

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

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  
pelizac@gmail.com

**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?

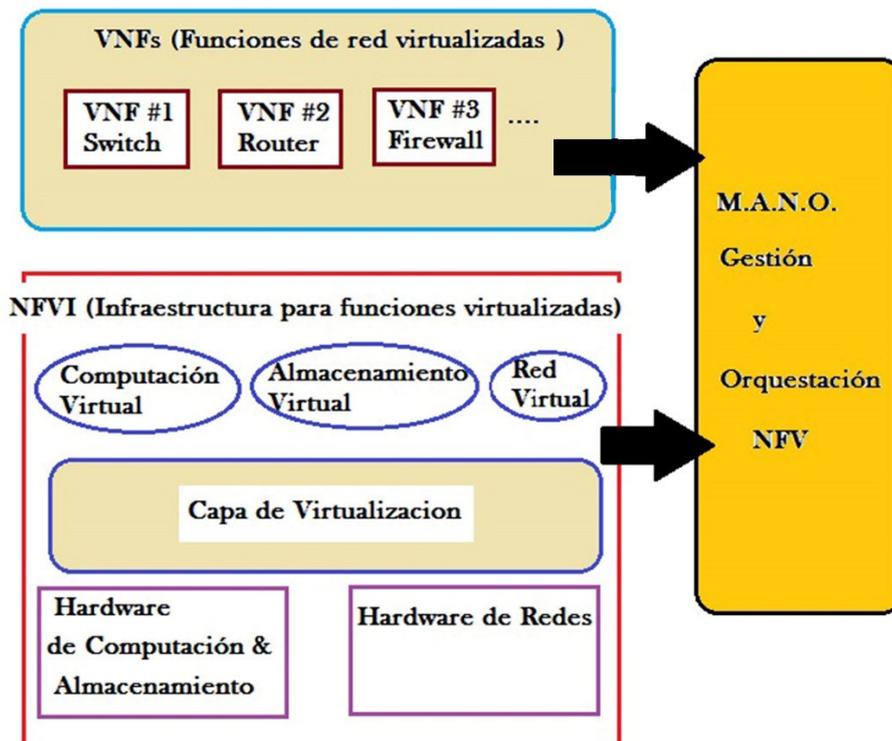
**Keywords:** Virtualización, SDN, VNF, NFV, Redes Móviles, 5G.

## 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 propues-

ta 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

## 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.

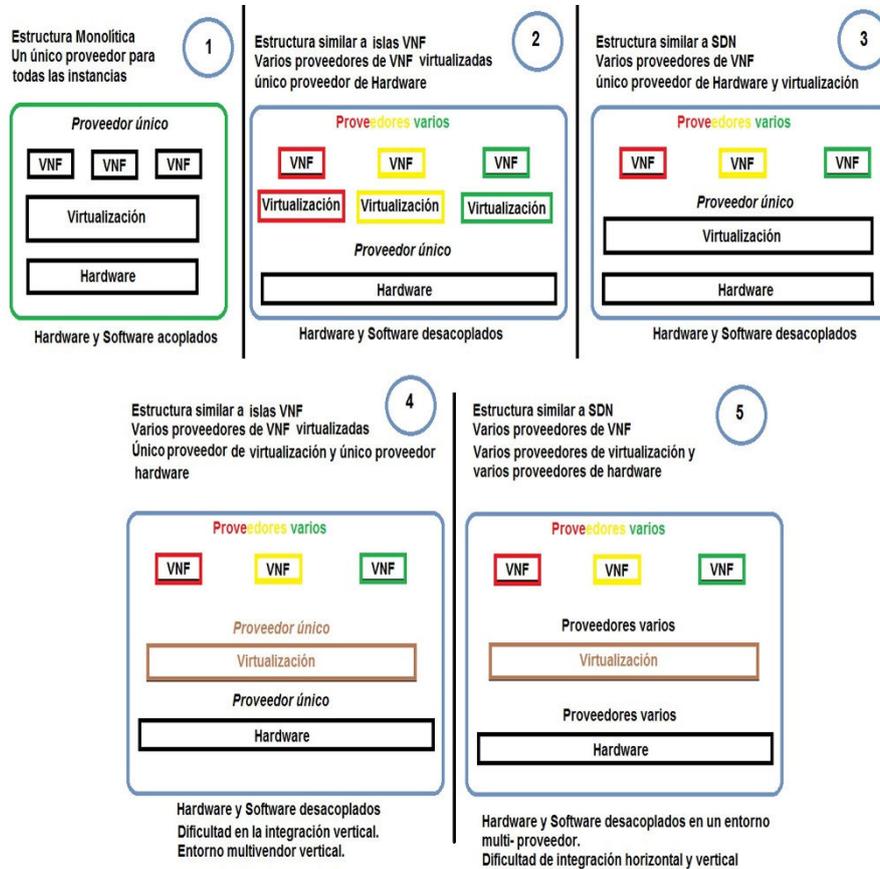
## 3 Entendiendo NFV

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:

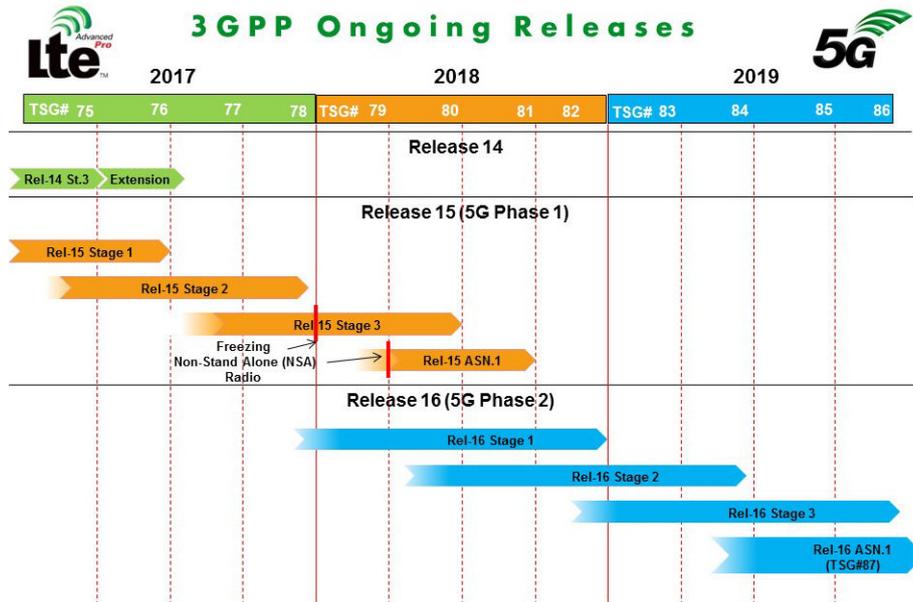


**Ilustración 2 - Opciones de desarrollo NFV**

## 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 Americas). (<http://www.5gamerica.org/en/>)

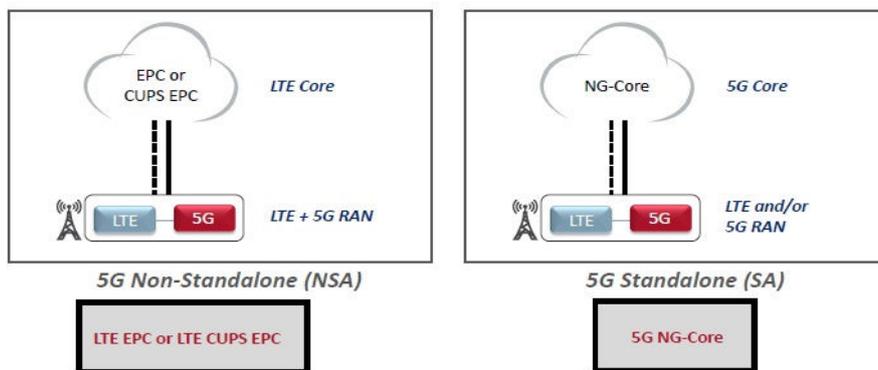
Se trata de las especificaciones técnicas para Non-Standalone 5G New Radio (Nueva Radio 5G No Autónoma), que se apoyará en las redes existentes 4G LTE. Este primer hito contribuirá a acelerar la llegada de una quinta generación (5G) de tecnologías móviles estandarizadas. El cronograma de avance en la estandarización propuesto por el 3GPP se puede ver en la siguiente figura.



**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**

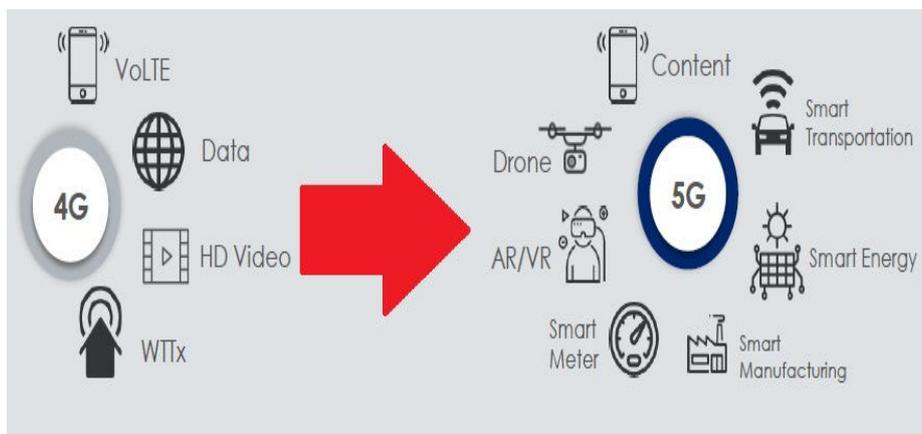
En la actualidad, se encuentran disponibles en vías de estandarización dispositivos de acceso por radio, tradicionalmente llamados Radiobases, que pertenecen a la Radio Access Network (RAN) para redes 5G NSA (Non Stand Alone).

#### 4.1 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 que pretenden ofrecer a sus usuarios.



**Ilustración 5 Nuevos servicios 5G**

## 5 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.

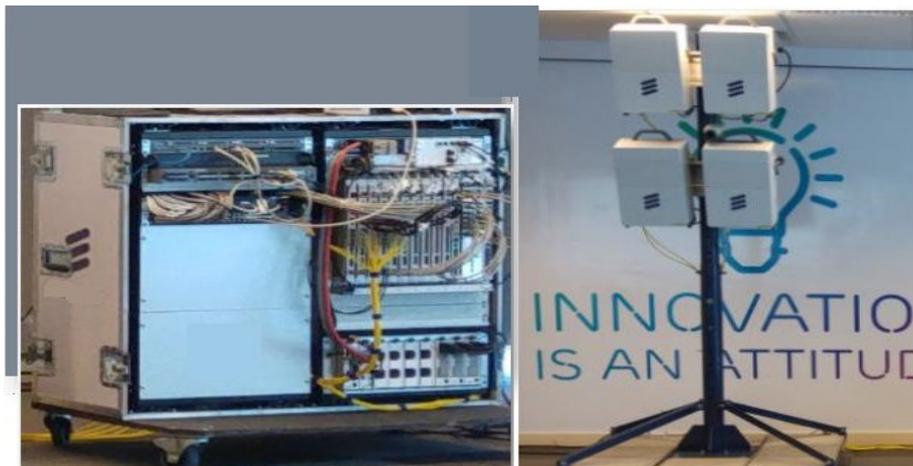
Debió ser utilizado como cliente, un prototipo que emula a los múltiples dispositivos que utilizaran la 5G RAN, ya que al momento de la prueba, no existen en el mercado de consumo masivo dispositivos móviles que acepten las tecnologías 5G. Existe una reducida cantidad de celulares o equipos de Internet 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:



**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.

## 6 Unión de proveedores NFV para este caso de estudio

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>1</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>2</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, en este caso Telefónica junto a Ericsson, forman parte del board del ETSI NFV, de lo que resulta apropiado afirmar que la 5G RAN va a estar en posición de ser testeada en simultáneo a la estandarización de la integración de 5G con las redes LTE conformando la implantación 5G Non Stand Alone.

## 7 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 o 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.

---

<sup>1</sup> <http://www.etsi.org/membership/current-members>.

<sup>2</sup> <http://www.etsi.org/images/files/ETSIGenericPresentation.pdf>

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 monovendor 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.

## 8 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
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
TIER x	ISP de nivel x
UDP	User Datagram Protocol
VLAN	Virtual Local Area Network
VPN	Virtual Private Network
WG	Working Group

## 9 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 - 2nd 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>,
- 25.