

## Solución de LTE para Cuba

**Ing. Yanela Fernández Cruz<sup>1</sup>, Ing. Yilian Villanueva Martínez<sup>2</sup>, Ing. Nelson A. Fleitas Hernández<sup>3</sup>, Dr. Ing. Francisco Marante Rizo<sup>4</sup>**

<sup>1</sup>Instituto Superior Politécnico "José Antonio Echeverría". [prodriguez@arquitectura.cujae.edu.cu](mailto:prodriguez@arquitectura.cujae.edu.cu)

<sup>2</sup>Instituto Superior Politécnico "José Antonio Echeverría". [yilian@electronica.cujae.edu.cu](mailto:yilian@electronica.cujae.edu.cu)

<sup>3</sup>Ministerio de Ciencia, Tecnología y Medio Ambiente. [nfleitas@innomax.citma.cu](mailto:nfleitas@innomax.citma.cu)

<sup>4</sup>Instituto Superior Politécnico "José Antonio Echeverría". Doctor en Ciencias Técnicas,  
[marante@electronica.cujae.edu.cu](mailto:marante@electronica.cujae.edu.cu)

### RESUMEN / ABSTRACT

El rápido desarrollo de LTE (Long Term Evolution) como tecnología para alcanzar la cuarta generación de comunicaciones móviles y la preferencia que ostenta a nivel mundial, convierten los planes de migración a largo plazo en una necesidad para cualquier país en vías de desarrollo como Cuba. El objetivo del presente artículo es presentar una solución para desplegar de forma sencilla una red LTE en Cuba

**Palabras claves:** comunicaciones móviles, cuarta generación, LTE.

### *LTE Solution for Cuba*

*The fast development of LTE as the technology to achieve the fourth generation of mobile communications and the preference it holds world widely, turn the long term migration plans into a need for any developing country such as Cuba. This article aims to present a simple solution to deploy an LTE network in Cuba.*

**Key words:** fourth generation, LTE, mobile communications.

## INTRODUCCIÓN

Cuba cuenta con una red de telefonía móvil basada en GSM (Global System for Mobile Telecommunications) desde el 1 de mayo de 2001, la cual brinda servicios de GPRS (General Packet Radio Service) desde el año 2004. La red de acceso posee radiobases de dos tecnologías. Las provincias desde Pinar del Río hasta Ciego de Ávila (incluyendo la Isla de la Juventud) tienen instaladas BTS (Base Transceiver Station) Ericsson, mientras que en el resto del país las BTS son Huawei.

La conectividad a los servicios de datos se ofrece a través de GPRS y EDGE (Enhanced Data rates for GSM Evolution), dedicada únicamente a usuarios en roaming. ETECSA cuenta con una cifra actual de 265 acuerdos de roaming internacional, donde sólo se provee conectividad a la red matriz del abonado, la cual se encarga de ofrecer los servicios de forma específica. En mayo de 2012, ETECSA desplegó una red de tercera generación basada en el Acceso de Paquetes de Alta Velocidad en el Enlace de Bajada (HSDPA, High Speed Downlink Packet Access) en zonas puntuales de la Isla donde existe mayor tráfico de roaming, para aumentar las velocidades que se ofrecen actualmente<sup>1</sup>.

Las bandas de frecuencia en uso son la de GSM900 (y GSM850 en algunas locaciones) para los servicios de segunda generación y la banda de 2100 MHz se utiliza para la red 3G.

## ARQUITECTURA DE RED PARA EL DESPLIEGUE DE LTE EN CUBA

El despliegue eficiente de una red LTE debe cubrir inicialmente las zonas de alta demanda de tráfico y expandirse gradualmente hacia zonas de menor densidad. Para una migración a LTE en Cuba resulta factible comenzar con la implantación de la red en los emplazamientos donde actualmente exista un servicio de datos en uso y éste además, represente altos ingresos. Estas zonas han sido definidas y coinciden con las áreas de cobertura del proyecto 3G de ETECSA; y son la zona norte de La Habana, Varadero, Cayo Santa María, Cayo Coco y Cayo Guillermo.

Una celda LTE ofrece rendimiento óptimo para radios de hasta 5 km, rendimiento efectivo para hasta 30 km y rendimiento limitado para radios de alrededor de 100 km. Conociendo que el área geográfica determinada por cada una de las zonas de alta demanda definidas no excede los 30 km de radio como promedio, se necesita utilizar sólo una estación base por cada área; exceptuándose el norte de La Habana donde, por la cantidad de usuarios concentrados, se propone el uso de dos radiobases.

La red constaría de seis eNB (evolved Node B) conectados a una única EPC (Evolved Packet Core) a través de Ethernet rápido, tal como se muestra en la figura 1.

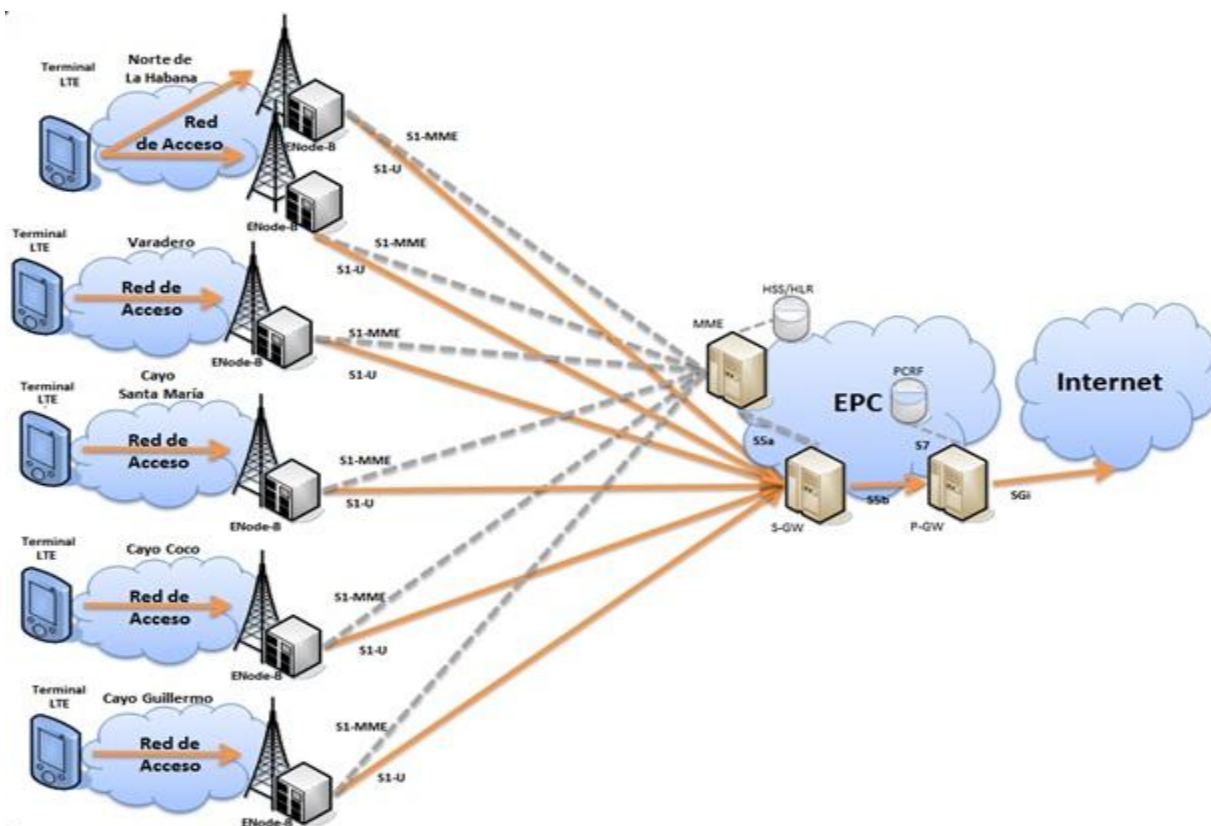


Figura 1. Esquema de la Red LTE-Cuba.

La nueva red LTE deberá coexistir con las redes preexistentes de forma que se puedan realizar handovers intergeneracionales que permitan a los usuarios mantener la cobertura fuera de las celdas LTE. La solución de interoperabilidad seleccionada se presenta en la figura 2, que muestra la interconexión de todas las redes a través de las nuevas interfaces S3, S4, S6d y S126.

Con esta configuración, además de brindar cobertura LTE y servicios de cuarta generación, se mantienen en uso las redes preexistentes aprovechando su conectividad en las áreas de discontinuidad de la red LTE (ver figura 3).

## MARCO ECONÓMICO

Un elemento clave para cualquier operador es reducir los costos. Por consiguiente, es esencial que cada nuevo diseño reduzca los gastos de capital (CAPEX, Capital Expenditures) y los gastos operacionales (OPEX, Operational Expenditures).

Los costos de dimensionamiento de red corresponden a los costos de equipos (CAPEX), se dividen en costos de infraestructura de radio (40%), transporte (40%) y núcleo (20%).

Estos costos son considerados a comienzos del período de evaluación. Para el CAPEX, LTE disminuye la cantidad de bloques para la parte de radio, ya que el eNB integra al RNC (Radio Network Controller) al incluir las funciones de control; y el transporte y núcleo ya que muchas funciones se integran en el MME (Mobile Management Entity), permitiendo una disminución en los costos de equipos<sup>2</sup>. Las celdas LTE logran mayor flexibilidad y menor costo, ya que requieren menos estaciones base para cubrir un área específica.

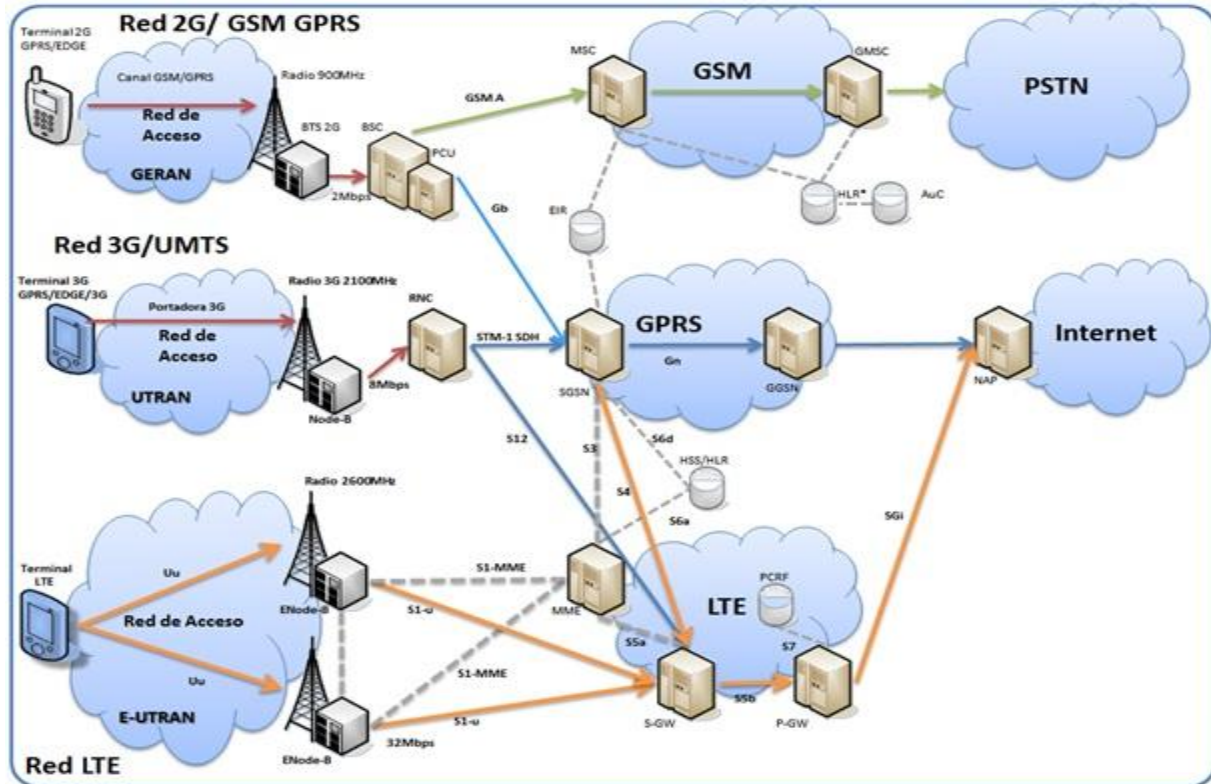


Figura 2. Coexistencia de la red LTE con las redes preexistentes en Cuba.

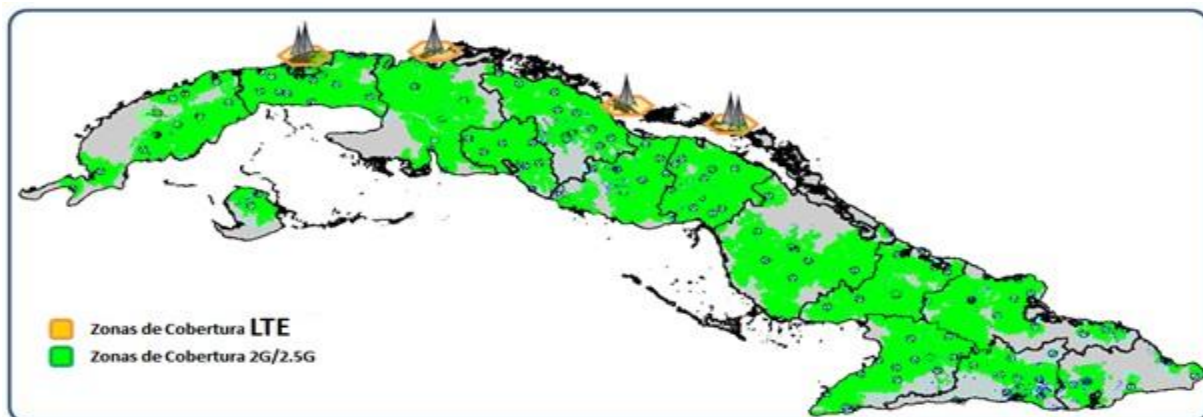


Figura 3. Coexistencia de la Cobertura 2G/3G/4G

Con respecto a los costos operacionales (OPEX), el costo viene dado por gastos en soporte de red (20%), operación de red (40%), arriendo y gastos (40%). LTE presenta una arquitectura simple basada en IP y un grado de automatización que promete grandes disminuciones en los gastos de operación. Un reporte reciente del UMTS (Universal Mobile Terrestrial System) Forum afirma que el costo por Megabyte para LTE es un 83% más barato que para UMTS/WCDMA (Wideband Code Division Multiple Access) y un 66% para HSDPA<sup>3</sup>.

## **SOLUCIÓN PARA VOZ SOBRE LTE EN CUBA**

El escenario que se plantea para desplegar LTE en Cuba no presenta cobertura continua de red, por lo que los esquemas sobre IMS (IP Multimedia Subsystem) y las soluciones OTT (Over the Top) quedan descartados como alternativas para brindar servicios de voz, puesto que éstos están basados en IP y no pueden hacer handovers a redes de conmutación de circuitos como las preexistentes de generaciones anteriores.

La solución implícita pasa a ser Circuit Switched Fallback, ya que es la solución estándar que propone 3GPP, pero no es la alternativa más eficiente en cuanto a latencia y tiempos de establecimiento de llamadas. La solución más práctica y eficiente para escenarios como el propuesto para Cuba resulta ser VoLGA (Voice over LTE Generic Access)<sup>5</sup>, ya que reutiliza las redes 3GPP existentes, sin necesidad de modificarlas, para canalizar el tráfico de voz de forma transparente a éstas y al usuario. VoLGA, además, presenta esquemas que permiten viabilizar el roaming internacional.

La introducción de VoLGA en la arquitectura propuesta no representa alteración alguna para las redes preexistentes ni para la estructura de red LTE, sólo se necesita agregar el nodo VANC (VoLGA Access Network Controller) conectado a través de las interfaces estandarizadas, como se muestra en la figura 4.

Para el uso de VoLGA los terminales LTE deben contar con un software que les permita el acceso al VANC, el cual puede ser distribuido a los usuarios a través de la propia red superando las barreras de compatibilidad que pudieran existir para los distintos fabricantes.

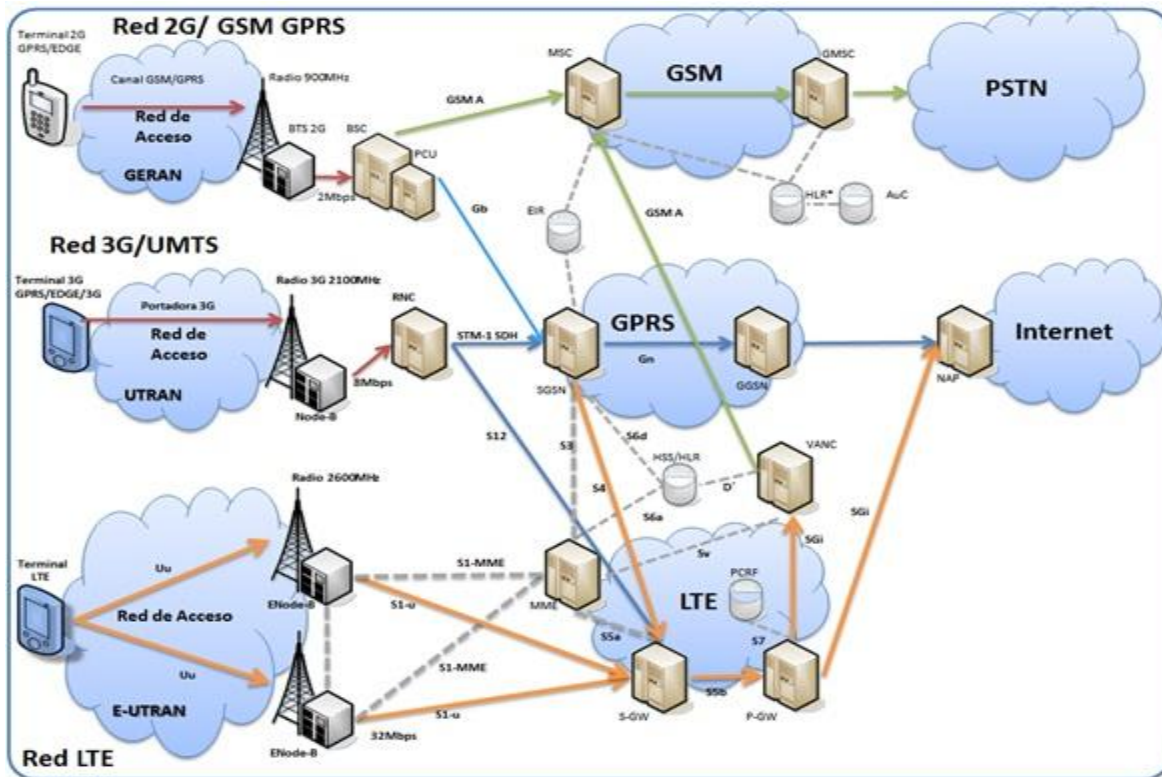


Figura 4. Introducción de VoLGA en la red LTE-Cuba.

## CONSIDERACIONES DE FRECUENCIA

De la bandas de frecuencia disponibles para LTE, las más cotizadas son las bandas de 700 MHz, de 1.7 GHz, de 2.1 GHz y de 2.6 GHz.

En el proceso de selección de la banda a utilizar se debe tener en cuenta que las frecuencias elevadas presentan distancias de propagación menores, pero gozan de una mayor capacidad de transmisión de datos. La opción de implementar LTE en la banda de los 700 MHz, resulta atractiva si lo que se busca es gran cobertura con poca infraestructura, pero en Cuba esta banda se utiliza actualmente para difusión de televisión analógica en UHF (Ultra High Frequency).

Analizando la ocupación actual del espectro en Cuba y teniendo en cuenta que la banda de 2.6 GHz es una de las más usadas, ésta se perfila como banda por excelencia para esta solución de LTE. La selección de la banda de 1.7 GHz resultaría también una solución, en caso de que por cualquier motivo no se utilizase la de 2.6 GHz.

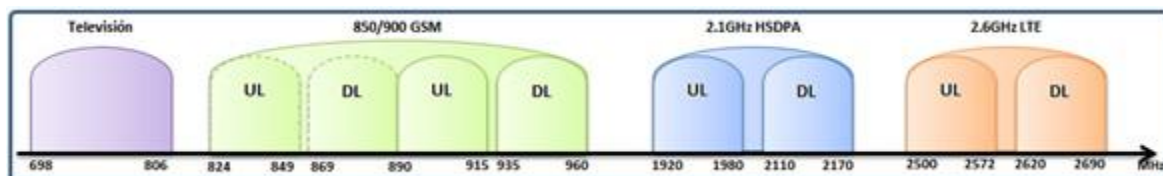


Figura 5. Utilización del espectro GSM-GPRS/UMTS-HSDPA/LTE-FDD en Cuba.



En LTE la separación básica entre subportadoras es igual a 15 kHz (para mantener la ortogonalidad) y el número de subportadoras depende del ancho de banda de transmisión. Gracias a esto, soporta por lo menos 200 usuarios activos en cada célula de 5 MHz, alcanza 600 subportadoras en caso de operación en un espectro asignado de 10 MHz, y menos o más subportadoras en el caso de anchos de banda de transmisión menores o mayores, respectivamente.

Considerando que la banda del espectro asignado a LTE en 2.6 GHz para FDD (Frequency Division Duplexing) tiene 70 MHz, se puede explotar al máximo el ancho de banda, por lo que se propone el uso de 20 MHz en cualesquiera de las respectivas subdivisiones, sirviendo a más de 1000 usuarios por celda.

	Uplink [MHz]	Downlink [MHz]	Ancho de Banda [MHz]
FDD	2500 -2572	2620 -2690	70
TDD	2572-2620	2572-2620	48

**Tabla 1. Banda de 2.6 GHz de LTE**

### **SOLUCIÓN PARA OFRECER SERVICIOS DE DATOS CON LTE EN CUBA**

Como hasta el momento no se brindan servicios sobre datos en las redes de comunicación móvil en Cuba, estos resultan un nuevo concepto de negocio, donde no sólo se obtienen ingresos por brindar conectividad sino también a través de la provisión de diversos servicios como navegación Web, compras electrónicas, video conferencia, redes privadas virtuales, entre otros.

Gracias a los beneficios en velocidad de transmisión, reducción de latencia y aumento de capacidad, se podrán entregar nuevas posibilidades de servicios de valor agregado.

Debido a las limitaciones existentes con relación a Internet, se precisa de alternativas basadas en la propia intranet del país, como la provisión de servicios Web por parte de las diferentes empresas e instituciones. Se pueden crear servidores y accesos de banda ancha para difundir multimedia y audiovisuales de forma digital, servidores de correo electrónico público nacional e internacional y servicios de televisión nacional digital; y de esta forma, explotar al máximo las capacidades de esta red. Las posibilidades son infinitas, y con LTE ya están a nuestro alcance.

## CONCLUSIONES

El despliegue de una red LTE en Cuba es una solución viable para alcanzar la cuarta generación de telefonía móvil. En el caso de los servicios, puede significar el impulso que se necesita para su ampliación en cuanto a variedad y cantidad y para su extensión en cuanto a la disponibilidad para todos los usuarios de la red. En el caso de la economía del país, puede convertirse en un generador de ingresos que apoye el desarrollo económico a través de los contratos de roaming y nacionales.



## REFERENCIAS

1. **ETECSA:** “Proyecto 3G/HSDPA”. 17 de abril del 2012.
2. **López Muñoz NA.:** “Efecto de las redes de cuarta generación (LTE) en los servicios móviles en Chile”, Memoria para optar al título de Ingeniero Civil Electricista, Facultad de Ciencias Físicas y Matemáticas: Universidad de Chile; 2011.
3. **UMTS Forum.** “Global Mobile Broadband: Market potential for 3G LTE”, Disponible en: [http://www.umtsforum.org/component/option,com\\_docman/task,doc\\_download/gid,1902/Itemid,12/](http://www.umtsforum.org/component/option,com_docman/task,doc_download/gid,1902/Itemid,12/).
4. **Acuña Quiró, P.; Salas Cascante, M.; Salazar Jara J,P.; Montealegre Alfaro, F.** “Propuesta de requerimientos técnicos para la implementación de redes móviles con la tecnología Long Term Evolution (LTE) en Costa Rica”, Escuela de Ingeniería Eléctrica, Universidad de Costa Rica.
5. **The VoLGA Forum.** “Voice over LTE via Generic Access (VoLGA)”, 2009.
6. **Glisic SG.** “Advanced Wireless Networks 4G”, John Wiley & Sons, 2006.