

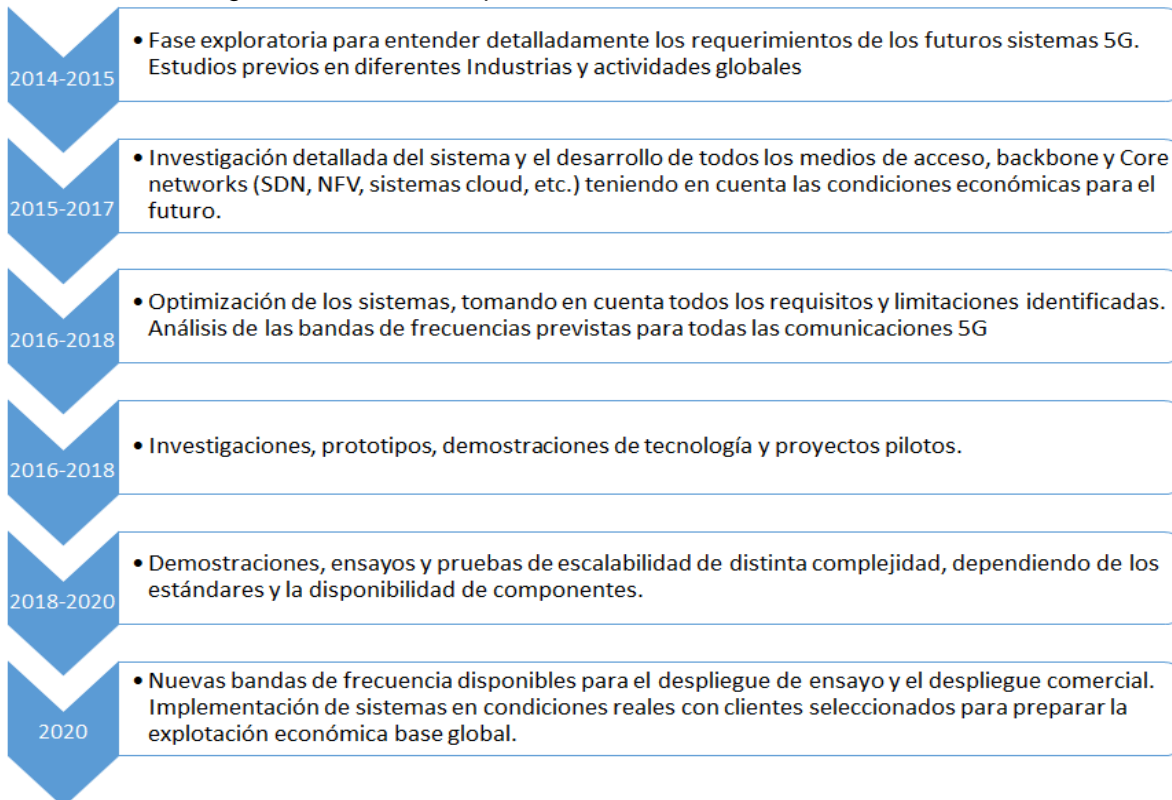
Trabajo 3 - Ingeniería de Redes Móviles

Tema: Evolución hacia la tecnología 5G

En un principio, los teléfonos celulares se crearon solamente para la comunicación por voz. Sin embargo, a través de los años se han desarrollado diferentes tecnologías para la comunicación. Gracias a estos, las personas se encuentran cada vez más conectadas, pero el crecimiento poblacional en el mundo, al igual que la creciente demanda de ancho de banda, además de nuevas necesidades, genera el decaimiento de la calidad del servicio. Hoy en día, se utiliza el sistema 4G para el envío de grandes cantidades de datos generados. Sin embargo, la demanda de ancho de banda es cada vez mayor, principalmente, por la alta definición de videos y las redes sociales. Además, los nuevos requerimientos como la latencia casi cero y control de acceso remoto a los dispositivos generan una búsqueda o migración a un sistema que logre superar los límites del sistema actual.

PANORAMA ACTUAL DE LA TECNOLOGÍA 5G

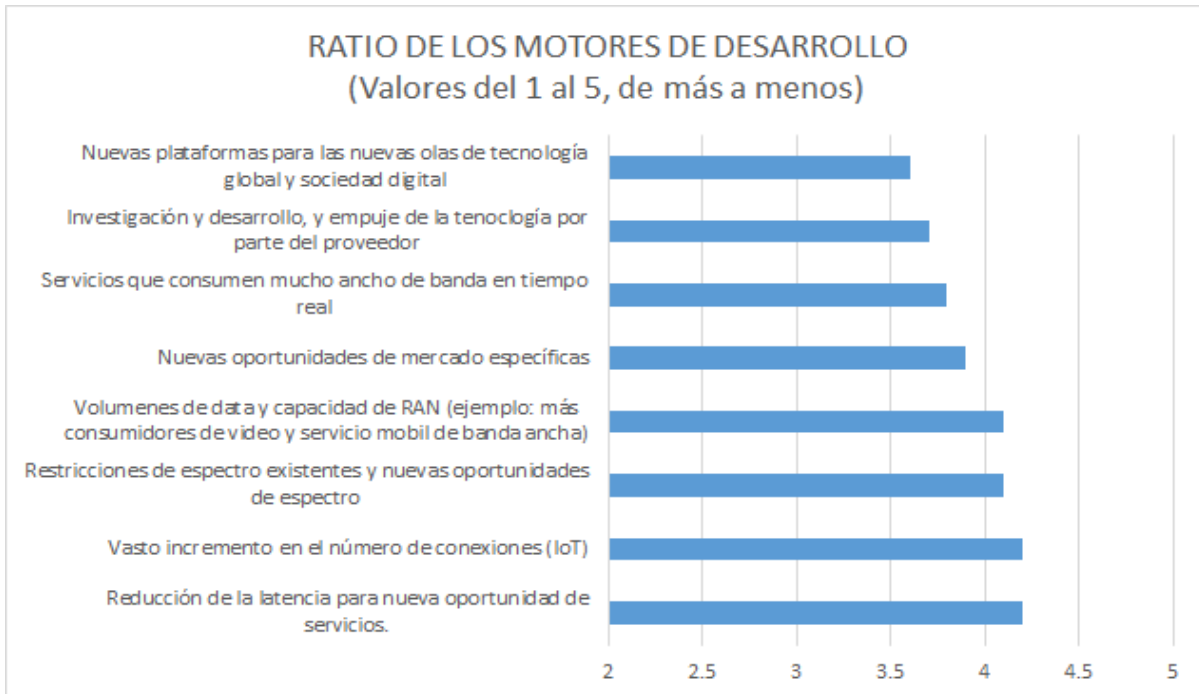
En la actualidad existen varios proyectos orientados hacia la investigación, desarrollo e implementación del 5G. La entidad más grande es el 5G-PPP (The 5G Infrastructure Public Private Partnership) que agrupa un total de 19 grandes proyectos cuyos miembros son grandes empresas como Ericsson, Huawei, Intel, Nokia, Orange, Telefónica, Samsung, Docomo, entre otro. El plan de trabajo que tiene el 5G-PPP es el que se muestra en la siguiente línea de tiempo.^[1]



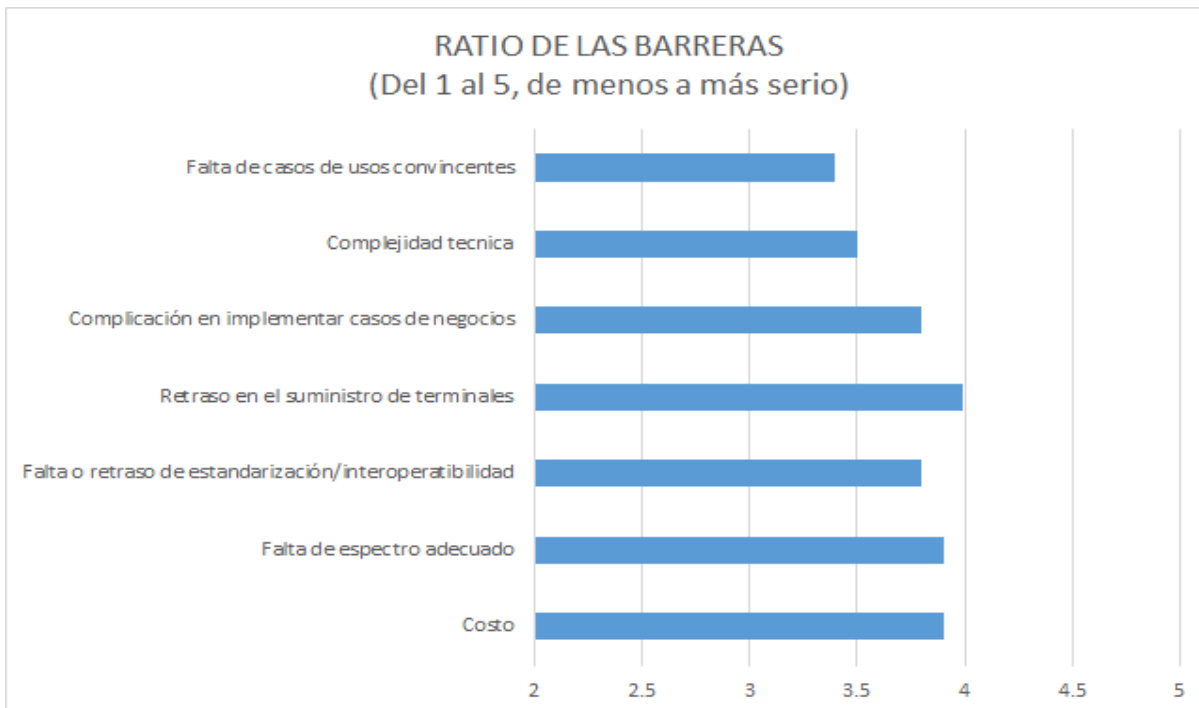
De acuerdo a este plan, se espera que a finales del 2020 se efectúen las últimas pruebas y despliegue de redes 5G en lugares específicos, siendo a inicios del 2021 cuando se desplegarán redes 5G de manera comercial y global.

REQUERIMIENTOS Y BANDAS DE FRECUENCIA

El siguiente cuadro muestra los requerimientos más importantes para considerar al 5G como una alternativa viable y factible para despliegue comercial, el mismo se elaboró basándose en encuestas a varias empresas de Telecomunicaciones y TI.^[2]



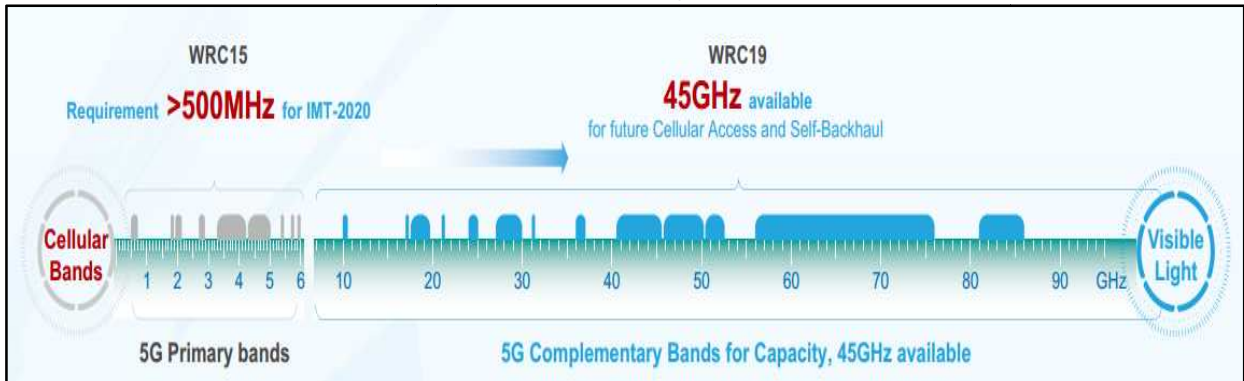
Asimismo se tiene un cuadro con las principales barreras que consideran las empresas podría dificultar o impedir el despliegue de la tecnología 5G.^[2]



Existen tres requerimientos fundamentales para construir redes inalámbricas 5G

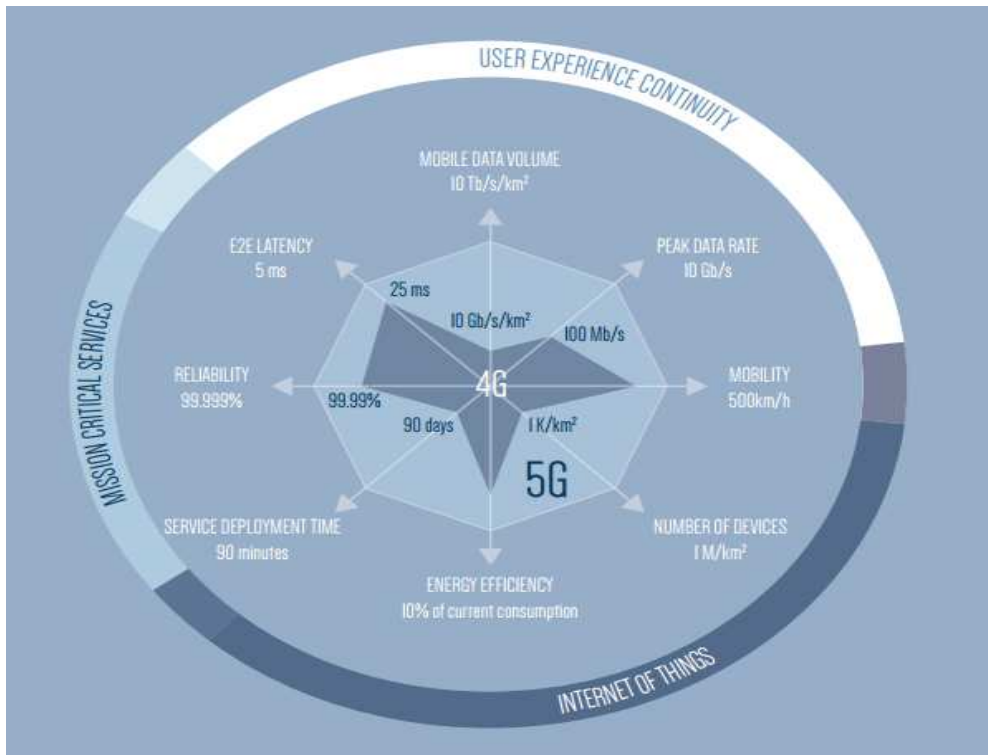
- Capacidad para soportar conexiones masivas
- Capacidad para soportar el incremento de servicios diversificados, aplicaciones y usuarios, cada uno con requisitos muy divergentes para el trabajo y la vida.
- Uso flexible y eficiente de todo el espectro no contiguo disponible para los diferentes escenarios de despliegue de red.

Asimismo, las bandas de frecuencia que se están utilizando para el desarrollo de esta tecnología son las que se muestran en el siguiente gráfico. ^[3]



Un factor importante a tener en cuenta es que las bandas de frecuencias bajas, que se encuentran más cercanas a las bandas que se utilizan actualmente en telefonía móvil, servirán para implementar mecanismos de compatibilidad entre 4G y 5G pues el cambio hacia la nueva tecnología no será brusco y se espera que se dé de forma gradual.

A continuación se muestra un gráfico comparativo entre la actual tecnología 4G y lo que sería el 5G. ^[1]



CRITERIOS DE DISEÑO

Existe un consenso general en la industria móvil, el cual prevee el crecimiento de la demanda que tendrán los sistemas 5G con respecto a las redes actuales. Este propone que el tráfico será multiplicado por un factor de 1000, 100 veces más equipos requerirán conectividad, algunas aplicaciones requerirán tasas de transferencia de hasta 100 veces la tasa máxima ofrecida por las redes actuales, algunas requerirán latencia cero, y el sistema entero 5G deberá trabajar con el mínimo de energía posible. Sin embargo, no todos los futuros casos de uso requerirán redes super rápidas, inteligentes, y tener la capacidad de soportar conectividad masiva. Por tanto, las redes serán diseñadas de forma flexible, de manera que la velocidad, capacidad y cobertura podrán ser asignadas y gestionadas en partes lógicas para así cumplir con las demandas específicas de cada caso de uso.

Por ejemplo, el mejor servicio de conectividad para operación remota de maquinaria pesada deberá tener muy baja latencia, gran ancho de banda, cubrirá un área geográfica limitada y soportará un número máximo de tipos de dispositivo. Para una construcción o compañía minera que necesite operar maquinaria pesada remotamente, el diseño de la red deberá ser estratégico. De esta manera, se escogería la mejor opción para conseguir conectividad totalmente flexible que elimine el consumo innecesario de ciertos recursos.

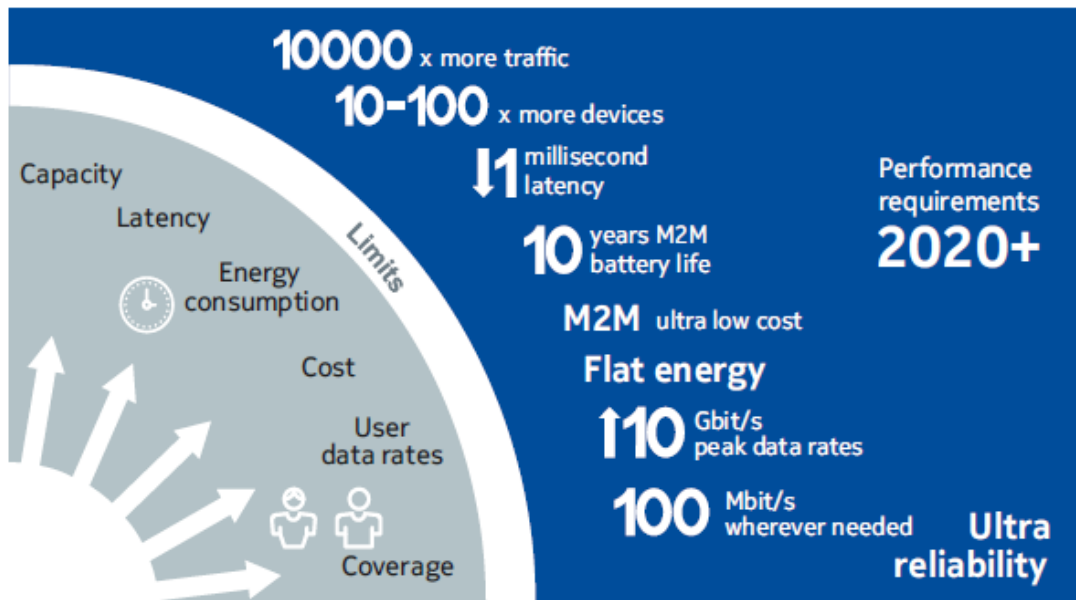


Fig.5. The summary of key requirements for 5G

Dado que las redes 5G serán multi-RAT (con diversas tecnologías de radio acceso), la flexibilidad resultante en la utilización del recurso de radio permitirá priorizar contenido multimedia. Para cubrir las demandas de todos los casos de uso, los sistemas 5G serán desarrollados con tecnologías que usen recursos lógicos en lugar de físicos y así los operadores podrán proveer redes bajo el concepto de “redes como servicio”.

Es importante indicar ciertos aspectos que estarán involucrados en el diseño de las redes 5G:

❖ Flexibilidad

Los casos de usos para 5G serán más diversos que los casos de uso actuales. Asimismo, requerirán diversas características de enlace. Algunos ejemplos son:

- Sensores no estacionarios solo necesitan paquetes de tamaño pequeño y pocos recursos asignados, pero a cambio de esto requieren eficiencia de energía.
- Transmisión de datos masiva requiere tamaño grande de paquetes y una gran cantidad de recursos asignados
- Adaptación flexible a rápidas variaciones de tráfico en el UL y DL
- Aplicaciones en la nube y video streaming requieren baja latencia

❖ Confiabilidad

La confiabilidad estará ligada a la flexibilidad. Con la integración de diferentes tecnologías, se estará a un paso de una comunicación altamente fiable. El requerimiento de fiabilidad será expresado en términos de porcentaje de usuarios y no en términos de lugares cubiertos. Múltiples capas de red y tecnologías de radio acceso son usadas para proveer un enlace confiable basado en las necesidades de las aplicaciones de usuario, ubicación y movilidad.

❖ Densificación

La densificación del despliegue de redes es una tendencia actualmente (3G y 4G). 5G nos permitirá diseñar un sistema flexible y permitirá la optimización de tamaños de celda por debajo de 200 m de distancia entre sitios (small cell). Asimismo, 5G también permitirá el despliegue de macro celdas.

❖ Espectro

El recurso del espectro a usar será analizado por las diferentes organizaciones involucradas en el desarrollo de redes 5 G. A partir de este análisis se establecerá la banda o bandas a usar, así como el ancho de banda de portadoras.

❖ Eficiencia espectral

La eficiencia espectral es una medida de cuán eficientemente el espectro puede ser utilizado durante la transmisión de datos, en otras palabras, el número de bits por Hz por segundo que el sistema es capaz de entregar por el aire. Un sistema está diseñado con diferentes eficiencias espectrales en mente, como por ejemplo, usuario promedio y borde de celda. Al aumentar estas eficiencias espectrales, la capacidad de la red aumenta sin necesidad de añadir más celdas o para utilizar más espectro.

❖ Latencia

❖ Eficiencia de energía

❖ Integración de sistemas

EL USO DE LA VIRTUALIZACIÓN EN LA ARQUITECTURA DE LA RED 5G

vRAN

La tecnología de Red de Acceso Radio virtualizada (vRAN) podría ser un elemento clave para crear redes flexibles y adaptables que ayuden a los operadores a prepararse para un futuro impredecible. El rápido crecimiento del volumen de tráfico de móviles y su naturaleza cada vez más dinámica, unido a los numerosos tipos de aplicaciones y dispositivos de usuario que pueden parecer, hace que ser difícil predecir la demanda. Pero la funcionalidad vRAN puede proteger las inversiones - y mejorar los servicios - en su evolución a 5G.

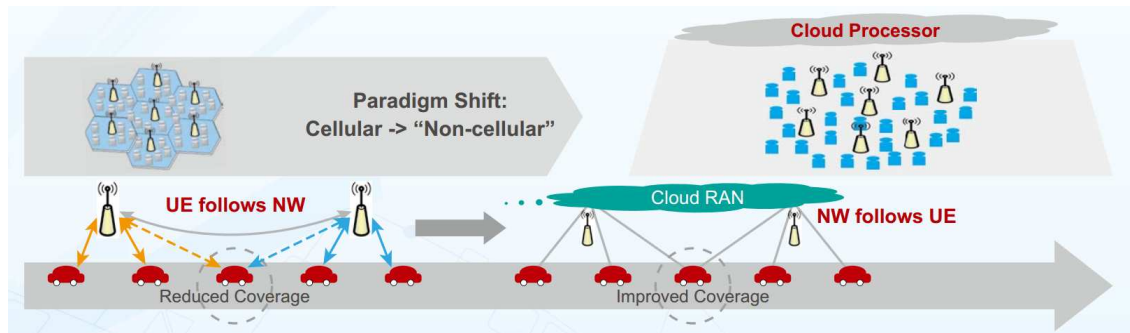
En una solución vRAN, el hardware es prácticamente independiente de las aplicaciones, por lo que los operadores pueden proteger sus inversiones mediante actualizaciones incrementales de la plataforma de hardware utilizando el mejor hardware de TI disponible en un momento dado. Y compartiendo la misma plataforma entre múltiples aplicaciones alojadas. Al separar las funciones de la red del hardware subyacente, y las unidades de radio de los sistemas de procesamiento digital, la funcionalidad vRAN establecerá el entorno flexible y dinámico de las redes RAN que se requiere para ayudar a los operadores a preparar la introducción de 5G.

Asimismo, las soluciones vRAN reducen el coste total de operación de la red. La menor ocupación en planta del equipamiento en el emplazamiento celular simplifica la adquisición y configuración del emplazamiento, y reduce los costes de alquiler de las localizaciones. Las aplicaciones que se ejecutan en Máquinas Virtuales VM se pueden transferir fácilmente de una a otra, prácticamente sin afectar a la red - lo que simplifica las tareas de mantenimiento y las actualizaciones, y de esta forma se reducen los costes operativos.

Eliminación de límites de celda

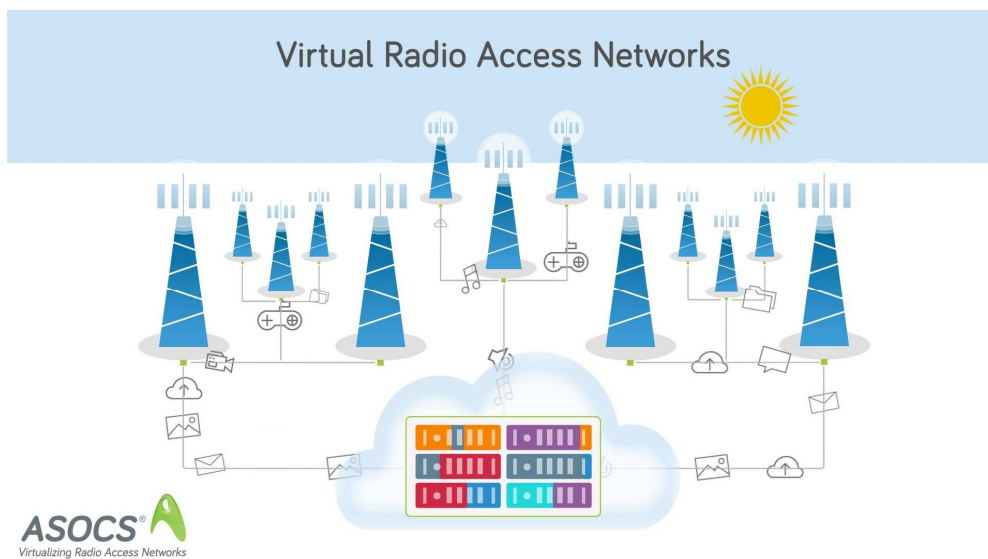
Las redes 5G usando estrategias de virtualización de acceso y plataformas computacionales avanzadas podrán explotar la densificación de las redes. El concepto de celda virtual remueve el límite de la celda tradicional y proporciona una reducción consecuente de la perjudicial a veces “cell-edge experiencia” o experiencia del usuario en el borde de las celdas.

Tradicionalmente, los dispositivos se asocian a una celda determinada. A medida que un dispositivo se mueve a un punto lejano del centro de la celda, el desempeño del enlace o conexión a la celda se degrada. En una red centralizada y virtualizada, la red determina qué puntos de acceso serán asociados al dispositivo. Se podría decir que la celda “se mueve” con y siempre rodea al dispositivo a fin de proveer un desempeño óptimo (dar una experiencia como si estuviera conectado al centro de celda).



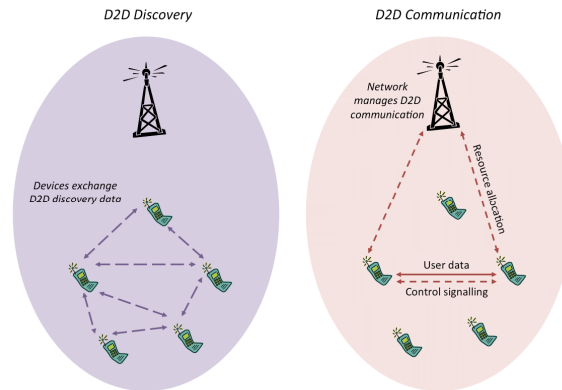
Optimización de puntos de acceso centrada en dispositivos

Cada dispositivo es servido por un set determinado de puntos de acceso. Cada set puede contener uno o varios aps y la información del dispositivo está parcial o totalmente disponible en algunos o en un set más pequeño de aps que presentan un potencial de servicio mayor. El controlador de los puntos de acceso asociará cada dispositivo a un set óptimo o preferido, así como designará el modo de transmisión para toda instancia de comunicación (siempre considerando carga e información del estado del canal (CSI) de los aps.



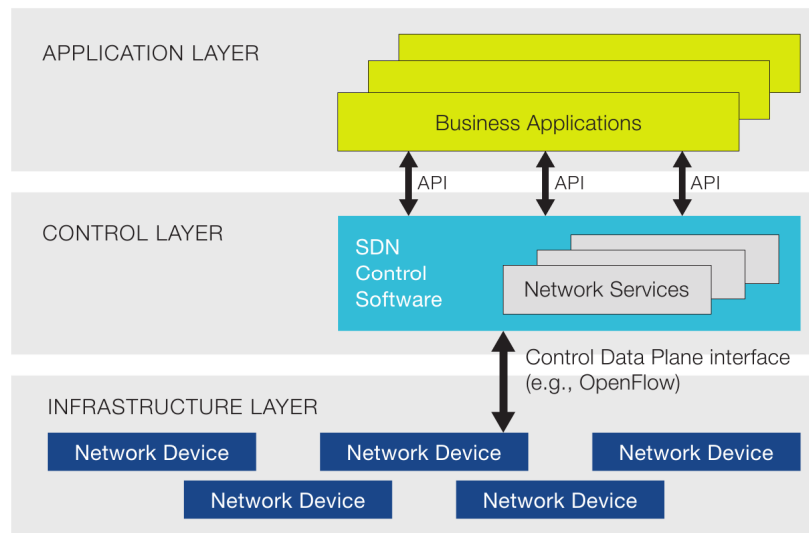
Cooperación entre dispositivos aplicada a la red (D2D)

Un factor importante al determinar y actualizar los sets de aps (tanto los actuales y aquellos con potencial de servicio) es la posibilidad de cooperación entre dispositivos vecinos y la naturaleza de dicha cooperación. La densidad de dispositivos vecinos y la capacidad de la conectividad dispositivo a dispositivo provee oportunidad de cooperación en transmisión y recepción. El controlador puede programar los dispositivos que se beneficiarían de la cooperación dispositivo a dispositivo y gestionar factores tales como colisión de la cooperación, restricciones de seguridad y privacidad. Todo lo expuesto resulta en una mejor virtualización ya que se proveen más caminos posibles de transmisión desde la red a los dispositivos destinos.



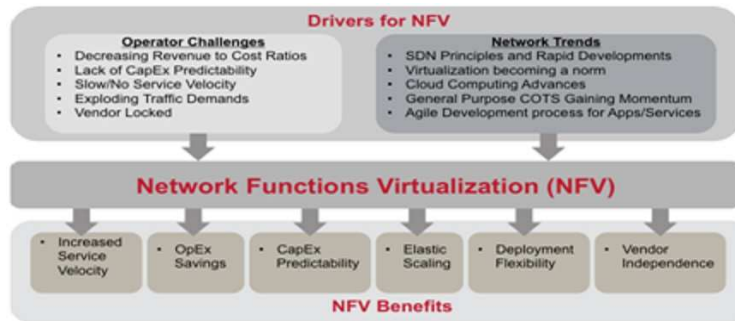
SDN

El beneficio de SDN reside en su capacidad para proporcionar una abstracción de la infraestructura de red física. A través de la programabilidad de toda la red - la capacidad para cambiar el comportamiento de la red en su conjunto - SDN simplifica en gran medida la gestión de redes. El nivel de programabilidad red proporcionada por SDN permite varias divisiones de red, personalizadas y optimizadas para diferentes implementaciones de servicios, para ser configurado usando la misma infraestructura de red lógica y física. Por lo tanto, una red física puede soportar una amplia gama de servicios y entregar estos servicios de una forma óptima.



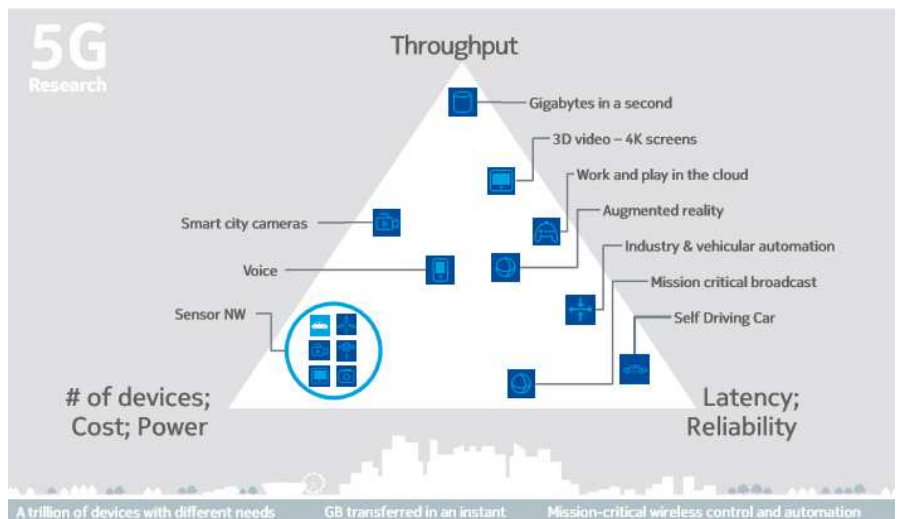
NFV

Al separar el hardware del software, NFV permite que una función de red pueda ser implementada en una instancia lógica en lugar de una física (que requiere un hardware determinado). Esta capacidad proporciona escalabilidad inmediata, la cual fortalece la entrega de servicios como capacidad o cobertura a demanda. La ventaja más significativa provocada por NFV es la flexibilidad para ejecutar las funciones de red independientemente de su ubicación. Mediante la virtualización de una función de red, esta deja de estar vinculada a una específica ubicación o nodo. La misma función de red puede ser ejecutada en diferentes lugares para diferentes porciones o divisiones de red. Mediante la colocación de las funciones de red de manera óptima, una misma infraestructura física puede proporcionar conectividad con diferentes latencias.



CASOS DE USO

La tecnología que ofrecerá 5G será de gran impacto para las industrias y para las personas, ya que permitirá conectar a todo el mundo. Esto será posible gracias a su nueva arquitectura que facilitará los diversos casos de uso que se esperan para el sistema 5G y que dependen, básicamente, de los nuevos requerimientos que se plantean como los bajos costos y la mínima latencia, la gran capacidad para los dispositivos conectados y confiabilidad en la comunicación.



Uno de los retos que tiene 5G será el brindar soporte, en cuanto a flexibilidad y confiabilidad, a los diferentes casos de uso.

Experiencia del ancho de banda

El ancho de banda es la clave para los casos de uso. Esto va más allá de los accesos básicos al internet, ya que cubre una gran interacción entre las diferentes aplicaciones que alberga la 'nube' por ejemplo.

5G no se enfocará principalmente al servicio de voz sino que la manejará como una aplicación más. La clave de este sistema son los datos en general, ya que el número de aplicaciones va creciendo, al igual que su contenido, por lo que se requieren mayores tasas de datos. Algunos de los factores en los que influyen con el requerimiento de mayor tasa de datos en las diferentes aplicaciones son, por ejemplo, la resolución de una cámara que viene dado por la salida del 4K y el desarrollo de los videos 3D. Además, de los servicios streaming de audio y video que se logran a través del acceso a internet que requieren una menor latencia, ya que son conectados a tiempo real. Además, el almacenamiento en la nube servirá de ayuda para el crecimiento de la tasa de datos en los uplinks, ya que ahora todos se concentran en subir videos para compartir parte de su vida en las redes sociales.

Esto beneficia a los usuarios móviles genéricos, a los operadores de red, a los eventos que reúnen gran número de personas como los juegos olímpicos, ya que al aumentar el ancho de banda se maximiza la experiencia del usuario tanto en espacios públicos como espacios cerrados, también se logrará mejorar la calidad de servicio en condiciones de red desafiantes.

Vehículos inteligentes, transporte e infraestructura

Una ciudad inteligente con carreteras, casas y edificios inteligentes requiere de una gran cantidad de sensores conectados a una red inalámbrica. La distribución de las redes de sensores inteligentes serán de ayuda para el costo, ya que se podrá hacer el mantenimiento debido de los semáforos, por ejemplo, o dentro de la casa o ciudad se podría hacer un consumo eficiente de la energía. Muchos de estos sensores tienen una velocidad de datos baja, baja potencia y bajo costo. En el caso de los vehículos se podrían prever accidentes, ya que podría existir una identificación de objetos en la carretera con la ayuda de los sensores puestos en estas al intercambiar información entre vehículo-carretera, o, por otro lado, los usuarios siempre necesitan estar conectados todo el tiempo independientemente de la velocidad o ubicación, y los vehículos les podrían brindar la capacidad de un ancho de banda móvil con capacidad simultánea entre todos los usuarios. Para esto el trabajo de 5G será primordialmente la conexión de todos estos dispositivos para una gestión eficiente.

Medios de comunicación de todas partes

El intercambio de información, a tiempo real, portátil y con una alta definición requiere de una latencia mínima y alta confiabilidad. Los usuarios van en aumento y por ende se necesitaran televisión en vivo a gran escala, y que la televisión sea más fácil de llevar. Por ejemplo se podría ver television en vivo a través de la computadora, celulares, tablets.

Control crítico de dispositivos remotos

Las maquinarias pesadas suelen ser peligrosas si no se controlan adecuadamente y se suelen utilizar en un lugar con grandes índices de riesgos como en una minera, pero en el futuro se podría realizar un control a distancia de estas maquinarias, pero requerirá de una comunicación fiable y muy rápida entre los diferentes dispositivos (latencias casi imperceptibles). Además, en el caso de salud podría eliminar la barrera de distancia, ya que un doctor podría controlar una máquina que le permita realizar una operación con un paciente que se encuentra en el otro lado del mundo (telemedicina), pero esto al igual que en el anterior caso requiere de latencia mínima y una comunicación fiable para evitar los riesgos. Todo esto tendría grandes beneficios para el humano si se logra una buena conexión entre los dispositivos a distancia.

Interacción humano-IoT

La interacción humano-IoT significaría un mejor cuidado a su salud y al resto de su familia ya que toda los dispositivos estarían conectados y se podría monitorear las diferentes fuentes de información. Por ejemplo con una pulsera inteligente se podría medir la presión arterial, su ritmo cardiaco, entre otros. Dentro de su casa, los padres de familia podrían vigilar el adecuado cuidado de su hijo o tal vez se podría regularizar la casa dependiendo de los índices de temperatura del exterior. Las barreras de comunicación ya no existirían,

además se añadiría un gran feedback para las personas con la ayuda de los diferentes dispositivos con los que contamos.

SEGURIDAD E2E

Dentro de la visión del sistema 5G será importante confiar en los recursos compartidos en la comunicación (el intercambio de datos) y el almacenamiento. Todo esto dependerá de la funcionalidad de seguridad necesarias, tales como la gestión de la identidad y la protección de la integridad penetrante, así como la correcta aplicación de la tecnología y la prestación de servicios: garantía de seguridad [6].

RENDIMIENTO DE LA ENERGÍA

Las redes necesitan estar concentrados en energía que sea sustentable, en este caso se necesita concentrar en reducir el consumo de energía de los recursos de la red y aumentar el tiempo de vida de los diferentes dispositivos, como sensores, celulares, etc. para reducir los costos y así seguir con el desarrollo de estos dispositivos, en especial los sensores.

Bibliografía.

1. Febrero del 2015. 5G Vision. The 5G Infrastructure Public Private Partnership: the next generation of communication networks and services.
<https://5g-ppp.eu/wp-content/uploads/2015/02/5G-Vision-Brochure-v1.pdf>
2. Noviembre del 2015. The Road to 5G: Drivers, Applications, Requirements and Technical Development.
http://www.huawei.com/minisite/5g/img/GSA_the_Road_to_5G.pdf
3. Abril del 2015. 5G: New Air Interface and Radio Access Virtualization
http://www.huawei.com/minisite/has2015/img/5g_radio_whitepaper.pdf
4. Julio del 2014. 5G use cases and requirements
networks.nokia.com/sites/default/files/document/5g_requirements_white_paper.pdf
5. Marzo del 2015. 5G use cases
<https://www.ericsson.com/res/docs/2015/5g-use-cases.pdf>
6. Enero 2015. 5G Systems
<http://www.ericsson.com/res/docs/whitepapers/what-is-a-5g-system.pdf>