionarse que ello no implica un diferencial favorecedor. Sin embargo,

<sup>4</sup> <http://www.etsi.org/membership/current-members>.

<sup>5</sup> <http://www.etsi.org/images/files/ETSIGenericPresentation.pdf>

<b>Código</b>	FPI-009
<b>Objeto</b>	Guía de elaboración de Informe final de proyecto
<b>Usuario</b>	Director de proyecto de investigación
<b>Autor</b>	Secretaría de Ciencia y Tecnología de la UNLaM
<b>Versión</b>	5
<b>Vigencia</b>	03/9/2019



en este caso Telefónica junto a Ericsson, forman parte del board del ETSI NFV, de lo resulta apropiado afirmar que la 5G RAN va a estar en posición de ser testeada en simultaneo a la estandarización de la integración de 5G con las redes LTE conformando la implantación 5G Non Stand Alone.

## 8 Conclusiones y posibles líneas de Investigación

El análisis del marco teórico de la tecnología NFV nos permite conocer que uno de los driver que permitirá su desarrollo está ligado a brindar nuevos servicios para la telefonía móvil, que permitan lograr una llegada rápida al mercado.

Los análisis de mercado de las empresas de Telecomunicaciones indican que las tendencias se dirigen al uso del servicio móvil en tiempo real o de muy baja latencia y esa cualidad solo es posible con tiempos de latencia como se ha estandarizado en 5G.

En Argentina a finales de 2017, en simultáneo con el cierre del proceso de estandarización, se han realizado pruebas satisfactorias de una implantación 5G RAN para Non Stand Alone con dispositivos demostrativos.

Al momento de la prueba, existen disponibles redes NFV con solución monolítica de LTE que por problemas de disponibilidad de tiempo no fueron exploradas para conexión con la RAN 5G, por lo que no resulta factico considerar una conectividad posible. Será una experiencia que debe transitarse.

Por otro lado, se están desarrollando pruebas de VEPC (Core Evolucionado de Red de Paquetes Virtualizado) para hacer de un corazón de red de paquetes evolucionados, propio de las redes LTE, una VNF, un servicio de red virtualizado que respete el concepto de la arquitectura NFV.

Todo lo expuesto nos permite afirmar que en la Argentina se ha comprobado el funcionamiento del servicio de 5G que cumplirá con los estándares a cumplimentar en el mundo. El estado de las redes 5G en el mundo, se encuentra dando los primeros pasos para la completa estandarización, en la Argentina, se cuenta con el potencial de elementos para realizar la segunda parte del proceso de estandarización de a implantación 5G Non Stand Alone, a saber, Núcleo de Red Virtualizado (por un único proveedor) y núcleo de red virtualizado por arquitectura NFV no monovendedor y bajo el concepto de VNF

Una posible línea para futuras investigaciones es realizar un análisis de rendimiento cuando se presente el caso de varios proveedores del servicio de orquestación, por ejemplo, la existencia de dos o más VNFs cuyo plano de control u orquestación sea operado con dos proveedores diferentes, por ejemplo, OpenMano y Cyan u otros orquestadores a desarrollarse.

## 9 Glosario

AAA	Authentication, Authorization & Accounting
BNG	Broadband Network Gateway
BRAS	Broadband remote access server
CCMP	Counter Mode CBC-MAC Protocol
CDN	Content Delivery Network
CPEs	Customer Premise Equipments



<b>Código</b>	FPI-009
<b>Objeto</b>	Guía de elaboración de Informe final de proyecto
<b>Usuario</b>	Director de proyecto de investigación
<b>Autor</b>	Secretaría de Ciencia y Tecnología de la UNLaM
<b>Versión</b>	5
<b>Vigencia</b>	03/9/2019

DHCP	Dynamic Host Configuration Protocol
DPI	Deep Packet Inspector
GGSN	Gateway GPRS Support Node
HLR	Home Location resources
HSS	Home Subscriber Server
IEEE	Inst, of Electrical and Electronics Engineers
IMS	IP Multimedia System
MAC	Media Access Control
ME	Mobile Equipment
MME	Mobility Management Entity
MS-BNG	Multi Service Broadband Network Gateway
NA(P)T	Network Address (Port) Translation
NAI	Network Access Identifier
NGN	Next Generation Network
PCC	Policy and Charging Control
PCEF	Policy and Charging Enforcement Function
PCRF	Policy and Charging Rules Function
PDN	Packet Data Networks
PDN GW	Packet Data Networks Gateway
PLMN	Public Land Mobile Network
PSK	pre-shared key
QCI	QoS Class Identifier
QoE	Quality of Experience
QoS	Quality of Server
RA	Router Advertisement
RADIUS	Remote Authentication Dial In User Service
RBN	Regional Broadband Network
RNC	Radio Network Controller
SBCs	Service Border Controllers
SDN	Software Defined Network
SDWN	Software-defined wireless network
SeGW	Security Gateway
TDF	Traffic Detection Function



<b>Código</b>	FPI-009
<b>Objeto</b>	Guía de elaboración de Informe final de proyecto
<b>Usuario</b>	Director de proyecto de investigación
<b>Autor</b>	Secretaría de Ciencia y Tecnología de la UNLaM
<b>Versión</b>	5
<b>Vigencia</b>	03/9/2019

TIER x	ISP de nivel x
UDP	User Datagram Protocol
VLAN	Virtual Local Area Network
VPN	Virtual Private Network
WG	Working Group

## 10 Referencias

1. Akram Hakiri, Aniruddha Gokhale, Pascal Berthou, Douglas C.Schmidt, Thierry Gayraud. (2014). Software Defined Networking: Challenges and research opportunities for Future Internet. Computer Networks Volume 75, Part A (pp 453-471).
2. AT&T: Margaret Chiosi.BT: Don Clarke, Peter Willis, Andy Reid. China Mobile: Dr. Chunfeng Cui, Dr. Hui Deng,et all. (s.f.). European Telecommunications Standards Institute. Recuperado el 29 de 04 de 2018, de ETSI: [http://portal.etsi.org/NFV/NFV\\_White\\_Paper.pdf](http://portal.etsi.org/NFV/NFV_White_Paper.pdf)
3. Ashton Metzler, Jim Metzler. The 2015 guide to SDN and NFV. Webtorials. 2015
4. Chris Wolf, Erick M. Halter. Virtualization: From the Desktop to the Enterprise (Books for Professionals by Professionals). Apress; 1st ed. edition (May 26, 2005), ISBN-10: 1590594959, ISBN-13: 978-1590594957.
5. Edouard Bugnion, Jason Nich, Dan Tsafir. Hardware and Software Support for Virtualization (Synthesis Lectures on Computer Architecture). Morgan & Claypool Publishers (February 21, 2017), ISBN-10: 1627056939, ISBN-13: 978-1627056939.
6. ETSI GS. Network Functions Virtualisation (NFV); Terminology for Main Concepts in NFV. NFV 003 V1.2.1.2014
7. Ken Gray, Thomas D. Nadeau - Network Function Virtualization – Morgan Kaufmann - 2016 - ISBN 978-0128021194
8. Manuel Paul, Sibylle Schaller, Malcolm Betts, Dave Hood, Meral Shirazipour, Diego Lopez, John Kaippallimalil, Applying\_SDN\_Architecture\_to\_5G\_Slicing\_TR-526.pdf recuperado de <https://www.opennetworking.org/software-defined-standards/archives/>
9. N. Mckeown, T. Anderson, L. Peterson, J. Rexford, S. Shenker, and S. Louis, “OpenFlow: Enabling Innovation in Campus Networks.(2008).ACM SIGCOMM Computer Communication. Volume 38 Issue 2, April 2008 (pp 69-74).
10. Rajendra Chayapathi, Syed F. Hassan, Paresh Shah - Network Functions Virtualization (NFV) with a Touch of SDN – Pearson Education - 2017 – ISBN 978-0134463056
11. Sevil Mehraghdam, Matthias Keller, Holger Karl - Specifying and placing chains of virtual network functions – IEEE – 2014 - ISBN 978-1-4799-2730-2
12. 5G New Radio and System Standardization in 3GPP descargado de <https://www.itu.int>
13. [https://images.samsung.com/is/content/samsung/p5/global/business/networks/insights/event/the-silicon-valley-5g-summit-2017/Session-1\\_3GPP\\_Balazs-Bertenyi.pdf](https://images.samsung.com/is/content/samsung/p5/global/business/networks/insights/event/the-silicon-valley-5g-summit-2017/Session-1_3GPP_Balazs-Bertenyi.pdf)
14. (3GPP TS 36.413 versión 10.9.0 Release 10) LTE; Evolved Universal Terrestrial Radio Access Network (E-UTRAN);S1 Application Protocol (S1AP).
15. (3GPP TS 36.331 version 10.19.0 Release 10) LTE; Evolved Universal Terrestrial Radio Access (E-UTRA);Radio Resource Control (RRC) Protocol specification.
16. <http://howltestuffworks.blogspot.com.ar/2014/10/carrier-aggregation-secondary-cell.html>.
17. <http://www.3gpp.org/keywords-acronyms/1612-ue-category>.
18. Chris Johnson, 2012, Long Term Evolution in BULLETS - 2<sup>nd</sup> Edition, Inglaterra, Independiente.
19. <http://howltestuffworks.blogspot.com.ar/2011/10/ue-capability-information.html>.
20. [http://www.sharetechnote.com/html/Handbook\\_LTE\\_UE\\_Capability.html](http://www.sharetechnote.com/html/Handbook_LTE_UE_Capability.html).
21. Anders Hedlund y Irina Cotanis, 2014,Introduction to Carrier Aggregation Testing, Ascom.
22. <http://es.slideshare.net/veermalik121/throughput-calculation-for-lte-tdd-and-fdd-system>.
23. (3GPP TS 36.213 version 10.13.0 Release 10) LTE; Evolved Universal Terrestrial Radio Access (E-UTRA); Physical layer procedures.
24. <http://www.3gpp.org/technologies/keywords-acronyms/101-carrier-aggregation-explained>,



<b>Código</b>	FPI-009
<b>Objeto</b>	Guía de elaboración de Informe final de proyecto
<b>Usuario</b>	Director de proyecto de investigación
<b>Autor</b>	Secretaría de Ciencia y Tecnología de la UNLaM
<b>Versión</b>	5
<b>Vigencia</b>	03/9/2019

## **B) Congreso: CoNallSI 2018 – 6to Congreso Nacional de Ingeniería Informática – Sistemas de Información.**

**Lugar y fecha:** Mar del Plata, Argentina; noviembre 29 y 30, 2018

**Disertante:** Peliza Carlos

### **Virtualización de funciones de red de una Telco en Argentina 2018.**

**Autores:** Carlos Peliza, José Luis Roca, Fernando Dufour, Ariel Serra, Gustavo Micieli

Universidad Nacional de La Matanza  
Florencio Varela 1903 (B1754JEC) - San Justo, Buenos Aires, Argentina

## **Abstract**

The aim of this work is to address two main aspects. Firstly, it intends to introduce the fundamental concepts of an architecture with virtualized network functions (NFV), reviewing the bibliography available to describe the possibilities of architecture development. Secondly, based on laboratory tests that prove the correct functioning of a service, the development implemented according to the description achieved is classified. The latter was performed taking into account the analysis of the steps taken by an Argentine telecommunications company to virtualize an SDN service called "Compartí tu red" ("Share your network").

Software Defined Networking (SDN) focuses on the separation between the control plane, in charge of the maintenance and control of connections in the network, and the data plane in networks, typical of the exchange of user information. „Share your network“ is a SDN service, while virtualization of network functions (NFV) uncouples the network functions in both planes, of the hardware used.

This uncoupling of planes allows the deployment of control plane software components (e.g. OpenFlow controller) and the implementation of user plane software (called VNF) on computing platforms that are much more powerful than traditional network equipment.

The separation of plans allows developments generated by different software and hardware providers. The NFV architecture proposes the development and deployment of interoperable solutions and cooperative work between manufacturers and developers

## **Resumen**

El objetivo de este trabajo es abordar dos aspectos principales. En primer lugar, pretende introducir los conceptos fundamentales de una arquitectura con funciones de red virtualizadas (NFV), revisando la bibliografía disponible para describir las posibilidades del desarrollo de la arquitectura. Como segundo punto importante, a partir de las pruebas de laboratorio que comprueban el correcto funcionamiento de un servicio, se clasifica lo que ha sido el desarrollo implementado según la descripción lograda. Esto último a través del análisis de lo que se hizo en una empresa argentina de telecomunicaciones para virtualizar un servicio SDN llamado "Compartí tu red".

Software Defined Networking (SDN) se centra en la separación entre el plano de control, a cargo del mantenimiento y control de las conexiones en la red, y el plano de datos en las redes, típico del intercambio de información del usuario. "Compartir su red" es un servicio SDN, mientras que la virtualización de las funciones de red (NFV) desacopla las funciones de red en ambos planos, del hardware utilizado.

Este desacoplamiento de planos permite el despliegue de componentes de software de plano de control (por ejemplo, el controlador OpenFlow) y la implementación de software de plano de usuario (llamado VNF) en plataformas informáticas que son mucho más potentes que los equipos de red tradicionales.

<b>Código</b>	FPI-009
<b>Objeto</b>	Guía de elaboración de Informe final de proyecto
<b>Usuario</b>	Director de proyecto de investigación
<b>Autor</b>	Secretaría de Ciencia y Tecnología de la UNLaM
<b>Versión</b>	5
<b>Vigencia</b>	03/9/2019



La separación de planes permite desarrollos generados por diferentes proveedores de software y hardware. La arquitectura NFV propone el desarrollo y despliegue de soluciones interoperables y trabajo cooperativo entre fabricantes y desarrolladores.

#### 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. En la propuesta del whitepaper estaban definidos los campos de acción y casos de uso (NFV\_White\_Paper, p 6) entre los cuales se enumeraban:

Elementos de conmutación: BNG, CG-NAT, enrutadores

Nodos de red móvil: HLR / HSS, MME, SGSN, GGSN / PDN-GW, RNC, nodo B, e Nodo B.

Funciones contenidas en enrutadores y decodificadores domésticos.

Análisis de tráfico: DPI, medición de QoE.

Señalización NGN: SBCs, IMS.

Funciones convergentes y de toda la red: servidores AAA, control de políticas.

Optimización a nivel de aplicación: CDN, servidores de caché, equilibradores de carga.

Funciones de seguridad: cortafuegos, escáneres de virus, sistemas de detección de intrusos, protección contra correo no deseado.



**Ilustración 1 - Framework NFV**

Dentro de lo que se denomina drivers en la industria de Telecomunicaciones, o sea factores que se analizan para adoptar una tecnología novedosa en el mencionado congreso se enumeraban:

Necesidades de diseño para nuevos equipamientos

Costes y restricciones físicas de fabricación

Alto nivel de conocimiento necesario para operar las soluciones propietarias de HW/SW

Complejidad HW en las soluciones de fabricante

El ciclo de producto comienza antes de haber podido comenzar el retorno de inversión

#### Objetivos

El presente trabajo tiene como objetivo analizar la arquitectura NFV para clasificar en ella, los desarrollos que son posibles de seguir y a partir del estudio de un caso real de implantación de un servicio como VNF, en una empresa de Telecomunicaciones de Argentina, verificar si el funcionamiento es el esperado y analizar cuál ha sido el desarrollo de arquitectura NFV utilizado.



<b>Código</b>	FPI-009
<b>Objeto</b>	Guía de elaboración de Informe final de proyecto
<b>Usuario</b>	Director de proyecto de investigación
<b>Autor</b>	Secretaría de Ciencia y Tecnología de la UNLaM
<b>Versión</b>	5
<b>Vigencia</b>	03/9/2019



El estilo de este trabajo de investigación es comparativo y se basa en el análisis de fuentes bibliográficas y documentación existente, junto a la realización de pruebas de funcionamiento del servicio implementado.

Entendiendo NFV

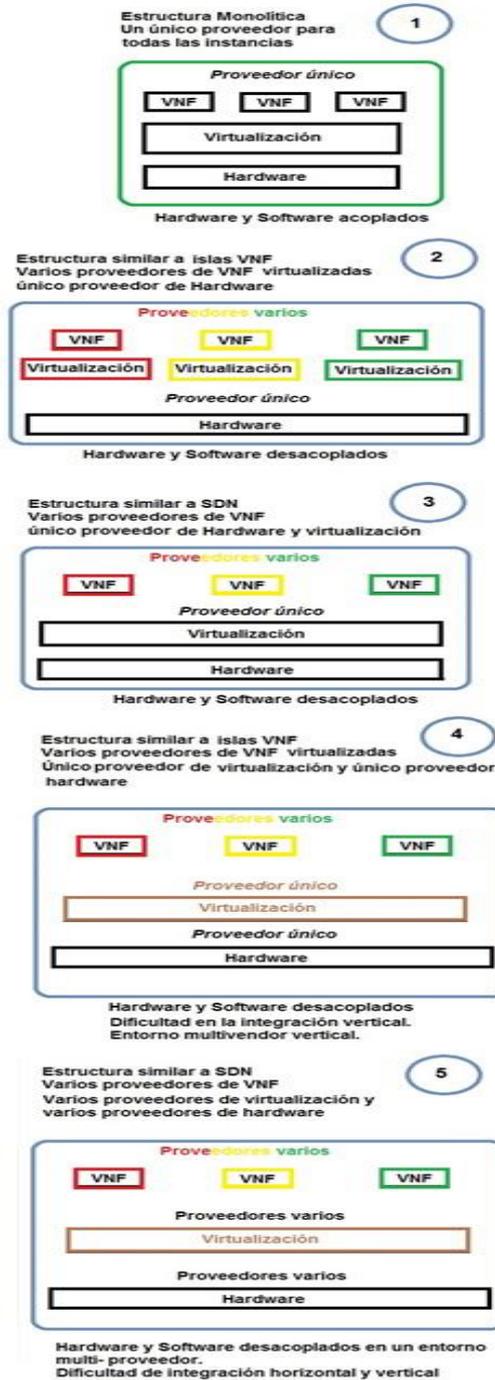
La virtualización de las funciones de red (NFV) es un enfoque de red propuesto por ETSI (European Telecommunications Standards Institute) que permite la sustitución de dispositivos de hardware dedicado, tales como routers, firewalls y equilibradores de carga entre otros equipamientos, por dispositivos basados en software que se ejecutan como máquinas virtuales en servidores estándares de la industria.

El viaje a una red NFV completamente operacional requiere la coordinación de tres desarrollos interconectados, pero totalmente separados: Virtualización, Orquestación y Automatización, ninguno de estos caminos puede considerarse de manera aislada (Ashton Metzler, 2015, p.47)

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. Este enfoque reduce los costos y minimiza el mantenimiento, debido a que los dispositivos virtuales reemplazan dispositivos de red basados en hardware dedicado. La NFV no debe confundirse con una red virtualizada, porque la NFV, es un marco o arquitectura que busca descargar sólo las funciones de red, y no toda la red. También es importante señalar que la NFV es diferente de una función virtual de red (VNF), un término comúnmente utilizado para describir una función de red que se ejecuta en el software de una máquina virtual (Terminology for Main Concepts in NFV, gs\_NFV003v010201p).

La amplia gama de opciones de desarrollo que presenta NFV puede expresarse mediante el siguiente cuadro de elaboración propia:

<b>Código</b>	FPI-009
<b>Objeto</b>	Guía de elaboración de Informe final de proyecto
<b>Usuario</b>	Director de proyecto de investigación
<b>Autor</b>	Secretaría de Ciencia y Tecnología de la UNLaM
<b>Versión</b>	5
<b>Vigencia</b>	03/9/2019



**Ilustración 2 - Opciones de desarrollo NFV**

Unión de proveedores NFV para este caso de estudio.

Ilustración 1 - Asociados propuestos por el proveedor

Dentro de los más de 800 miembros de 66 países en los cinco continentes se pueden encontrar desarrolladores de software, hardware y servicios de red <sup>6</sup>con membresía en ETSI. Una de las premisas sugeridas por ETSI para el desarrollo de NFV fue la búsqueda de plena interacción entre

<sup>6</sup> <http://www.etsi.org/membership/current-members>.



<b>Código</b>	FPI-009
<b>Objeto</b>	Guía de elaboración de Informe final de proyecto
<b>Usuario</b>	Director de proyecto de investigación
<b>Autor</b>	Secretaría de Ciencia y Tecnología de la UNLaM
<b>Versión</b>	5
<b>Vigencia</b>	03/9/2019

fabricantes y desarrolladores, sin que ello implicara membrecía al grupo de trabajo<sup>7</sup>, de igual manera resulta pertinente verificar la pertenencia de cada proveedor propuesto para trabajos de NFV, al universo ETSI, pero debe mencionarse que ello no implica un diferencial favorecedor.

El servicio a virtualizar, es comercializado por una empresa que ha unificado esfuerzos con otras especializadas en el sistema que conforma el servicio, a saber:

Del análisis propuesto se desprende que Realtek Semiconductor Corp., es un fabricante Fabless<sup>8</sup> de semiconductores con sede central en el Hsinchu Science and Industrial Park, Hsinchu, Taiwán no es miembro de ETSI.

Brocade Communications Systems, Inc. es una compañía de tecnología especializada en productos de redes de datos y almacenamiento, ahora una subsidiaria de Broadcom Ltd. es miembro de ETSI a través de Broadcom Ltd.

Vyatta ofrece un enrutador virtual basado en software, un firewall virtual y productos VPN para redes IPv4 e IPv6. El sistema es una distribución de Linux basada en Debian con aplicaciones de red como Quagga, OpenVPN y muchas otras. Vyatta también se entrega como un archivo de máquina virtual y puede proporcionar funcionalidad (vrouter, vfirewall, VPN) para Xen, VMware, KVM.

Como desarrollador no es miembro de ETSI. En junio de 2017, AT&T adquirió Vyatta Software Technology de Brocade Communications Systems.

El servicio a virtualizar

El servicio “Compartí tu Wi-Fi” se ofrecerá a cadenas de servicios que puedan organizar grupos de clientes a los que permitirá compartir internet a través del Wi-Fi, sin la obligación de buscar la SSID de la red y pedir la clave de acceso<sup>9</sup>.

Como caso de uso, el cliente llamado “cliente 1” posee un acceso a internet en su casa al cual se conecta por Wi-Fi, por tanto, tiene un SSID y una clave de acceso personales. Dicho cliente, también suele conectarse a la red pública de una cadena de hamburguesas de la cual es cliente habitual.

El servicio “Compartí tu Wi-Fi” ofrecido a la cadena de hamburguesas “XX”, le dejará formar la comunidad de clientes habituales de “XX” para todos sus locales de ventas, y compartir con ellos parte de su ancho de banda, sin que ello signifique proveer una red pública.

De esta forma cuando el cliente habitual visite algún local de “XX”, tendrá conexión automática a la red de la cadena “XX” usando los datos de validación de su propia red hogareña. Ello evita que los clientes preferenciales de “XX”, al visitar un local deban buscar la red Wi-Fi pública de la cadena y unirse a ella solicitando la clave. Por el contrario, se ofrecerá una red protegida donde el cliente se autentica con sus propios datos de acceso y dichos datos no son solicitados ni conocidos por la cadena “XX”. Véase ilustración 4.

En la solución ofrecida por el Proveedor destacamos:

Es posible ser parte de varias comunidades que comparten Wi-Fi, y no hay que informar usuario y clave de acceso a ninguna de ellas.

No hay necesidad de recordar usuario y contraseña: se utiliza el mismo SSID que cada cliente tiene en su hogar. El SSID del hogar del cliente aparece dinámicamente en cada sitio miembro del grupo de clientes, cada vez que el miembro visita estos lugares con su dispositivo. Por lo tanto, no es necesaria ninguna aplicación del tipo Connection Manager o buscar manualmente la red compartida, y tampoco recordar nuevas credenciales de acceso.

Es necesario destacar que se debe utilizar CPEs (por ejemplo, Modems ADSL) de cliente, compatibles con el software del proveedor.

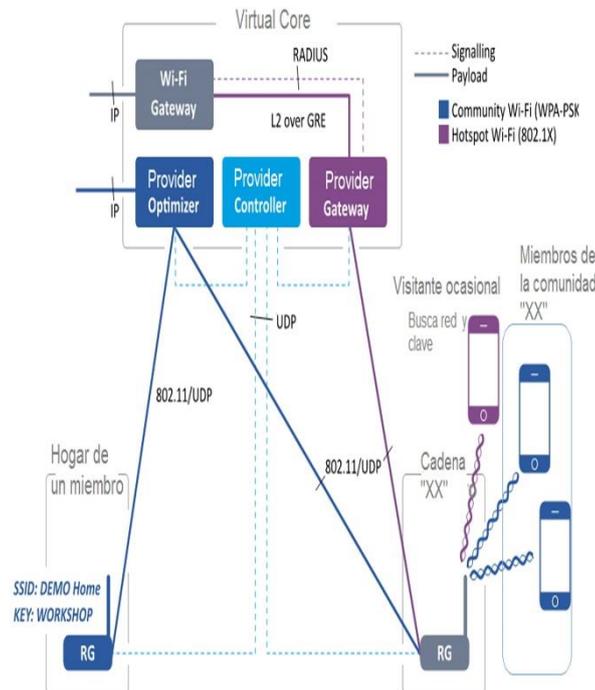
La arquitectura usada para las pruebas del servicio

<sup>7</sup> <http://www.etsi.org/images/files/ETSIGenericPresentation.pdf>

<sup>8</sup> Fabless: fabricante de semiconductores que carece de una planta de fabricación propia para las obleas de silicio y se especializa en el diseño y la comercialización de chips.

<sup>9</sup> Información comercial confidencial.

<b>Código</b>	FPI-009
<b>Objeto</b>	Guía de elaboración de Informe final de proyecto
<b>Usuario</b>	Director de proyecto de investigación
<b>Autor</b>	Secretaría de Ciencia y Tecnología de la UNLaM
<b>Versión</b>	5
<b>Vigencia</b>	03/9/2019



**Ilustración 3 - Arquitectura con optimizador**

El Optimizador permite centralizar el tráfico de internet, para evitar flujos de ida y vuelta duplicados y optimizar de este modo la disponibilidad del ancho de banda.

El Gateway implementa una pila IEEE 802.11, completa con seguridad WPA y WPA2; Cifrados CCMP (AES) y TKIP (RC4); Clave pre compartida (PSK) e IEEE Autenticación 802.1X; y RADIUS para Autenticación, Autorización y Contabilidad (AAA)

El controlador se comunica con puntos de acceso Wi-Fi y puntos de terminación del túnel a través de UDP / IP basado en los protocolos de plano de control, los conecta a pedido. Qué radiofrecuencia y servicio serán conectados, se determina por las aplicaciones SDWN que se ejecutan en el controlador.

Equipamiento del Laboratorio:

Núcleo de la red:

Todo el Virtual Core del Proveedor se instaló y configuró como una VNF en una Maqueta NFV de Laboratorio existente compuesta por el software y hardware que a continuación se detalla:



<b>Código</b>	FPI-009
<b>Objeto</b>	Guía de elaboración de Informe final de proyecto
<b>Usuario</b>	Director de proyecto de investigación
<b>Autor</b>	Secretaría de Ciencia y Tecnología de la UNLaM
<b>Versión</b>	5
<b>Vigencia</b>	03/9/2019

Computing Hardware:  
HP C7000 G7 con 6 blades de 6 cores cada uno y procesador X5650 (Tecnología Westmere)   
36Gbytes de memoria por blade 

Storage Hardware:  
2x600Gbytes de HD por blade 

Hypervisor:  
kvm RHEL 7.1 Red Hat 

VIM, Orchestrator 

**Ilustración 4 -Componentes del núcleo de red**

La VNF de Proveedor está compuesta del software cuyas funciones se detallan:

MGMT: Nodo de gestión para acceso remoto a VNF

PROVIDER-CTRL: Nodo controlador del Proveedor, requerido para todos los servicios.

PROVIDER-GW: Nodo Gateway del proveedor, requerido para el servicio HOTSPOT

PROVIDER-OPT: Nodo Optimizador del Proveedor

WLAN-GW: WLAN Gateway, que proporciona RADIUS AAA, servidor DHCP y funcionalidad de IP Gateway.

Los equipos físicos de hardware para clientes, utilizados para el proyecto se detallan a continuación:

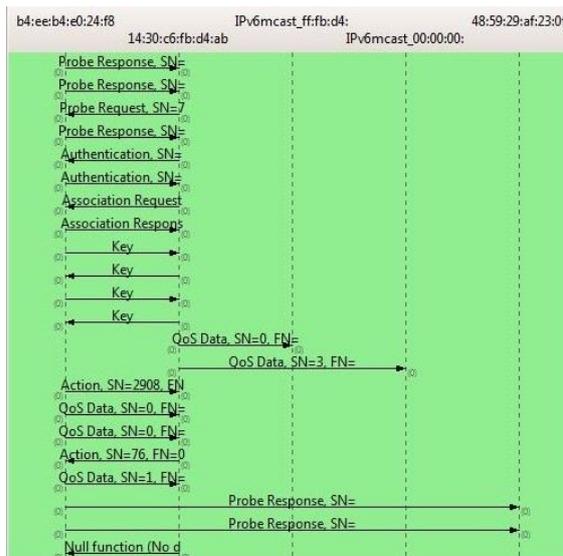
Askey Mini ADSL CPEs (Marco Polo v2 con firmware Proveedor compatible).

4 CPEs instalados en una locación fija y concurrida

2 CPEs instalados en un ambiente controlado

1 CPE instalado en un edificio de CABA

El resto fue distribuido a los participantes de la prueba para su instalación hogareña



**Los dispositivos de prueba controlada utilizados, fueron:  
Características de los móviles empleados:**

<b>Código</b>	FPI-009
<b>Objeto</b>	Guía de elaboración de Informe final de proyecto
<b>Usuario</b>	Director de proyecto de investigación
<b>Autor</b>	Secretaría de Ciencia y Tecnología de la UNLaM
<b>Versión</b>	5
<b>Vigencia</b>	03/9/2019



Smartphone Motorola, Modelo: Moto X (XT1058); Versión de Android 5.1; Versión de banda base: MSM8960PRO\_BP23225.138.89.00R, número de compilación: LPA23.12-15; Versión del sistema: 222.21.15.ghost\_row.Movistar.en.AR.tefla, Versión de núcleo: [3.4.42-g030aaa2hud-soncm@ilclbld31](#).

### **Características de las laptop empleadas**

Laptop N°1: marca Exo, modelo HR14, con Windows 7 Enterprise, Service Pack1, procesador Intel Core I7- 2620 M CPU - 2,7GHz, 4GB de RAM, Sistema operativo de 32 bits); interfaz Wireless Realtek RTL8188CE Wireless LAN 802.11

Laptop N°2: marca Exo, modelo HR14, con Windows XP Service Pack3, procesador Intel Core I7- 2620 M CPU 2,7GHz, 4GB de RAM, Sistema operativo de 32 bit); interfaz Wireless Realtek RTL8188CE Wireless LAN 802.11.

### **Las Pruebas:**

Se efectuaron capturas de los protocolos intercambiados entre los AP y los usuarios inalámbricos en la interfaz de aire, por medio de un software diseñado para auditoría de seguridad informática (WiFiSlax). Luego, dichas capturas fueron analizadas con software de uso regular en el ámbito de estudio de redes (Wireshark). En lo que respecta a los móviles se instaló un software (WiFi Overview 360 Pro) para escanear redes WiFi con capacidades de detección y sniffer (información detallada de niveles de señal, direcciones de red y MAC address, canales de RF, velocidades de conexión, etc.).

Para el caso del laptop, se instaló un software (InSSIDer) con capacidades equivalentes a las previstas por la aplicación de los móviles.

En todos los casos de pruebas con móviles las transiciones entre los distintos estados de asociación se efectuaron en forma automática, sin intervención alguna del usuario.

Se observó que la asociación del móvil con los AP seguía la secuencia esperada; dicha secuencia, en su forma completa, debería ser: Probe Request, Probe Response, Authentication, Association Request, Association Response y el envío de las key. Con el objeto de verificar la secuencia indicada se efectuaron capturas de cada instancia de asociación, es decir, iniciando la misma en unos de los AP (Home), continuando con el AP restante (Visitor) y volviendo finalmente al primero. El diagrama representa el intercambio de mensajes entre equipos (observar el sentido de las flechas asociadas a cada mensaje). Las MAC de cada equipo se encuentran indicadas en la parte superior del diagrama y las líneas verticales de referencia delimitan el diálogo entre elementos de red.

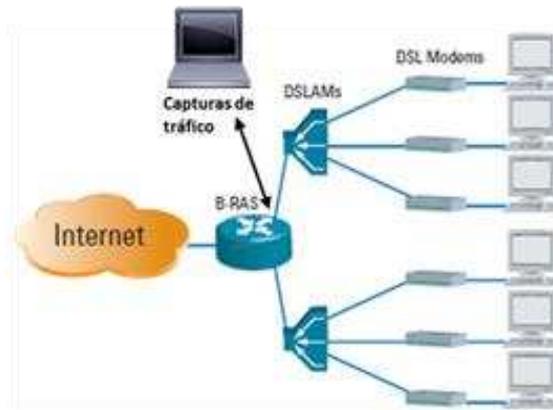
### **Comportamiento del AP**

Se observó exclusivamente el comportamiento del AP, desde el encendido del equipo, respecto del establecimiento de la sesión con el controlador del proveedor.

<b>Código</b>	FPI-009
<b>Objeto</b>	Guía de elaboración de Informe final de proyecto
<b>Usuario</b>	Director de proyecto de investigación
<b>Autor</b>	Secretaría de Ciencia y Tecnología de la UNLaM
<b>Versión</b>	5
<b>Vigencia</b>	03/9/2019



Se muestra a continuación el resumen del diálogo entre el AP y el Controller (en las capturas de tráfico se deberá buscar la IP 201.251.104.35 correspondiente a este último y la 200.51.171.118 correspondiente al AP, asignada por el BRAS); en este caso no se establecieron asociaciones de usuarios Wireless al AP. Las capturas de tráfico se efectuaron accediendo al BRAS (Broadband Remote Access Server).



**Ilustración 5 Esquema del escenario de medición**

200.51.171.118	201.251.104.35	Comment
Client Hello		DTLSv1.2: Client Hello
Hello Verify Requ...		DTLSv1.2: Hello Verify Request
Client Hello		DTLSv1.2: Client Hello
Server Hello, Cert...		DTLSv1.2: Server Hello, Certificate, Server Hello Done
Client Key Excha...		DTLSv1.2: Client Key Exchange, Change Cipher Spec, Encrypted Handshake Message
Change Cipher S...		DTLSv1.2: Change Cipher Spec, Encrypted Handshake Message
Application Data		DTLSv1.2: Application Data
Application Data		DTLSv1.2: Application Data
Application Data		DTLSv1.2: Application Data
Application Data		DTLSv1.2: Application Data
Application Data		DTLSv1.2: Application Data

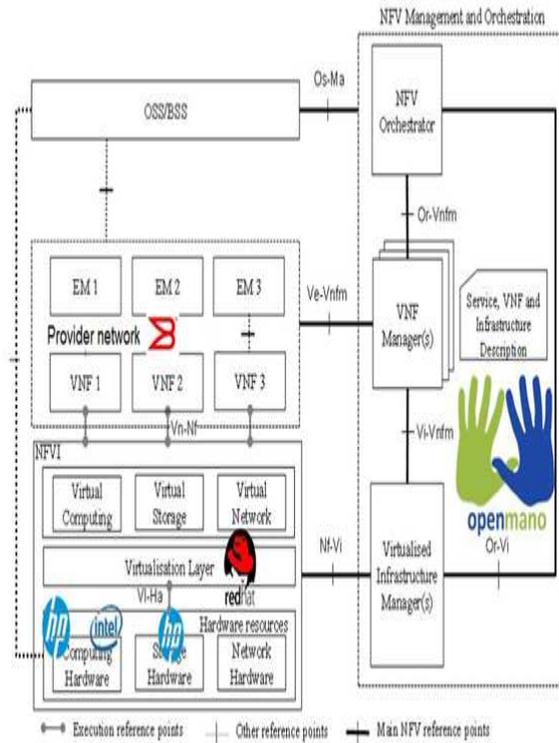
**Ilustración 6 Comportamiento de los AP**

Los resultados de la prueba de funcionamiento del servicio fueron satisfactorios.

## Conclusiones y posibles líneas de Investigación



<b>Código</b>	FPI-009
<b>Objeto</b>	Guía de elaboración de Informe final de proyecto
<b>Usuario</b>	Director de proyecto de investigación
<b>Autor</b>	Secretaría de Ciencia y Tecnología de la UNLaM
<b>Versión</b>	5
<b>Vigencia</b>	03/9/2019



**Ilustración 3 Arquitectura NFV**

Como primer paso para analizar el desarrollo de la arquitectura seguido en la prueba antes descrita, debemos analizar los campos de acción y casos de uso definidos por ETSI, cuáles son los utilizados y su coincidencia.

La existencia de un Provider controller cuya función es la de distribuir la carga entre el Provider Gateway y el Provider optimizador nos indica que hay un balanceo de cargas y un control de políticas de acceso. Por eso podemos afirmar que cumple con los campos de acción propuestos por NFV

Funciones convergentes y de toda la red: servidores AAA, control de políticas.

Optimización a nivel de aplicación: CDN, servidores de caché, equilibradores de carga.

En cuanto a la arquitectura de la prueba propuesta, al superponer proveedores que integran la solución con la propuesta de ETSI, no hay dudas en que existen las funciones de red virtualizadas (VNF) en la propuesta del proveedor.

En la Infraestructura para Funciones Virtualizadas (NFVI) se utiliza el hipervisor KVM propuesto por Red Hat y servidores HP con procesadores Intel, también hay Gestión y orquestación provista por Open Mano.

En resumen, la implementación del servicio “Compartí tu Wi-Fi” es consistente con la arquitectura NFV.

En cuanto al desarrollo de la arquitectura, propuesto en el grafico 2 de este trabajo, se puede descartar la opción llamada “implementación monolítica” ya que no se ha utilizado un único proveedor para el servicio virtualizado.

Lo mismo ocurre con la segunda opción, dado que como fue explicado, en la Infraestructura de red virtualizada se usan Hipervisor Red Hat y Servidores HP (fabricante que recomienda usar XenServer)<sup>10</sup>

La opción tercera, se corresponde con la situación donde la capa de infraestructura de funciones virtualizadas es propuesta por un único vendedor, situación no existente en este caso, ya que interactúan Red Hat y HP, por el armado de la maqueta de Laboratorio existente.

<sup>10</sup><http://www.ciospain.es/archive/los-servidores-proliant-incluyan-el-hipervisor-xenserver-embellido>

<b>Código</b>	FPI-009
<b>Objeto</b>	Guía de elaboración de Informe final de proyecto
<b>Usuario</b>	Director de proyecto de investigación
<b>Autor</b>	Secretaría de Ciencia y Tecnología de la UNLaM
<b>Versión</b>	5
<b>Vigencia</b>	03/9/2019



La diferencia entre las opciones restantes, pueden describirse como la cantidad de proveedores existentes para cada capa de la infraestructura de funciones virtualizadas.

En este caso, dado que la VNF se instaló en una maqueta NFV ya existente, se puede descartar la opción cuarta, se usaron las opciones existentes y no se exigió al proveedor el uso de infraestructura propia.

La investigación comprueba que la implementación de un servicio SDN en una arquitectura NFV, resulta una tarea compleja e involucra el trabajo de diversos especialistas, pero a causa de los resultados obtenidos en las pruebas de laboratorio, se logra evitar la dependencia monovendedor y se difunde el uso de software libre en hardware genérico.

Una posible línea para futuras investigaciones es realizar un análisis de rendimiento cuando se presente el caso de varios proveedores del servicio de orquestación, por ejemplo, la existencia de dos o más VNFs cuyo plano de control u orquestación sea operado con dos proveedores.

#### Glosario

AAA	Authentication, Authorization & Accounting
ADSL	Asymmetric Digital Subscriber Line
BNG	Broadband Network Gateway
BRAS	Broadband remote access server
CCMP	Counter Mode CBC-MAC Protocol
CDN	Content Delivery Network
CPEs	Customer Premise Equipments
DHCP	Dynamic Host Configuration Protocol
DPI	Deep Packet Inspector
GGSN	Gateway GPRS Support Node
HLR	Home Location resources
HSS	Home Subscriber Server
IEEE	Inst. of Electrical and Electronics Engineers
IMS	IP Multimedia System
MAC	Media Access Control
ME	Mobile Equipment
MME	Mobility Management Entity
MS-BNG	Multi Service Broadband Network Gateway
NA(P)T	Network Address (Port) Translation
NAI	Network Access Identifier
NGN	Next Generation Network
PCC	Policy and Charging Control
PCEF	Policy and Charging Enforcement Function
PCRF	Policy and Charging Rules Function
PDN	Packet Data Networks



<b>Código</b>	FPI-009
<b>Objeto</b>	Guía de elaboración de Informe final de proyecto
<b>Usuario</b>	Director de proyecto de investigación
<b>Autor</b>	Secretaría de Ciencia y Tecnología de la UNLaM
<b>Versión</b>	5
<b>Vigencia</b>	03/9/2019

PDN GW	Packet Data Networks Gateway
PLMN	Public Land Mobile Network
PSK	pre-shared key
QCI	QoS Class Identifier
QoE	Quality of Experience
QoS	Quality of Server
RA	Router Advertisement
RADIUS	Remote Authentication Dial In User Service
RBN	Regional Broadband Network
RG	Residential Gateway
RNC	Radio Network Controller
SBCs	Service Border Controllers
SDN	Software Defined Network
SDWN	Software-defined wireless network
SeGW	Security Gateway
SSID	Service Set Identifier
TDF	Traffic Detection Function
TIER x	ISP de nivel x
TKIP	Temporal Key Integrity Protocol
TR	Technical Report
TWAG	Technical Report
UDP	User Datagram Protocol
VLAN	Virtual Local Area Network
VPN	Virtual Private Network
WG	Working Group
WPA	Wi-Fi Protected Access

## Bibliografía

1. Hakiri, A., Gayraud, T., Schmidt, D., & Berthou, P. (2014). Software Defined Networking: Challenges and research opportunities for Future Internet. *Computer Networks Volume 75, Part A*, 453-471.
2. AT&T: Margaret Chiosi. BT: Don Clarke, Peter Willis, Andy Reid. China Mobile: Dr. Chunfeng Cui, Dr. Hui Deng, et al. (s.f.). (29 de Abril de 2018). Obtenido de European Telecommunications Standards Institute: [http://portal.etsi.org/NFV/NFV\\_White\\_Paper.pdf](http://portal.etsi.org/NFV/NFV_White_Paper.pdf)



<b>Código</b>	FPI-009
<b>Objeto</b>	Guía de elaboración de Informe final de proyecto
<b>Usuario</b>	Director de proyecto de investigación
<b>Autor</b>	Secretaría de Ciencia y Tecnología de la UNLaM
<b>Versión</b>	5
<b>Vigencia</b>	03/9/2019

3. Metzler, A., & Metzler, J. (2015). The 2015 guide to SDN and NFV. Obtenido de Webtorials.
4. ETSI GS. Network Functions Virtualisation (NFV); Terminology for Main Concepts in NFV. NFV 003 V1.2.1.2014
5. Manuel Paul, Sibylle Schaller, Malcolm Betts, Dave Hood, Meral Shirazipour, Diego Lopez, Applying\_SDN\_Architecture\_to\_5G\_Slicing\_TR-526.pdf recuperado de <https://www.opennetworking.org/software-defined-standards/archives/>
6. N. McKeown, T. Anderson, L. Peterson, J. Rexford, S. Shenker, and S. Louis, "OpenFlow : Enabling Innovation in Campus Networks.(2008).ACM SIGCOMM Computer Communication. Volume 38 Issue 2, April 2008 (pp 69-74).



<b>Código</b>	FPI-009
<b>Objeto</b>	Guía de elaboración de Informe final de proyecto
<b>Usuario</b>	Director de proyecto de investigación
<b>Autor</b>	Secretaría de Ciencia y Tecnología de la UNLaM
<b>Versión</b>	5
<b>Vigencia</b>	03/9/2019

**D) XXI Workshop de Investigadores en Ciencias de la Computación – San Juan – Argentina 25 y 26 de Abril - Facultad de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales**

**Virtualización de funciones de red**

*Peliza Carlos, Dufour Fernando, Serra Ariel, Micieli Gustavo, Guerrero Facundo*

*Departamento de Informática e Investigaciones Tecnológicas*

*Universidad Nacional de La Matanza*

*Florencio Varela 1908, San Justo*

[pelizac@gmail.com](mailto:pelizac@gmail.com); [fdufourf@hotmail.com](mailto:fdufourf@hotmail.com) ; [aserra@unlam.edu.ar](mailto:aserra@unlam.edu.ar) ; [gmicieli@gmail.com](mailto:gmicieli@gmail.com)

**RESUMEN**

Dentro de lo que se denomina drivers en la industria de Telecomunicaciones, o sea factores que se analizan para adoptar una tecnología novedosa, 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.

En 2018, la consultora IDC, en su informe - Market Perspective - Doc # US43696118, nos dice "Cuando llegue el 5G comercial, las partes interesadas de la industria que virtualizaron y controlan la mayoría de la infraestructura se posicionarán para superar el desempeño. Esto será evidente cuando se implemente el núcleo 5G basado en estándares, y los proveedores de servicios de comunicación comiencen a aprovechar la división de la red. Aquellos que pueden para administrar y entregar de manera centralizada segmentos de red en toda la pila de red, incluidos los niveles de transporte y RAN, es probable que obtenga una ventaja competitiva tanto en costo como en agilidad de servicio sobre sus pares ", dice Patrick Filkins, analista de investigación senior, IoT y Mobile Network Infraestructura.

Transcurridos 6 años de la presentación cual es el estado de la virtualización, ¿se ha estandarizado?, ¿se ha extendido su uso?, ¿es una arquitectura masiva?

El presente trabajo tiene como objetivo analizar la arquitectura NFV y distinguir en ella los desarrollos que son posibles de seguir en nuestro país y la región, verificar cuál es la expansión de la arquitectura NFV.

El estilo de este trabajo de investigación es comparativo y se basa en el análisis de fuentes bibliográficas y documentación existente, junto a la realización de pruebas de concepto y funcionamiento de posibles servicios virtualizados o a virtualizar durante la investigación.

**Palabras Clave:** Virtualización de funciones de red, Telecomunicaciones, redes definidas por software

**CONTEXTO**

La secretaria de investigaciones tecnológicas, en conjunto con del Departamento de Ingeniería e investigaciones tecnológicas, son quienes dictan las políticas de investigación y las entienden como la base de producción y distribución de conocimiento. Particularmente este grupo de investigación ha venido desarrollando una serie de investigaciones orientadas a las redes de comunicaciones o a las telecomunicaciones en general, como antecedentes se pueden citar: C164 (Carrier- Ethernet), C189

<b>Código</b>	FPI-009
<b>Objeto</b>	Guía de elaboración de Informe final de proyecto
<b>Usuario</b>	Director de proyecto de investigación
<b>Autor</b>	Secretaría de Ciencia y Tecnología de la UNLaM
<b>Versión</b>	5
<b>Vigencia</b>	03/9/2019

(LTE) y trabajos en diferentes congresos como “Carrier Aggregation”, “Narrow Band IoT”, “VoLTE”.

Temáticas que luego son introducidas en cátedras de comunicaciones de la Universidad Nacional de La Matanza, en carreras de Informática como de Electrónica. Adicionalmente, se brindan charlas de divulgación para la comunidad educativa de acuerdo a las necesidades del centro de estudiantes de dicha institución

## INTRODUCCION

La virtualización de las funciones de red (NFV) es un enfoque de red propuesto por ETSI (European Telecommunications Standards Institute) que permite la sustitución de dispositivos de hardware dedicado, 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.

El viaje a una red NFV completamente operacional requiere la coordinación de tres desarrollos interconectados, pero totalmente separados: Virtualización, Orquestación y Automatización, ninguno de estos caminos puede considerarse de manera aislada (Ashton Metzler, 2015, p.47)

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. Este enfoque reduce los costos y minimiza el mantenimiento, debido a que los dispositivos virtuales reemplazan dispositivos de red basados en hardware dedicado. La NFV no debe confundirse con una red virtualizada, porque la NFV, es un marco o arquitectura que busca descargar sólo las funciones de red, y no toda la red. También es importante señalar que la NFV es diferente de una función virtual de red (VNF), un término comúnmente utilizado para describir una función de red que se ejecuta en el software de una máquina virtual (Terminology for Main Concepts in NFV, gs\_NFV003v010201p).

La amplia gama de opciones de desarrollo que presenta NFV puede expresarse mediante los siguientes cuadros de elaboración propia:



Ilustración 4 – Implementación monolítica.



<b>Código</b>	FPI-009
<b>Objeto</b>	Guía de elaboración de Informe final de proyecto
<b>Usuario</b>	Director de proyecto de investigación
<b>Autor</b>	Secretaría de Ciencia y Tecnología de la UNLaM
<b>Versión</b>	5
<b>Vigencia</b>	03/9/2019

Varios proveedores de VNF virtualizadas  
único proveedor de Hardware



Hardware y Software desacoplados

Varios proveedores de VNF virtualizadas  
Único proveedor de virtualización y único proveedor hardware



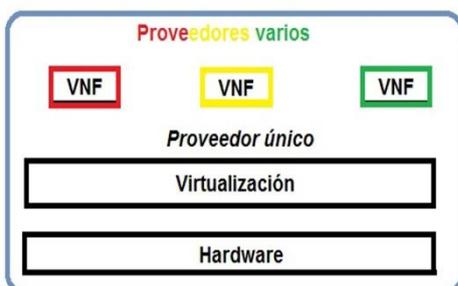
Hardware y Software desacoplados  
Dificultad en la integración vertical.  
Entorno multivendedor vertical.

Ilustración 5 - Islas de VNF

<b>Código</b>	FPI-009
<b>Objeto</b>	Guía de elaboración de Informe final de proyecto
<b>Usuario</b>	Director de proyecto de investigación
<b>Autor</b>	Secretaría de Ciencia y Tecnología de la UNLaM
<b>Versión</b>	5
<b>Vigencia</b>	03/9/2019

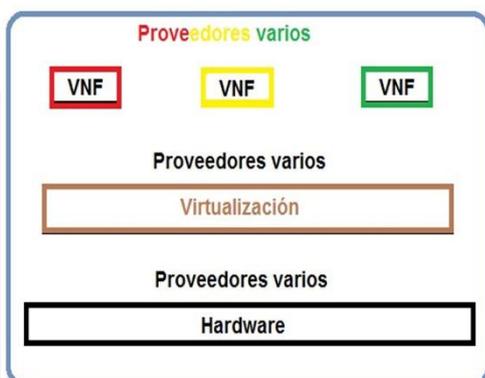


Varios proveedores de VNF  
único proveedor de Hardware y virtualización



Hardware y Software desacoplados

Varios proveedores de VNF  
Varios proveedores de virtualización y  
varios proveedores de hardware



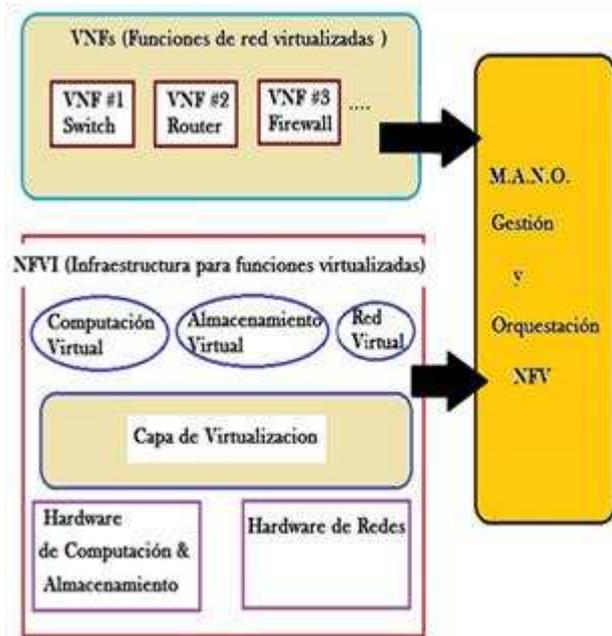
Hardware y Software desacoplados en un entorno  
multi-proveedor.  
Dificultad de integración horizontal y vertical

### Ilustración 6 Implementación con estructura similar a SDN

En la propuesta del whitepaper del 2012 estaban definidos los campos de acción y casos de uso (NFV\_White\_Paper, p 6) entre los cuales se enumeraban:

- Elementos de conmutación: BNG, CG-NAT, enrutadores
- Nodos de red móvil: HLR / HSS, MME, SGSN, GGSN / PDN-GW, RNC, nodo B, eNodo B.
- Funciones contenidas en enrutadores y decodificadores domésticos.
- Análisis de tráfico: DPI, medición de QoE.
- Señalización NGN: SBCs, IMS.
- Funciones convergentes y de toda la red: servidores AAA, control de políticas.
- Optimización a nivel de aplicación: CDN, servidores de caché, equilibradores de carga.
- Funciones de seguridad: cortafuegos, escáneres de virus, sistemas de detección de intrusos, protección contra correo no deseado.

<b>Código</b>	FPI-009
<b>Objeto</b>	Guía de elaboración de Informe final de proyecto
<b>Usuario</b>	Director de proyecto de investigación
<b>Autor</b>	Secretaría de Ciencia y Tecnología de la UNLaM
<b>Versión</b>	5
<b>Vigencia</b>	03/9/2019



**Ilustración 7 - Arquitectura NFV**

Se ha comprobado la existencia de funciones simples de red virtualizadas, a saber, service border controllers, routers y switches, sin embargo ¿cuál es la actualidad de los nodos y equipos de core en redes móviles.?

#### LINEAS DE INVESTIGACION y DESARROLLO

La problemática a investigar incluye, entre otras temáticas, las percepciones de los principales especialistas en estas tecnologías y lo que ocurrirá con la misma durante los próximos 3 años.

Surgirán de los estudios distintas soluciones posibles de implementación, donde cada una de ellas llevará asociadas ventajas y limitaciones. Estas determinarán los servicios que cada caso pueda prestar.

El campo específico de la investigación consiste en trabajar sobre los aspectos de interoperabilidad y capacidades de los elementos de red de distintos proveedores, determinando su compatibilidad de funcionamiento frente a los estándares, concentrándonos en el comportamiento en este nuevo escenario tecnológico.

El modelo teórico conceptual para la problemática a analizar se estructura a partir del conocimiento de incompatibilidades históricas que presentan las tecnologías en sus estados iniciales de desarrollo con las necesidades de buen funcionamiento de los servicios.

Esto requiere un análisis de dichas incompatibilidades de acuerdo con el estado del arte, con el objeto de que los proveedores de tecnologías trabajen sobre las mismas y que los Carriers de comunicaciones tengan claro cuáles son las limitaciones a la hora de implementar sus servicios.

La validez de los resultados se obtendrá a través de la verificación de la compatibilidad de las tecnologías para los servicios convergentes y la búsqueda de pruebas exitosas que convaliden nuestras conclusiones, para lo cual una vez obtenido el resultado, se lo contrastará con pruebas de laboratorio o pruebas piloto en operadoras de telefonía móvil que se buscarán en el mercado.

#### RESULTADOS OBTENIDOS/ESPERADOS

<b>Código</b>	FPI-009
<b>Objeto</b>	Guía de elaboración de Informe final de proyecto
<b>Usuario</b>	Director de proyecto de investigación
<b>Autor</b>	Secretaría de Ciencia y Tecnología de la UNLaM
<b>Versión</b>	5
<b>Vigencia</b>	03/9/2019



Obtener conocimiento e información sobre el estado de arte real de la tecnología de virtualización y sus posibilidades de implementación en Argentina.

Lograr reconocer las implementaciones más convenientes (mejores prácticas) que podrán ser utilizadas por los operadores para reducir tiempos de implantación.

Determinar una prospectiva de la evolución de este tipo de redes en los próximos 3 años.

Obtener información sobre cuáles serán los servicios que oficiarán de apalancadores del negocio de las telecomunicaciones de la región.

#### FORMACION DE RECURSOS HUMANOS

El equipo de investigadores pertenece al cuerpo docente del Departamento de Ingeniería de la Universidad de La Matanza, con miembros de las carreras de Electrónica e Informática, todos con gran experiencia en el área de telecomunicaciones.

Para el segundo año de investigación, se tiene planificado incorporar alumnos, como parte de un plan para mejorar sus habilidades blandas o soft skills, que incluyan la redacción científica de textos y/o a los que la investigación les permita formalizar su trabajo de fin de carrera.

#### BIBLIOGRAFIA

Hakiri, A., Gayraud, T., Schmidt, D., & Berthou, P. (2014). Software Defined Networking: Challenges and research opportunities for Future Internet. *Computer Networks Volume 75, Part A*, 453-471.

AT&T: Margaret Chiosi. BT: Don Clarke, Peter Willis, Andy Reid. China Mobile: Dr. Chunfeng Cui, Dr. Hui Deng. et all. (s.f.). (29 de Abril de 2018). *ETSI*. Obtenido de European



<b>Código</b>	FPI-009
<b>Objeto</b>	Guía de elaboración de Informe final de proyecto
<b>Usuario</b>	Director de proyecto de investigación
<b>Autor</b>	Secretaría de Ciencia y Tecnología de la UNLAM
<b>Versión</b>	5
<b>Vigencia</b>	03/9/2019

## **E) JORNADA DE INTEGRACIÓN, EXTENSIÓN Y ACTUALIZACIÓN**

**Lugar y fecha:** Apóstoles, Misiones, Argentina: Septiembre 5 – 8, 2019

**Disertante:** Dufour Fernando

### **Virtualización y 5G, en Argentina**

*Peliza Carlos, Dufour Fernando, Serra Ariel, Micieli Gustavo, Guerrero Facundo*  
*Departamento de Informática e Investigaciones Tecnológicas*

*Universidad Nacional de La Matanza*

*Florencio Varela 1908, San Justo*

[pelizac@gmail.com](mailto:pelizac@gmail.com); [fdufourf@hotmail.com](mailto:fdufourf@hotmail.com) ; [aserra@unlam.edu.ar](mailto:aserra@unlam.edu.ar) ; [gmicieli@gmail.com](mailto:gmicieli@gmail.com)

#### **Abstract**

*En 2018, la consultora IDC, en su informe - Market Perspective - Doc # US43696118, nos dice "Cuando llegue el 5G comercial, las partes interesadas de la industria que virtualizaron y controlan la mayoría de la infraestructura se posicionarán para superar el desempeño. Esto será evidente cuando se implemente el núcleo 5G basado en estándares, y los proveedores de servicios de comunicación comiencen a aprovechar la división de la red. Aquellos que pueden para administrar y entregar de manera centralizada segmentos de red en toda la pila de red, incluidos los niveles de transporte y RAN, es probable que obtenga una ventaja competitiva tanto en costo como en agilidad de servicio sobre sus pares ", dice Patrick Filkins, analista de investigación senior, IoT y Mobile Network Infraestructura.*

*Transcurridos casi 2 años de la presentación cual es el estado de la virtualización, ¿se ha estandarizado?, ¿se ha extendido su uso?, ¿es una arquitectura masiva?*

*El presente trabajo tiene como objetivo analizar la arquitectura NFV y distinguir en ella los desarrollos aplicados a la 5G en Argentina.*

*El estilo de este trabajo de investigación es comparativo y se basa en el análisis de fuentes bibliográficas y documentación existente, junto a la realización de encuestas a especialistas en Telecomunicaciones de las grandes proveedoras de servicios de red.*

**Palabras Clave:** Virtualización, non standalone, NFV, 5G, Telecomunicaciones, prospectiva, redes definidas por software

#### **CONTEXTO**

La secretaria de investigaciones tecnológicas, en conjunto con del Departamento de Ingeniería e investigaciones tecnológicas, son quienes dictan las políticas de investigación y las entienden como la base de producción y distribución de conocimiento. Particularmente este grupo de investigación ha venido desarrollando una serie de investigaciones orientadas a las redes de comunicaciones o a las telecomunicaciones en general, como antecedentes se pueden citar: C164 (Carrier- Ethernet), C189 (LTE) y trabajos en diferentes congresos como "Carrier Agreggation", "Narrow Band IoT", "VoLTE" "Virtualización de funciones de red".

Temáticas que luego son introducidas en cátedras de comunicaciones de la Universidad Nacional de La Matanza, en carreras de Informática como de Electrónica. Adicionalmente, se brindan charlas de divulgación para la comunidad educativa en acuerdo a las necesidades de la secretaria de Extensión Universitaria o el interés del centro de estudiantes de la institución.

<b>Código</b>	FPI-009
<b>Objeto</b>	Guía de elaboración de Informe final de proyecto
<b>Usuario</b>	Director de proyecto de investigación
<b>Autor</b>	Secretaría de Ciencia y Tecnología de la UNLaM
<b>Versión</b>	5
<b>Vigencia</b>	03/9/2019



## 1. INTRODUCCION

La virtualización de las funciones de red (NFV) es un enfoque de red propuesto por ETSI (European Telecommunications Standards Institute) que permite la sustitución de dispositivos de hardware dedicado, 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.

El viaje a una red NFV completamente operacional requiere la coordinación de tres desarrollos interconectados, pero totalmente separados: Virtualización, Orquestación y Automatización, ninguno de estos caminos puede considerarse de manera aislada (Ashton Metzler, 2015, p.47)

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. Este enfoque reduce los costos y minimiza el mantenimiento, debido a que los dispositivos virtuales reemplazan dispositivos de red basados en hardware dedicado. La NFV no debe confundirse con una red virtualizada, porque la NFV, es un marco o arquitectura que busca descargar sólo las funciones de red, y no toda la red. También es importante señalar que la NFV es diferente de una función virtual de red (VNF), un término comúnmente utilizado para describir una función de red que se ejecuta en el software de una máquina virtual (Terminology for Main Concepts in NFV, gs\_NFV003v010201p).

La amplia gama de opciones de desarrollo que presenta NFV puede expresarse mediante los siguientes cuadros de elaboración propia:



Ilustración 8 – Implementación monolítica.

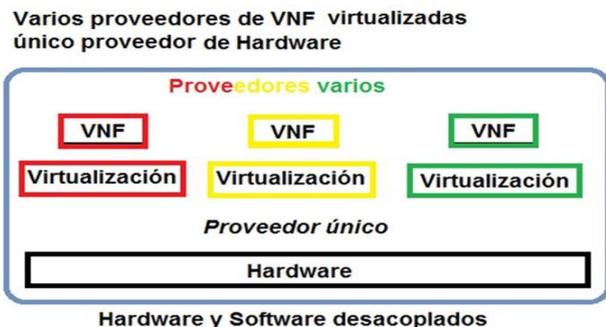


Ilustración 9 - Islas de VNF

<b>Código</b>	FPI-009
<b>Objeto</b>	Guía de elaboración de Informe final de proyecto
<b>Usuario</b>	Director de proyecto de investigación
<b>Autor</b>	Secretaría de Ciencia y Tecnología de la UNLaM
<b>Versión</b>	5
<b>Vigencia</b>	03/9/2019

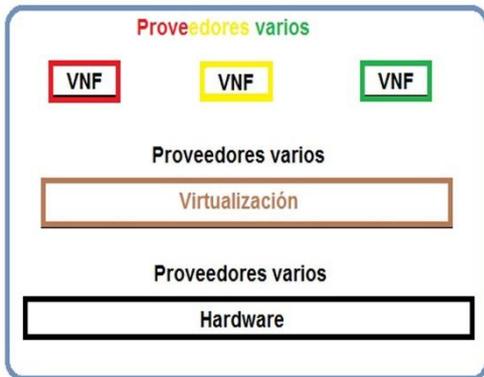


Varios proveedores de VNF  
único proveedor de Hardware y virtualización



Hardware y Software desacoplados

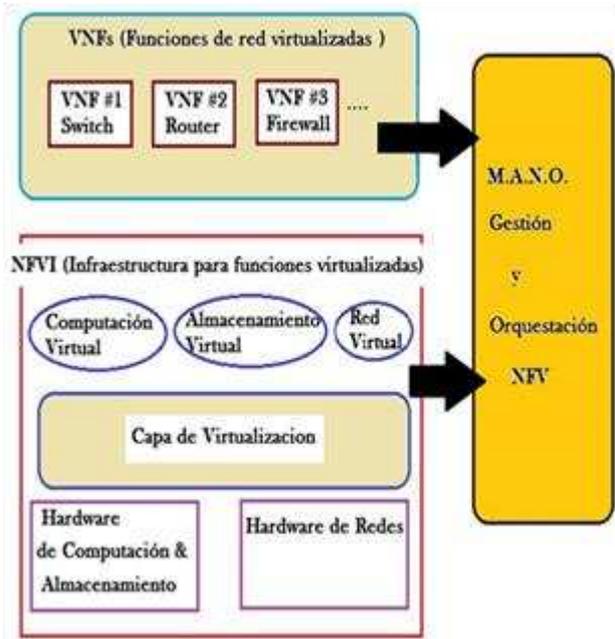
Varios proveedores de VNF  
Varios proveedores de virtualización y  
varios proveedores de hardware



Hardware y Software desacoplados en un entorno  
multi- proveedor.  
Dificultad de integración horizontal y vertical

**Ilustración 10 Implementación con estructura similar a SDN**

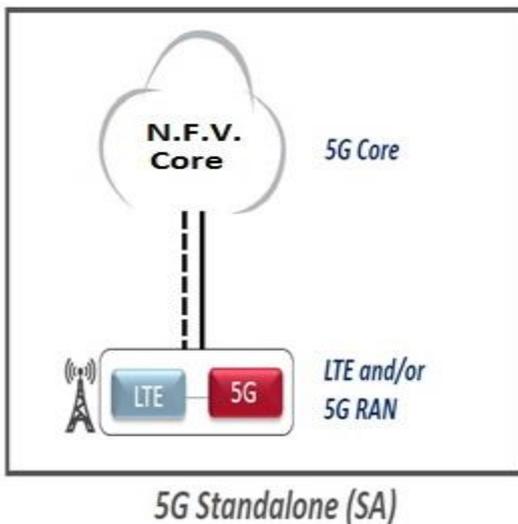
<b>Código</b>	FPI-009
<b>Objeto</b>	Guía de elaboración de Informe final de proyecto
<b>Usuario</b>	Director de proyecto de investigación
<b>Autor</b>	Secretaría de Ciencia y Tecnología de la UNLaM
<b>Versión</b>	5
<b>Vigencia</b>	03/9/2019



**Ilustración 11 - Arquitectura NFV**

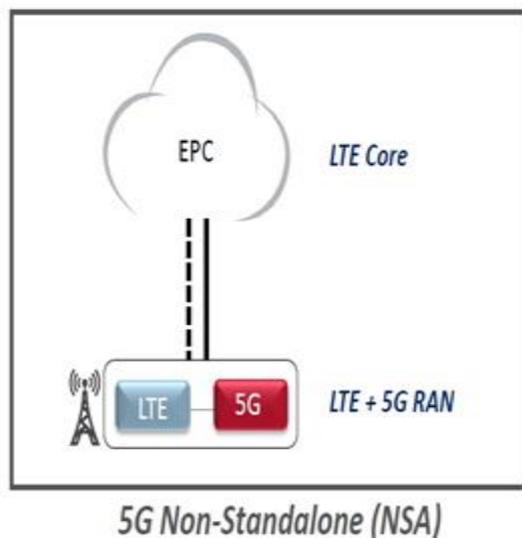
Se ha comprobado la existencia de funciones simples de red virtualizadas, a saber, service border controllers, routers y switches, sin embargo ¿cuál es la actualidad de los nodos y equipos de core en redes móviles? ¿Están en condiciones de brindar 5G?.

El siguiente paso consiste en entender la relación entre 5G y NFV, que de acuerdo al organismo de estandarización 3GPP enuncia dos tipos de implementación: Standalone y Non Standalone



**Ilustración 12 - Implementación 5G Standalone**

<b>Código</b>	FPI-009
<b>Objeto</b>	Guía de elaboración de Informe final de proyecto
<b>Usuario</b>	Director de proyecto de investigación
<b>Autor</b>	Secretaría de Ciencia y Tecnología de la UNLaM
<b>Versión</b>	5
<b>Vigencia</b>	03/9/2019



**Ilustración 13 - Implementación Non Standalone**

De la estructura de ambas implementaciones y un breve análisis de los flujos de inversiones en nuestro país se desprende que la implantación Non Standalone es la que menos inversión inicial requiere (la investigación C189\_Redes LTE de este mismo grupo de trabajo, lo ha demostrado).

Adicionalmente, el análisis de los plazos para la cobertura de redes 4G (LTE) indica que todavía una parte importante del país está sin dicha cobertura.

Debe mencionarse que en el Congreso Cacic 2018, la presentación “Redes 5G y Virtualización de funciones de red en Argentina” exponía las pruebas realizadas en Argentina sobre una red de acceso por radio (RAN) en 5G pero sin conexión a un Core.

## **2.LINEAS DE INVESTIGACION y DESARROLLO**

La problemática a investigar incluye, entre otras temáticas, las percepciones de los principales especialistas en estas tecnologías de Virtualización y 5G junto a lo que ocurrirá durante los próximos 3 años.

El campo específico de la investigación consiste en trabajar frente a los estándares, concentrándonos en el comportamiento en Argentina frente a este nuevo escenario tecnológico.

El modelo teórico conceptual para la problemática a analizar se estructura a partir del conocimiento de incompatibilidades históricas que presentan las tecnologías en sus estados iniciales de desarrollo con las necesidades de buen funcionamiento de los servicios.

Esto requiere un análisis de dichas incompatibilidades de acuerdo con el estado del arte, con el objeto de que los proveedores de tecnologías trabajen sobre las mismas y que los Carriers de comunicaciones tengan claro cuáles son las limitaciones a la hora de implementar sus servicios.

La validez de los resultados se obtendrá a través de la verificación de la compatibilidad de las tecnologías para los servicios convergentes y la búsqueda de pruebas exitosas que convaliden nuestras conclusiones, para lo cual una vez obtenido el resultado, se lo contrastará con pruebas de laboratorio o pruebas piloto en operadoras de telefonía móvil que se buscarán en el mercado.

## **3.RESULTADOS OBTENIDOS/ESPERADOS**

<b>Código</b>	FPI-009
<b>Objeto</b>	Guía de elaboración de Informe final de proyecto
<b>Usuario</b>	Director de proyecto de investigación
<b>Autor</b>	Secretaría de Ciencia y Tecnología de la UNLaM
<b>Versión</b>	5
<b>Vigencia</b>	03/9/2019



La investigación clasificada según la obtención de las fuentes de información, combina las técnicas de investigación documental y la investigación de campo<sup>11</sup> con muestras intencionales. Este tipo de muestreo se caracteriza por un esfuerzo deliberado de obtener muestras "representativas" mediante la inclusión en la muestra de grupos típicos.

Las entrevistas realizadas, de tipo cualitativo y cuantitativo, nos permitieron establecer el pensamiento de variados especialistas en que se desenvuelven en la industria de las Telecomunicaciones de Argentina y sus proveedores.

La originalidad de la investigación encuentra basamento en la misma tecnología investigada, que se halla en pleno desarrollo evolutivo, ya sea en el orden de la estandarización como en el de la generación de nuevas funcionalidades para su posterior puesta en estándares.

A continuación, el detalle de datos obtenidos de las entrevistas y contactos con profesionales involucrados en la temática.

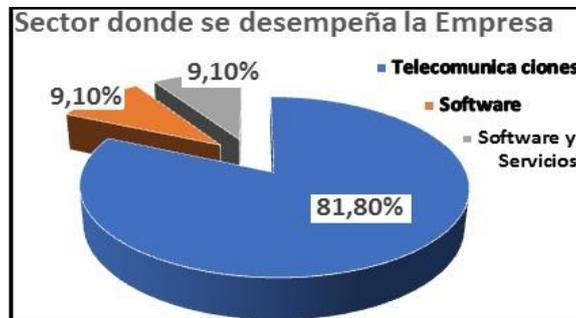
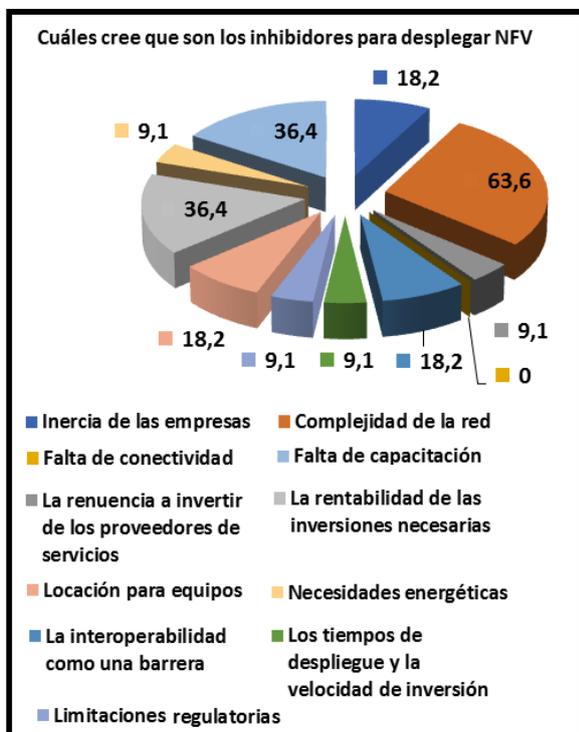


Ilustración 14 - Pertenencia del entrevistado



<sup>11</sup> Rojas Crotte, Ignacio Roberto- ELEMENTOS PARA EL DISEÑO DE TÉCNICAS DE INVESTIGACIÓN: UNA PROPUESTA DE DEFINICIONES Y PROCEDIMIENTOS EN LA INVESTIGACIÓN CIENTÍFICA *Tiempo de Educar*, vol. 12, núm. 24, julio-diciembre, 2011, pp. 277-297 Universidad Autónoma del Estado de México



<b>Código</b>	FPI-009
<b>Objeto</b>	Guía de elaboración de Informe final de proyecto
<b>Usuario</b>	Director de proyecto de investigación
<b>Autor</b>	Secretaría de Ciencia y Tecnología de la UNLaM
<b>Versión</b>	5
<b>Vigencia</b>	03/9/2019

### **Ilustración 15 - Inhibidores para NFV**

Se debe hacer mención a la particularidad, que cada entrevistado contó con la posibilidad de brindar varias respuestas ordenadas de acuerdo a su criterio, por esa razón la excedencia de 100% al sumar las diferentes opciones.

La respuesta Complejidad de la red, es la que nos permite inferir el riesgo latente ante cualquier intervención en la red. Se pueden generar fallas que dificultan la normal operación.

Falta de Capacitación como respuesta mayoritaria, es consistente con la novedad del tema en cuestión, los especialistas se hallan en plena etapa de desarrollo de sus capacidades. Mientras Rentabilidad de las inversiones necesarias, hace alusión a la situación económica imperante, ya que las inversiones son en moneda dura.

El análisis del marco teórico de la tecnología NFV nos permite conocer que uno de los driver que permitirá su desarrollo está ligado a brindar nuevos servicios para la telefonía móvil, que permitan lograr una llegada rápida al mercado.

Los análisis de mercado de las empresas de Telecomunicaciones indican que las tendencias se dirigen al uso del servicio móvil en tiempo real o de muy baja latencia y esa cualidad solo es posible con tiempos de latencia como se ha estandarizado en 5G.

En Argentina a finales de 2017, se han realizado pruebas satisfactorias de una implantación 5G RAN para Non Standalone con dispositivos demostrativos no disponibles en el mercado.

En abril 2019 se realizó la primera prueba con terminales de mercado para estudiar el funcionamiento de Carrier Aggregation en UpLink, llegando a una velocidad de 120Mbps.

El terminal utilizado fue el Samsung S10+ y las condiciones fueron las siguientes.

PCC: Banda 7 (20MHz BW)

SCC: Banda 7(20MHz BW)

Modulación: 64QAM.

En la actualidad, existen disponibles redes NFV con solución monolítica de LTE que por problemas de disponibilidad de tiempo no fueron exploradas para conexión con la RAN 5G, por lo que no resulta factico considerar una conectividad posible. Será una experiencia que debe transitarse.

Por otro lado, se están desarrollando pruebas de VEPC (Core Evolucionado de Red de Paquetes Virtualizado) para hacer de un corazón de red de paquetes evolucionados, propio de las redes LTE, una VNF, un servicio de red virtualizado que respete el concepto de la arquitectura NFV.

Todo lo expuesto nos permite afirmar que en la Argentina se ha comprobado el funcionamiento del servicio de 5G que cumplirá con los estándares a cumplimentar en el mundo bajo la implementación Non Standalone.

Se deja para una futura línea de investigación, la problemática relacionada al espectro de frecuencias a usar por 5G.

## **4.CONCLUSIONES**

El análisis de las respuestas y verificaciones para la investigación en curso nos permite sacar las siguientes conclusiones: Tanto la virtualización de funciones de red (NFV) como la implantación de 5G en modo Non Standalone se hallan en estados incipientes de avance, pero siguiendo caminos

<b>Código</b>	FPI-009
<b>Objeto</b>	Guía de elaboración de Informe final de proyecto
<b>Usuario</b>	Director de proyecto de investigación
<b>Autor</b>	Secretaría de Ciencia y Tecnología de la UNLaM
<b>Versión</b>	5
<b>Vigencia</b>	03/9/2019



separados. El equipo de investigadores, en base a la información recolectada puede afirmar que la madurez alcanzada le pertenece en gran medida a las características de LTE, en especial Carrier Aggregation, necesaria pero no suficiente para 5G en la Radio Access Network (RAN).

Los especialistas entrevistados manifiestan que la unificación entre RAN 5G y NFV para converger a una red 5G Standalone va a tener un camino difícil por falta de capacitación junto al complejo panorama económico de las inversiones necesarias, lo que posiblemente redunde en una mejora en las velocidades de subida y bajada de datos móviles desde la red, pero no en una mejora inmediata y sustancial en los tiempos de latencia (uno de los drivers de 5G).

Se presentan como futuras líneas de investigación, el análisis práctico de las regulaciones del espectro radioeléctrico y las decisiones políticas para su ampliación, que permitirá cumplir con las necesidades de 5G.

## 5. BIBLIOGRAFIA

Hakiri, A., Gayraud, T., Schmidt, D., & Berthou, P. (2014). Software Defined Networking: Challenges and research opportunities for Future Internet. *Computer Networks Volume 75, Part A*, 453-471.

AT&T: Margaret Chiosi. BT: Don Clarke, Peter Willis, Andy Reid. China Mobile: Dr. Chunfeng Cui, Dr. Hui Deng. et al. (s.f.). (29 de Abril de 2018). *ETSI*. Obtenido de European Telecommunications Standards Institute: [http://portal.etsi.org/NFV/NFV\\_White\\_Paper.pdf](http://portal.etsi.org/NFV/NFV_White_Paper.pdf)

Chris Wolf, Erick M. Halter. (2005). *Virtualization: From the Desktop to the Enterprise (Books for Professionals by Professionals)*. Apress.

Metzler, A., & Metzler, J. (2015). *The 2015 guide to SDN and NFV*. Obtenido de Webtorials.

Rajendra Chayapathi, Syed F. Hassan, Paresh Shah. (2017). *Network Functions Virtualization (NFV) with a Touch of SDN*. Pearson Education.



<b>Código</b>	FPI-009
<b>Objeto</b>	Guía de elaboración de Informe final de proyecto
<b>Usuario</b>	Director de proyecto de investigación
<b>Autor</b>	Secretaría de Ciencia y Tecnología de la UNLaM
<b>Versión</b>	5
<b>Vigencia</b>	03/9/2019

**F) Octavo Congreso Argentino de la Interacción-Persona Computador@, Telecomunicaciones, Informática e Información Científica - IPCTIIC 2019**

**NFV aún sin 5G:**

**Esperando al auto no tripulado**

Carlos Peliza, Fernando Dufour, Ariel Serra, Gustavo Micieli  
Universidad Nacional de La Matanza  
Florencio Varela 1903 (B1754JEC) - San Justo, Buenos Aires, Argentina  
[pelizac@gmail.com](mailto:pelizac@gmail.com)

**Abstract.** Las redes 5G postulan un avance en redes móviles ¿Cuáles son las características del desarrollo 5G? ¿Cuál es el estado en Argentina? ¿Se puede hablar de auto conectado a la red en nuestro país? ¿En un futuro cercano, las calles del país estarán recorridas por autos sin piloto? Este trabajo pretende vincular la adopción de futuras tecnologías de conexión en el automóvil, con la implementación de 5G en Argentina partiendo del estado actual de la implantación de 4G-LTE. Usando para ello el estudio de las características principales de ambas generaciones de red, las definiciones de auto conectado y sus relaciones con la infraestructura en Telecomunicaciones del país. Primero pretende describir los conceptos fundamentales de una arquitectura con funciones de red virtualizadas (NFV), y su relación con 5G situando el foco en las actuales implementaciones disponibles para 5G. Luego, describir las definiciones y requisitos del auto conectado. Por último, establecer la relación entre 5G y su aplicación al auto, en cualquiera de sus versiones en Argentina revisando para ello la bibliografía disponible.

Quedará para futuros trabajos de investigación, establecer prospectivas, estudiar tiempos de implementación, distinguir problemas de seguridad, tanto vial como informática de los autos conectados, entre otras cosas.

**Keywords:** Autónomo, Latencia, LTE, NFV, Redes Móviles, 5G.

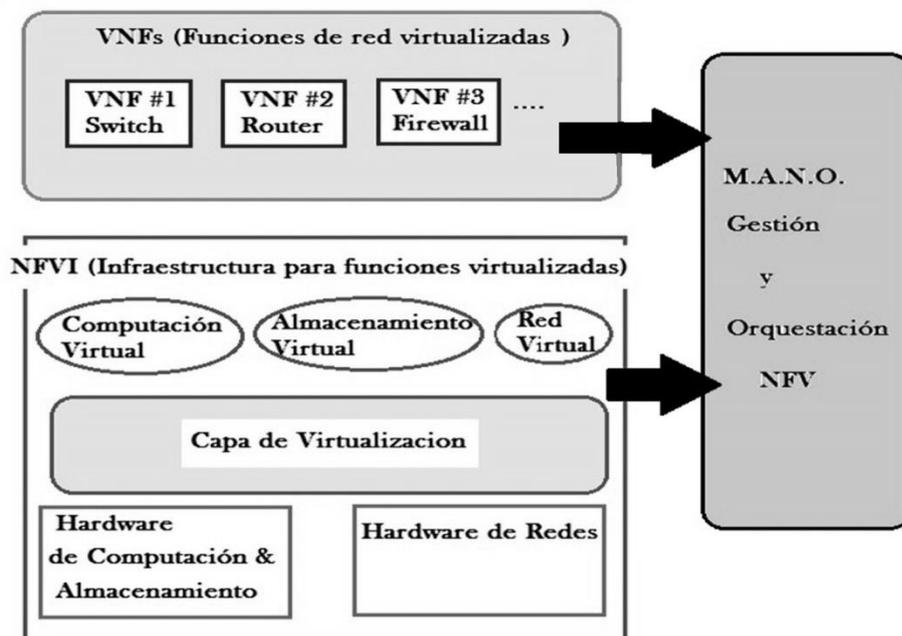
**Introducción**

**Conceptos fundamentales de una arquitectura (NFV)**

La virtualización de las funciones de red (NFV) es un enfoque de red propuesto por ETSI (European Telecommunications Standards Institute) que permite la sustitución de dispositivos de hardware dedicado, 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.

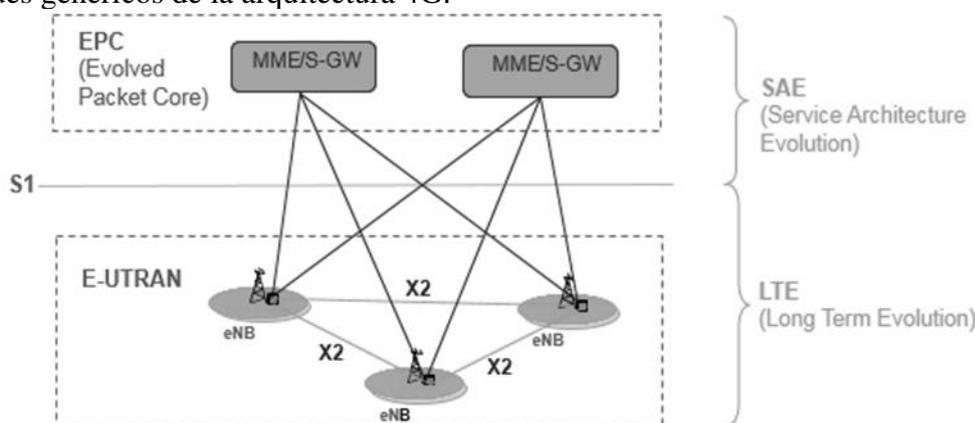
NFV desacopla las funciones de la red de dispositivos de hardware dedicados y las traslada a uno o varios servidores virtuales, que pueden cumplir múltiples funciones en un único servidor físico. Este enfoque reduce los costos y minimiza el mantenimiento, debido a que los dispositivos virtuales reemplazan dispositivos de red basados en hardware dedicado. La NFV es un marco o arquitectura que busca descargar sólo las funciones de red, y no toda la red. La siguiente ilustración, establece el marco de trabajo en NFV

<b>Código</b>	FPI-009
<b>Objeto</b>	Guía de elaboración de Informe final de proyecto
<b>Usuario</b>	Director de proyecto de investigación
<b>Autor</b>	Secretaría de Ciencia y Tecnología de la UNLaM
<b>Versión</b>	5
<b>Vigencia</b>	03/9/2019



**Ilustración 16 - Framework NFV**  
**Arquitectura de redes de Cuarta generación 4G**

A modo de simplificación de nuestra exposición, enunciaremos LTE<sup>12</sup>, LTE-A<sup>13</sup> y subsiguientes como redes 4G, Releases previas a R15 según la denominación de 3GPP y quedarán enmarcadas en el paraguas de 4G, las posteriores serán encuadradas en 5G. A continuación, se describen los bloques genéricos de la arquitectura 4G:



**Ilustración 17 - Arquitectura de Long Term Evolution (LTE)**

La arquitectura del estándar LTE se divide en dos partes (tal como se muestra en la Figura anterior), por un lado, el System Architecture Evolution (SAE) que hace referencia al Evolved Packet Core (EPC), y Long Term Evolution (LTE) que se refiere a la Evolved UMTS Radio Access Network (E-UTRAN).

Una de las simplificaciones de la arquitectura de LTE contra la de UMTS y GSM es la supresión del Radio Network Controller (RNC) y del Base Station Controller (BSC) respectivamente.

La mejora en los eNB, consiste en que ahora no son unos “módems de radio inteligentes” como en 3G, sino que en ellos se han integrado funciones que antes cumplía el RNC o la propia red de Core.

<sup>12</sup> Long Term Evolution

<sup>13</sup> Long Term Evolution-Advanced

<b>Código</b>	FPI-009
<b>Objeto</b>	Guía de elaboración de Informe final de proyecto
<b>Usuario</b>	Director de proyecto de investigación
<b>Autor</b>	Secretaría de Ciencia y Tecnología de la UNLaM
<b>Versión</b>	5
<b>Vigencia</b>	03/9/2019



El eNB integra todas las funciones de la red de acceso. Por ello, en él terminan todos los protocolos específicos de la interfaz de radio. Mediante dichos protocolos, el eNB realiza la transmisión de los paquetes IP hacia/desde los equipos de usuario junto con los mensajes de señalización necesarios para controlar la operación de la interfaz de radio. En dicho contexto se almacena la información necesaria para mantener los servicios de E-UTRAN activos (información sobre el estado del equipo de usuario, servicios portadores activos, información de seguridad, capacidades del terminal, etc.).

Sin duda, la funcionalidad clave de un eNB consiste en la gestión de los recursos radio. Así, alberga funciones de control de admisión de los servicios portadores de radio, control de movilidad (por ej.: decisión de realizar un cambio de celda de prestación de servicios en plena llamada), asignación dinámica de los recursos radio tanto en el enlace ascendente como descendente (denominadas funciones de scheduling), control de interferencias entre estaciones base, control de la realización y del envío de mediciones desde los equipos de usuario que puedan ser útiles en la gestión de recursos, etc.

Otra función importante introducida en la funcionalidad de un eNB es la selección dinámica de la entidad MME de la red troncal EPC cuando un terminal se registra en la red LTE. Esta función otorga un grado de flexibilidad muy importante en la operativa de la red. En E-UTRAN, a diferencia de arquitecturas más jerarquizadas como GERAN<sup>14</sup>, un eNB puede estar conectado simultáneamente a múltiples MMEs de la red troncal. El conjunto de MMEs a los que tiene acceso un eNB se denomina su área pool. Así, mediante la selección de la entidad MME que va a controlar el acceso de cada usuario, es posible balancear la carga de señalización entre diferentes MMEs, además de aumentar la robustez del sistema frente a puntos de falla críticos. Esta opción se soporta mediante lo que se denomina la interfaz S1 flexible (S1-flex).

Al igual que la posibilidad de interactuar con múltiples MMEs, un eNB puede enviar/recibir paquetes IP de los usuarios a los que sirve a través de diferentes Serving Gateway (S-GW) de la red troncal EPC. Ello conlleva a que el eNB albergue funciones de enrutamiento del tráfico de los usuarios hacia el S-GW correspondiente.

Un eNB puede gestionar una o varias celdas. Un caso típico es que gestione 3 sectores de 120° cada uno o 6 sectores de 60° dependiendo del diseño de la red de acceso.

### **Redes de Quinta generación 5G**

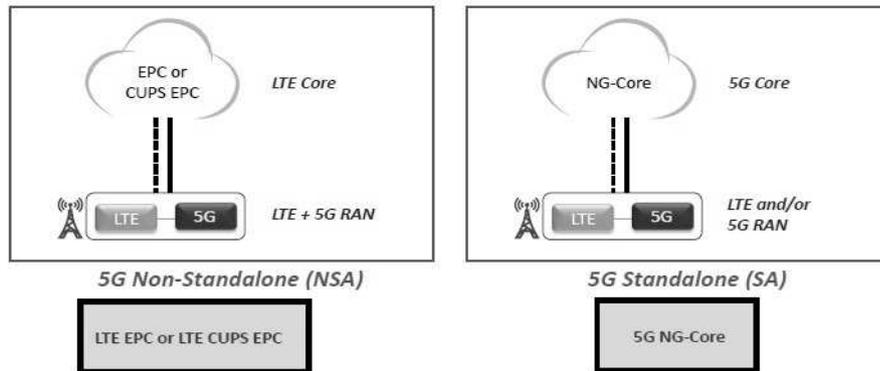
En diciembre de 2017, el 3rd Generation Partnership Program (3GPP) aprobó, en encuentro plenario en Lisboa (Portugal), las especificaciones de Nueva Radio 5G No Autónoma (NSA 5G NR, o Non-Standalone 5G New Radio). Se trata del primer estándar de Quinta Generación (5G) de redes móviles aprobado oficialmente por el 3GPP (Fuente 5G Américas). (<http://www.5gamericas.org/en/>)

Se trata de las especificaciones técnicas para Non-Standalone 5G New Radio (Nueva Radio 5G No Autónoma), que se apoya en las redes existentes 4G LTE.

El análisis de las Releases del 3GPP, pasadas y futuras, permite establecer una línea lógica en el desarrollo de las nuevas tecnologías. Así, queda determinado que se priorizará el desarrollo integrado de las redes 4G y 5G, compartiendo en un primer paso la infraestructura de Core y de Backhaul provenientes de LTE o 4G, para en un paso posterior estandarizar los desarrollos de 5G virtualizados.

<sup>14</sup> GSM EDGE Radio Access Network

<b>Código</b>	FPI-009
<b>Objeto</b>	Guía de elaboración de Informe final de proyecto
<b>Usuario</b>	Director de proyecto de investigación
<b>Autor</b>	Secretaría de Ciencia y Tecnología de la UNLaM
<b>Versión</b>	5
<b>Vigencia</b>	03/9/2019



### Ilustración 18 Opciones de desarrollo 5G

#### • Características esperadas de la tecnología 5G

El mercado de las telecomunicaciones pretende las siguientes mejoras de la nueva tecnología móvil  
10 a 100 veces más velocidad del usuario.

1000 veces de volumen de datos móviles.

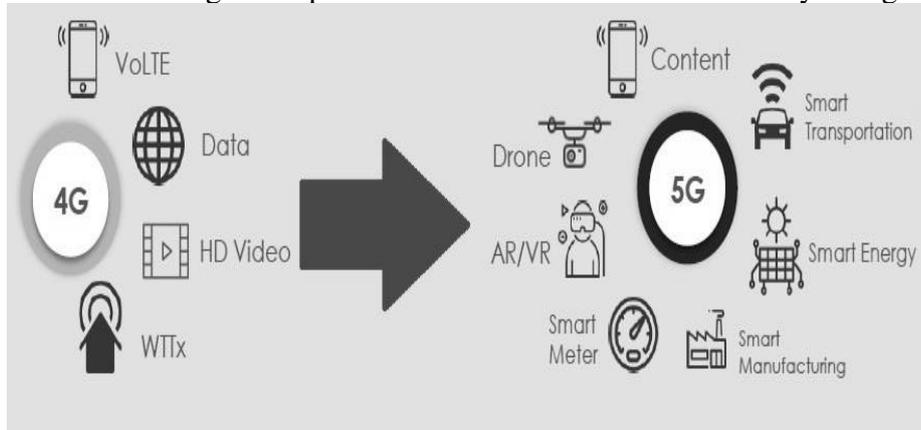
Latencia 5 veces menor

Mayor duración de la batería

Incremento por 100 de dispositivos conectados

Dichas pretensiones están basadas en la nueva gama de servicios a ofrecer a sus usuarios, donde destacan aquellos que necesitan una latencia menor.

La ilustración siguiente permite estimar los avances entre una y otra generación.



### Ilustración 5 Nuevos servicios 5G

#### El Vehículo conectado

Tomando como referencia al conductor, podemos establecer dos clases de vehículos: conectado y autónomo.

El vehículo conectado, o modelo actual, que está evolucionando hacia un vehículo autónomo que se conduce por sí solo y toma decisiones en función del tráfico gracias a los sistemas avanzados de asistencia a la conducción, ADAS, por sus siglas en inglés.

El vehículo autónomo tiene acceso a Internet y a una red de área local que favorece la comunicación con el resto de los vehículos de la red. Sin embargo, presenta grandes exigencias cuando deba cambiar de red local o conectar a una red amplia

Para una conducción automática y segura, los componentes tecnológicos deben ser precisos en tiempo real y estar actualizados, lo que presenta a la latencia de una red como el punto neural a priorizar, puesto que no es concebible que, para un análisis de cercanía, en los bordes de la celda

<b>Código</b>	FPI-009
<b>Objeto</b>	Guía de elaboración de Informe final de proyecto
<b>Usuario</b>	Director de proyecto de investigación
<b>Autor</b>	Secretaría de Ciencia y Tecnología de la UNLaM
<b>Versión</b>	5
<b>Vigencia</b>	03/9/2019



móvil, la latencia (definida como el tiempo o lapso necesario para que un paquete de información se transfiera de un lugar a otro) tenga valores elevados

- **Características de las conexiones<sup>15</sup>**

La necesidad de soporte V2X<sup>16</sup> será primordial en el automóvil conectado, incluyendo:

Vehicle-to-Network (vehículo-red o V2N): conexión del vehículo a la red móvil para servicios tales como streaming de medios para entretenimiento y conectividad para gestión dinámica de rutas, etc.

Vehicle-to-Vehicle (vehículo-vehículo o V2V): conexión directa del vehículo para alertas tempranas (por ejemplo, una emergencia inminente), incluidos con aquellos vehículos fuera de visibilidad directa, por lo cual aumenta el reducido alcance de los sensores de a bordo.

Vehicle-to-Infrastructure (vehículo-infraestructura o V2I): conexión directa del vehículo con la infraestructura de carreteras como semáforos, por ejemplo, que, a su vez, pueden estar conectados a la red móvil más amplia.

Vehicle-to-Person (vehículo-persona o V2P): conexión directa del vehículo con los peatones que tienen un dispositivo móvil compatible para emitir alertas sobre posibles peligros cercanos.

Estos cuatro tipos de aplicaciones V2X pueden usar el "conocimiento cooperativo" para proporcionar servicios más inteligentes para los usuarios finales. Esto significa que las entidades, como los vehículos, la infraestructura vial, el servidor de aplicaciones y los peatones, pueden recopilar conocimiento de su entorno local (por ejemplo, información recibida de otros vehículos o equipos de sensores en las proximidades) para procesar y compartir ese conocimiento con el fin de proporcionar servicios más inteligentes, como la advertencia de colisión o alguna forma de conducción autónoma.

### **Estado del arte en Argentina**

Las investigaciones previas<sup>17</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).

Tomaremos dos parámetros para analizar la tendencia hacia la adopción de la tecnología de auto conectado en nuestro país.

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 paquete hasta el momento en que el destino lo recibe (expresado típicamente en ms). El enfoque debe indicarse cuando se utiliza el término latencia. A no ser que especificado de otro modo, este sería el valor predeterminado utilizado.

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.

### **Despliegue de las redes 4G en Argentina.**

Las informaciones oficiales, indican una cobertura de 4G del 90% del país para finales del 2019<sup>18</sup>.

<sup>15</sup> LTE; Service requirements for V2X services (3GPP TS 22.185 version 14.3.0 Release 14)

<sup>16</sup> Vehículo to X donde X es cualquier otra entidad

<sup>17</sup> Investigaciones C189 “Redes LTE” y C210” NFV” de este grupo de trabajo.

<sup>18</sup> <https://www.caserosada.gob.ar/slider-principal/43858-macri-a-fines-de-2019-mas-del-90-por-ciento-de-la-poblacion-va-a-estar-incorporada-a-la-red-4g>

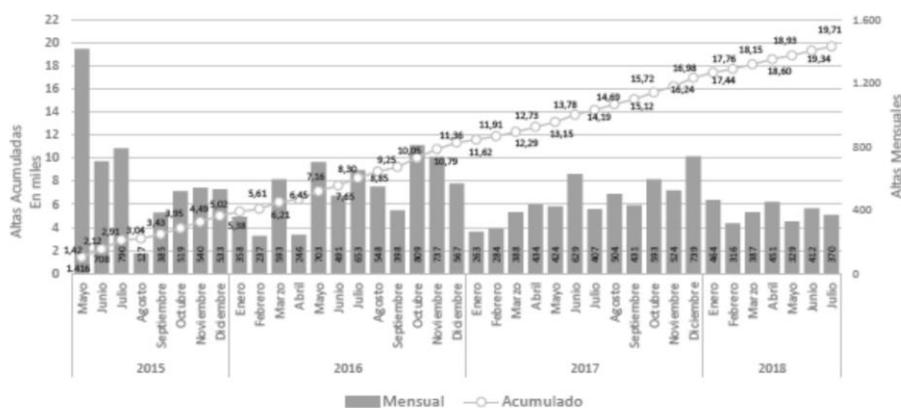
<b>Código</b>	FPI-009
<b>Objeto</b>	Guía de elaboración de Informe final de proyecto
<b>Usuario</b>	Director de proyecto de investigación
<b>Autor</b>	Secretaría de Ciencia y Tecnología de la UNLaM
<b>Versión</b>	5
<b>Vigencia</b>	03/9/2019



Los índices de crecimiento publicados por ENACOM<sup>19</sup> indican que los mayores despliegues de 4G se hallan en provincia de Buenos Aires (39%) y C.A.B.A. (14%).

En las “Jornadas Internacionales 2019”<sup>20</sup> organizadas el 27 de septiembre de 2019, por ATVC (Asociación Argentina de TV por cable) y CAPPESA (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 standalone.

Evolución de Radiobases 4G País



### Ilustración 19 Crecimiento de las radiobases instaladas Latencia

Como se ha mencionado previamente, en la actualidad no hay redes 5G desplegadas en Argentina, solo se han realizado demostraciones en formato non standalone, sin embargo, resulta pertinente comparar las latencias medidas en redes 4G con red de acceso 4G-LTE en cualquiera de las formas de conexión entre el vehículo y X.

De la normativa del ETSI hemos extraído un pequeño cuadro que representa las exigencias de latencia según el tipo de conexión exigida al vehículo, a saber:

Vehicle-to	Latency Requirements
V2V/P	< 100 ms
V2V	< 20 ms
V2I	< 100 ms
V2N	< 100 ms

### Ilustración 20 Requerimientos V2X

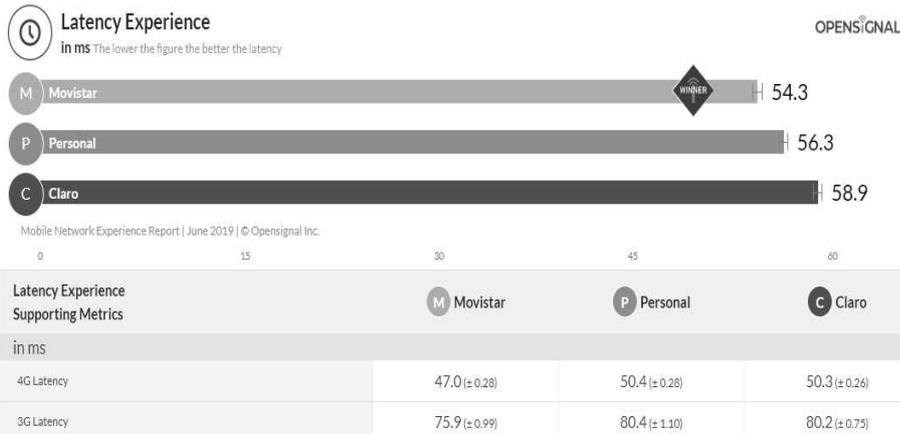
De acuerdo al reporte de OpenSignal<sup>21</sup>, los valores promedio de Latencia en todo el país son:

<sup>19</sup> Ente Nacional de Comunicaciones

<sup>20</sup> <http://www.atvc.org.ar/jornadas-internacionales/2019/jornadas-internacionales2019.html>

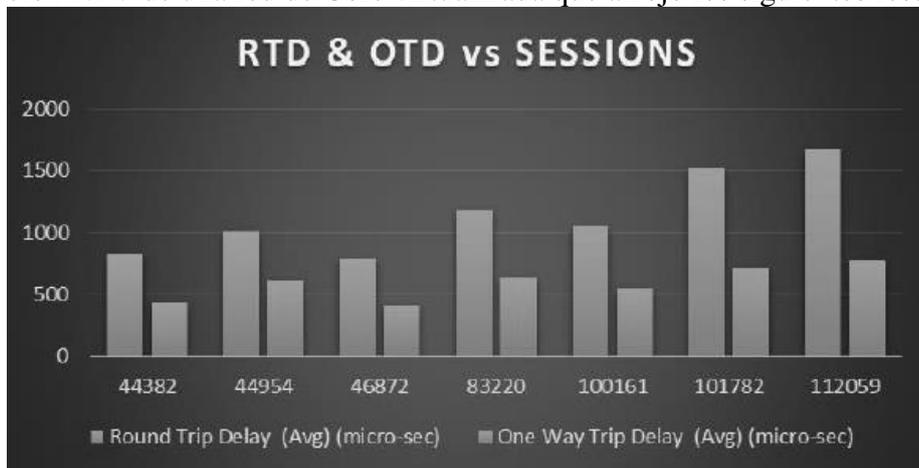
<sup>21</sup> <https://www.opensignal.com/reports/2019/06/argentina/mobile-network-experience>

<b>Código</b>	FPI-009
<b>Objeto</b>	Guía de elaboración de Informe final de proyecto
<b>Usuario</b>	Director de proyecto de investigación
<b>Autor</b>	Secretaría de Ciencia y Tecnología de la UNLaM
<b>Versión</b>	5
<b>Vigencia</b>	03/9/2019



### Ilustración 21 Latencia en Argentina

También, es posible hacer un análisis de la Latencia existente en un entorno controlado de simulación NFV de una red de Core virtualizada que arrojó los siguientes resultados.



### Ilustración 22 Round Trip Delay y One Trip Delay (µseg) vs Cantidad de Sesiones

Donde queda claro que Los valores promedio obtenidos de RTD no superaron el valor de 1,7 mseg,

#### Conclusiones y posibles líneas de Investigación

De la síntesis de las tres exposiciones sobre la latencia, anteriormente descriptas podemos extraer las siguientes conclusiones en relación a la latencia actual:

Las redes LTE/ 4G de nuestro país están en condiciones de brindar servicios de conexión al automóvil, con excepción de V2V, por lo que no es viable afirmar que el auto autónomo pueda ser seguro en el país en la actualidad.

En ambientes controlados de redes con el Core virtualizado, la latencia observada es compatible con lo requerido para todos los tipos de conexión del vehículo. Será de vital importancia que la Radio Access Network (RAN) de 5G sea altamente performante en cuanto a latencia, para no exceder los 20 ms exigidos.

No resulta apropiado establecer que la latencia será un valor definitivo para la adopción de autos conectados, aunque sea influyente para el caso de autos autónomos.

Dejamos para futuros análisis y posibles líneas de investigación, la baja capacidad del espectro radioeléctrico existente, la contaminación electromagnética en las bandas de frecuencias a licitar para ampliar la capacidad de 5G y las posibilidades de desarrollo de las tecnologías de near field connection o NFC, o sea la capacidad de conexión entre sensores cercanos.

#### Bibliografía

<b>Código</b>	FPI-009
<b>Objeto</b>	Guía de elaboración de Informe final de proyecto
<b>Usuario</b>	Director de proyecto de investigación
<b>Autor</b>	Secretaría de Ciencia y Tecnología de la UNLAM
<b>Versión</b>	5
<b>Vigencia</b>	03/9/2019



Dirección Nacional de Desarrollo de la Competencia en Redes y Servicios. (2018).

[https://www.enacom.gob.ar/informes-de-mercado\\_p2877](https://www.enacom.gob.ar/informes-de-mercado_p2877). Obtenido de [www.enacom.com](http://www.enacom.com):

[https://www.enacom.gob.ar/informes-de-mercado\\_p2877](https://www.enacom.gob.ar/informes-de-mercado_p2877)

ETSI TS. (1 de 03 de 2017). LTE;Service requirements for V2X services. Sophia Antípolis, Francia.

European Automotive and Telecoms Alliance (EATA). (22 de 08 de 2017). Obtenido de

<https://eata.be/wp-content/uploads/2019/03/20170822-EATA-regulatory-briefing-on-ECS.pdf>:

<https://eata.be/wp-content/uploads/2019/03/20170822-EATA-regulatory-briefing-on-ECS.pdf>

Jerome Tiphene, (PSA Group), Mikael Fallgren, Wanlu Sun (Ericsson), Nadia Brahmi (Bosch),

Erik Ström, Tommy Svensson (Chalmers), Diego Bernardez (CTAG), Jesus Alonso-Zarate

(CTTC), Apostolos Kousaridas, Mate Boban,. (31 de 08 de 2017). *Deliverable D2.1 - 5GCAR Scenarios, Use Cases, Requirements and KPIs*. Obtenido de 5g-ppp: <http://www.5g-ppp.eu>

### G) Jornada Semana de la Ciencia

**Lugar y fecha:** La Matanza, Argentina: Septiembre 9, 2019

**Disertante:** Peliza Carlos, Fernando Dufour, Ariel Serra

#### Fibra Óptica y Redes Móviles



Título	Lugar	Actividad	Fecha	Horario	Responsable
Taller de Fibra Óptica y Redes Móviles en la Universidad de La Matanza	Aula 416	Charla, Taller	9-sep	19:00	Peliza, Carlos
Ciencia de datos aplicada al diagnóstico y seguimiento de la enfermedad de Parkinson	Aula 524	Conferencia	10-sep	16:00	Giuliano, Mónica
Métodos Formales en Ingeniería de Software: Traducción Sistemática de Máquinas de Estado Abstracto (ASM) extendidas con fragmentos de Lógicas de Orden Superior (HO) a Máquinas con Lógica de Segundo Orden (SO)	Aula 524	Charla	10-sep	17:00	Turull Torres, José María
Cambio Climático	Aula 344	Charla	14-sep	14:00	Provenzano, Pablo Gabriel
Realidad Aumentada	Aula 524	Charla	17-sep	16:00	Ierache, Jorge
III Encuentro MEP del DIIT (Mejora de las Estrategias Pedagógicas).	Auditorio Chico	Charla	17-sep	16:00	Donadello, Bettina
Evaluación de TICs en la industria	Aula 405	Conferencia	19-sep	19:00	Mon, Alicia

<b>Código</b>	FPI-009
<b>Objeto</b>	Guía de elaboración de Informe final de proyecto
<b>Usuario</b>	Director de proyecto de investigación
<b>Autor</b>	Secretaría de Ciencia y Tecnología de la UNLaM
<b>Versión</b>	5
<b>Vigencia</b>	03/9/2019



**XVII EDICIÓN | Del 9 al 22 de septiembre en todo el país**



**Semana  
Nacional de  
la Ciencia y la  
Tecnología  
2019**



**CIENCIAYTECNOLOGIAAR**



**SEMANACYT**



**CIENCIA\_AR**

**#CIENCIAYTECNOLOGIAARG**

**#SEMANACYTARG**

**#SEMANADELACIENCIA**

**SEMANADELACIENCIA.MINCYT.GOB.AR**



Ministerio de Educación,  
Cultura, Ciencia y Tecnología  
Presidencia de la Nación

**Copias de certificados de participación de integrantes en eventos científicos.**



Se certifica que

**Carlos Peliza**

ha participado en carácter de asistente  
del XXIV Congreso Argentino de  
Ciencias de la Computación  
(CACIC 2018), realizado en la ciudad de  
Tandil del 8 al 12 de octubre de 2018.

Mg. Claudio Aciti  
Comité organizador  
CACIC 2018

Lic. Patricia Pesado  
coordinadora titular  
RedUNCI

**Ilustración 23 - Certificado CACIC 2018**

<b>Código</b>	FPI-009
<b>Objeto</b>	Guía de elaboración de Informe final de proyecto
<b>Usuario</b>	Director de proyecto de investigación
<b>Autor</b>	Secretaría de Ciencia y Tecnología de la UNLaM
<b>Versión</b>	5
<b>Vigencia</b>	03/9/2019



Se certifica que  
**Carlos Peliza**  
 ha participado en calidad de Autor del artículo  
 "Redes 5G y Virtualización de funciones de red en  
 Argentina" aceptado en el XIII Workshop de  
 Arquitecturas, Redes y Sistemas Operativos  
 (WARSO),  
 realizado en la ciudad de Tandil del 8 al 12 de  
 octubre de 2018.

Mg. Claudio Aciti  
 Comité organizador  
 CACIC 2018

Lic. Patricia Pesado  
 coordinadora titular  
 RedUNCI

**Ilustración 24 - Certificado WARSO**



Se certifica que  
**Gustavo Micieli**  
 ha participado en calidad de Autor del artículo  
 "Redes 5G y Virtualización de funciones de red en  
 Argentina" aceptado en el XIII Workshop de  
 Arquitecturas, Redes y Sistemas Operativos  
 (WARSO),  
 realizado en la ciudad de Tandil del 8 al 12 de  
 octubre de 2018.

Mg. Claudio Aciti  
 Comité organizador  
 CACIC 2018

Lic. Patricia Pesado  
 coordinadora titular  
 RedUNCI

**Ilustración 25 - Certificado WARSO**

<b>Código</b>	FPI-009
<b>Objeto</b>	Guía de elaboración de Informe final de proyecto
<b>Usuario</b>	Director de proyecto de investigación
<b>Autor</b>	Secretaría de Ciencia y Tecnología de la UNLaM
<b>Versión</b>	5
<b>Vigencia</b>	03/9/2019



Se certifica que  
**José Luis Roca**  
 ha participado en calidad de Autor del artículo  
 “Redes 5G y Virtualización de funciones de red en  
 Argentina” aceptado en el XIII Workshop de  
 Arquitecturas, Redes y Sistemas Operativos  
 (WARSO),  
 realizado en la ciudad de Tandil del 8 al 12 de  
 octubre de 2018.

Mg. Claudio Aciti  
 Comité organizador  
 CACIC 2018

Lic. Patricia Pesado  
 coordinadora titular  
 RedUNCI

**Ilustración 26 - Certificado WARSO**

<b>Código</b>	FPI-009
<b>Objeto</b>	Guía de elaboración de Informe final de proyecto
<b>Usuario</b>	Director de proyecto de investigación
<b>Autor</b>	Secretaría de Ciencia y Tecnología de la UNLaM
<b>Versión</b>	5
<b>Vigencia</b>	03/9/2019



Se certifica que  
**Fernando Dufour**  
 ha participado en calidad de Autor del artículo  
 "Redes 5G y Virtualización de funciones de red en  
 Argentina" aceptado en el XIII Workshop de  
 Arquitecturas, Redes y Sistemas Operativos  
 (WARSO),  
 realizado en la ciudad de Tandil del 8 al 12 de  
 octubre de 2018.

Mg. Claudio Aciti  
 Comité organizador  
 CACIC 2018

Lic. Patricia Pesado  
 coordinadora titular  
 RedUNCI

**Ilustración 27 - Certificado WARSO**



Se certifica que  
**Ariel Serra**  
 ha participado en calidad de Autor del artículo  
 "Redes 5G y Virtualización de funciones de red en  
 Argentina" aceptado en el XIII Workshop de  
 Arquitecturas, Redes y Sistemas Operativos  
 (WARSO),  
 realizado en la ciudad de Tandil del 8 al 12 de  
 octubre de 2018.

Mg. Claudio Aciti  
 Comité organizador  
 CACIC 2018

Lic. Patricia Pesado  
 coordinadora titular  
 RedUNCI

**Ilustración 28 - Certificado WARSO**

<b>Código</b>	FPI-009
<b>Objeto</b>	Guía de elaboración de Informe final de proyecto
<b>Usuario</b>	Director de proyecto de investigación
<b>Autor</b>	Secretaría de Ciencia y Tecnología de la UNLaM
<b>Versión</b>	5
<b>Vigencia</b>	03/9/2019



**CERTIFICAMOS que**  
**Carlos Peliza**

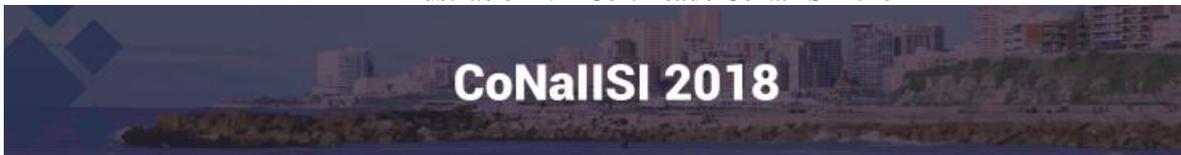
ha participado en calidad de **EXPOSITOR** del trabajo **"Virtualización de funciones de red de una Telco en Argentina 2018"** de los autores **Carlos Peliza, Fernando Dufour, Ariel Serra, Gustavo Micieli, Daniel Biga** en el VI Congreso Nacional de Ingeniería en Informática / Sistemas de Información, desarrollado en la Universidad CAECE de Mar del Plata los días 29 y 30 de noviembre de 2018.

  
**Mg. Lucía Rosario Malbermat**  
Coordinadora Local

  
**Ing. Nelson Roberto Sotomayor**  
Coordinador del Comité Académico



**Ilustración 29 - Certificado CoNaISI 2018**



**CERTIFICAMOS que**  
**Carlos Peliza**

ha participado en calidad de **Asistente** del VI Congreso Nacional de Ingeniería en Informática/Sistemas de Información, desarrollado en la Universidad CAECE de Mar del Plata los días 29 y 30 de noviembre del 2018.

  
**Mg. Lucía Rosario Malbermat**  
Coordinadora Local

  
**CC. Liliana Rathmann**  
Coordinación General:



**Ilustración 30 - Certificado CoNaISI 2018**

<b>Código</b>	FPI-009
<b>Objeto</b>	Guía de elaboración de Informe final de proyecto
<b>Usuario</b>	Director de proyecto de investigación
<b>Autor</b>	Secretaría de Ciencia y Tecnología de la UNLaM
<b>Versión</b>	5
<b>Vigencia</b>	03/9/2019



## CoNaISI 2018

**CERTIFICAMOS que el trabajo**

### Virtualización de funciones de red de una Telco en Argentina 2018

de los autores **Carlos Peliza, Fernando Dufour, Ariel Serra, Gustavo Miceli, Daniel Biga** ha sido aceptado para su presentación mediante exposición oral en el VI Congreso Nacional de Ingeniería en Informática / Sistemas de Información, desarrollado en la Universidad CAECE de Mar del Plata los días 29 y 30 de noviembre de 2018.

  
**Mg. Lucía Rosario Malbermat**  
 Coordinadora Local

  
**Ing. Nelson Roberto Sotomayor**  
 Coordinador del Comité Académico



**Ilustración 31 - Certificado CoNaISI 2018**



## CoNaISI 2018

**CERTIFICAMOS que**

### Ariel Miguel Serra

ha participado en calidad de **Asistente** del VI Congreso Nacional de Ingeniería en Informática/Sistemas de Información, desarrollado en la Universidad CAECE de Mar del Plata los días 29 y 30 de noviembre del 2018.

  
**Mg. Lucía Rosario Malbermat**  
 Coordinadora Local

  
**Cc. Liliana Rathmann**  
 Coordinación General:



**Ilustración 32 - Certificado CAECE 2018**



<b>Código</b>	FPI-009
<b>Objeto</b>	Guía de elaboración de Informe final de proyecto
<b>Usuario</b>	Director de proyecto de investigación
<b>Autor</b>	Secretaría de Ciencia y Tecnología de la UNLaM
<b>Versión</b>	5
<b>Vigencia</b>	03/9/2019



REPÚBLICA ARGENTINA  
UNIVERSIDAD NACIONAL DE MISIONES  
FACULTAD DE CIENCIAS EXACTAS QUÍMICAS Y NATURALES



Por cuanto **DUFOUR FERNANDO** DNI 27.178.618 ha **DISERTADO** el tema *“Virtualización y 5G, en Argentina”* en la **ONCEAVA JORNADA DE INTEGRACION, EXTENSION Y ACTUALIZACION DE ESTUDIANTES UNIVERSITARIOS DE INFORMÁTICA**, organizado por la COMISION ESTUDIANTIL de las Carreras Analista de Sistemas de Computación, Licenciatura en Sistemas de Información, y Profesorado Universitario en Computación aprobado por Disposición Decano N° 619/19, realizado en el Módulo de Informática de la Facultad de Ciencias Exactas, Químicas y Naturales, se le extiende el presente **CERTIFICADO**.

APOSTOLES, Misiones 6 y 7 de SEPTIEMBRE de 2019

  
Matías Nicolás Kovalski  
Coordinador General  
JoInEA 2019



  
Dr. Luis Alberto BRUMOVSKY  
Decano

Ilustración 33 Certificado Joinea 2019

<b>Código</b>	FPI-009
<b>Objeto</b>	Guía de elaboración de Informe final de proyecto
<b>Usuario</b>	Director de proyecto de investigación
<b>Autor</b>	Secretaría de Ciencia y Tecnología de la UNLaM
<b>Versión</b>	5
<b>Vigencia</b>	03/9/2019



## Semana de la Ciencia y la Tecnología

San Justo, 2 de octubre de 2019

Se certifica que

**Carlos Peliza**

DNI: 20.593.370

participó como expositor del *Taller de Fibra Óptica y Redes Móviles* en la *Universidad de La Matanza*, desarrollado en el marco de la *Semana de la Ciencia y la Tecnología*, en esta Casa de Altos Estudios.

  
 Ing. Gabriel Blanco  
 Vicedecano

  
 Ing. Jorge Eterovic  
 Decano

**Ilustración 34 - Expositor Semana de la Ciencia**