

# Aplicación de Nuevas Tecnologías y Nuevos Modelos de Arquitecturas de Red con Bajo COSTE y eficiente Calidad de Servicio, para la Implementación de Servicios Básicos de Telecomunicaciones, Internet, Voz y Vídeo, para localidades pobres y aisladas de Perú

Ing. CIP. Jauler Bustamante, Gerardo Enrique

gjauler@gmail.com

Pecortel Perú SAC, Perú

Calle Otorongo 250 Dep. 301 Urb. Maranga, Lima 32

Lima - Perú

**Resumen:** El presente estudio es el resultado de la búsqueda e investigación de las mejores prácticas e iniciativas, el uso de nuevas tecnologías de **CONVERGENCIA**, en el esfuerzo de diseñar un **NUEVO MODELO DE ARQUITECTURA DE RED** que, con la combinación de diferentes elementos de red, tiendan a **reducir el coste** para la extensión del servicio o de cobertura en la última milla y **augmentar la calidad de los servicios** básicos de telecomunicaciones, tales como Internet, voz y vídeo que se otorgan a localidades pobres y aisladas de Perú. Éste constituye un aporte para dar solución a zonas rurales con poca accesibilidad geográfica, sin bajar la calidad de servicio, y en muchos de los casos manteniendo el throughput de los enlaces de subida y de bajada. Las Arquitecturas de Red, corresponden a las NGN ya sea sobre redes alámbricas o inalámbricas; su combinación y despliegue tienen como objetivo la **RÉPLICA** de las mismas.

**Abstract:** Abstract This study is the result of the search and investigation of best practices and initiatives, the use of new technologies **CONVERGENCE**, in the effort to design a **NEW MODEL OF NETWORK ARCHITECTURE**, with the combination of different network elements tend to reduce the cost for the extension of service or coverage in the last mile and increase the quality of basic telecommunications services such as Internet, voice and video that are given to poor and remote villages of Peru. This is a contribution to solve rural areas with little geographic accessibility, without lowering the quality service, and in many cases maintaining the throughput of uplink and downlink. Network Architectures, correspond to NGN on either wired or wireless networks, their combination and deployment are intended to replicate the same.

**Palabras clave:** NGN, pobres, rural, Banda Ancha, etc.

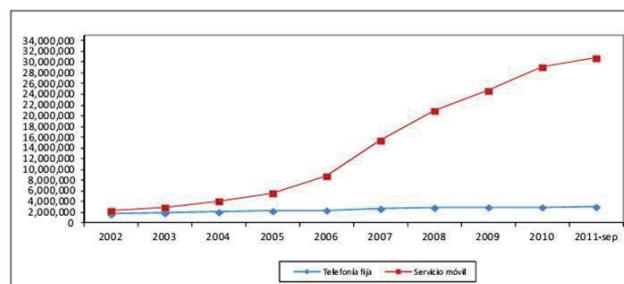
## 1. Introducción

Existen variadas tecnologías y arquitecturas de red, que han sido definidas y aplicadas por diversos operadores, para acometer a localidades rurales que están fuera del área de su cobertura de red (off net). Definitivamente, para ningún operador es apetitoso el invertir grandes cantidades de dinero para un **TRÁFICO INCIPIENTE**, como es el que ofrecen las localidades pobres y aisladas de Perú, **pero también es cierto que si se ofrece una mejor calidad de servicio, entonces el usuario hará uso del servicio y de las bondades que ofrece la tecnología.** En un inicio, ha sido lo contrario, en el caso de Perú, el operador busca soluciones de bajo coste, que puedan alcanzar el mismo objetivo, dar cobertura, pero **sacrificando la calidad de servicio.** Esto también origina nuevos nichos de mercado y otras oportunidades de negocio.



Figura 1. Uso de las Tecnologías en función del área de densidad.

La experiencia de Perú, en la actualidad, nos muestra que la tecnología celular ha ampliado su cobertura, y hemos llegado a los 30 millones de celulares.



Servicio	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011-sep
Telefonía fija	1,655,624	1,839,165	2,049,822	2,250,922	2,400,604	2,673,352	2,878,705	2,945,297	2,952,127	3,014,288
Servicio móvil	2,205,943	2,890,343	4,092,558	5,583,356	8,772,154	15,417,247	20,951,834	24,700,361	29,115,149	30,793,538

Figura 2. Evolución de líneas en servicio de telefonía fija y servicio móvil a nivel nacional (2002 – Sep. 2011).

Fuente: Empresas operadoras  
Elaboración: DGRAIC- MTC

Por otro lado, esta cobertura celular cayó sobre los proyectos de cobertura de **FITEL**, poniendo en riesgo la inversión de operadores rurales de telecomunicaciones, como es el caso del operador **GILAT**, que instalaron estaciones **VSAT** en Perú. Actualmente, estas estaciones se encuentran en abandono o programadas para ser retiradas o reubicadas en otras localidades debido a que el tráfico de voz es casi cero (por problemas de energía, mantenimiento, costes muy altos, ingreso de la telefonía celular, etc.). Frente a esta realidad, **los usuarios han**

optado por las llamadas de celular en la modalidad prepago, dejando de lado las llamadas telefónicas realizadas con la ayuda de las estaciones VSAT, lo han hecho sencillamente por la necesidad de comunicación y la CALIDAD de SERVICIO que tiene la tecnología Celular. No siempre el bajo coste es el que determina un alto tráfico, más determinante que el precio es la calidad del servicio. Treinta millones de celulares nos hacen pensar que la tecnología celular ha penetrado en forma considerable en nuestro país, siguiendo la tendencia mundial hacia la globalización y a la integración de todos los servicios en un solo terminal y el uso más frecuente de la banda móvil.

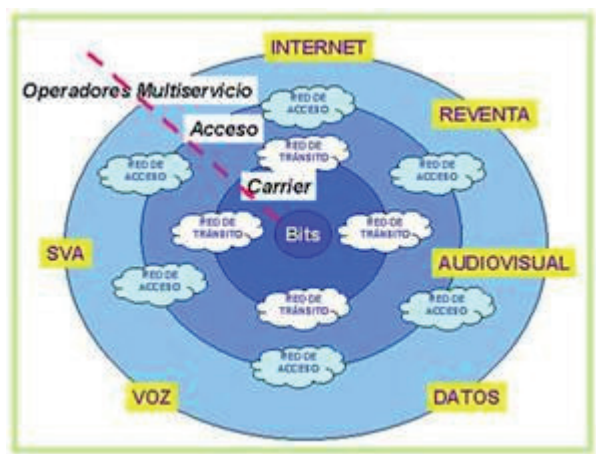


Figura 3. Movilidad tendencia a la integración de todos los servicios en un solo terminal.

Cabe preguntarnos si ¿la movilidad y la integración de los servicios en un solo terminal alcanzarán a las zonas rurales?

En el caso de Perú, se ha optado por utilizar VSAT, para zonas de difícil acceso geográfico, cuyo latencia es muy alta, en el caso de la transmisión de la voz y en otros casos se usa WiFi, en donde el throughput no puede mantener un enlace mayor a 1 mbps. En el caso del estándar 802.11b, debido a que las grandes distancias influyen en la transmisión, y por trabajar en el espacio libre, estos aspectos tendrán siempre sus inconvenientes. **Ahora es posible, con la ayuda de las NGN, combinando redes fijas o móviles y nuevos elementos de Red, dotar a localidades rurales pobres y aisladas de servicios básicos de telecomunicaciones, con una mejora sustancial en la calidad de servicio.**

Cabe mencionar que para cada país en particular las economías, extensiones y accesibilidad de las localidades rurales son diferentes; asimismo no se puede comparar una localidad rural del Perú con un localidad rural de los Estados Unidos y otra de la India o del Asia, etc. Las NGN y los nuevos elementos de Red que se incluyan para dar soluciones y nuevos modelos de arquitecturas de red será necesario que éstos sean de bajo coste y de alta performance no sean de tecnología propietaria. En el presente estudio, se observa que en el(los) modelo(s) propuesto(s), los elementos de red observan los estándares y la compatibilidad entre todos ellos, así fueren de diferente marca y fabricante para favorecer la integración.

Se hace, pues, necesario en esta nueva etapa que vive

Perú, el tener un procedimiento de HOMOLOGACION de equipamiento de comunicaciones más rápido y eficiente que nos permita el dar nuevas soluciones y nuevos modelos de arquitecturas de red. **Es necesario que el MTC, logre aplicar nuevas estrategias y metas que motiven al operador a implementar equipamientos que extiendan y mejoren la calidad del servicio y también una nueva regulación que permita extender la Cobertura del servicio al aplicar NGN,** motivando el ingreso de nuevos operadores al mercado, logrando acelerar iniciativas que usen la banda móvil de bajo coste, como una alternativa de solución para las zonas rurales aisladas.

### Barreras de Entrada

También existen barreras de entrada que desmotivan el despliegue de nuevas arquitecturas de red. **Cuando el Estado norma que el operador dominante puede otorgar los mismos servicios que un operador rural sobre la misma área de cobertura,** entonces se hace muy difícil para los operadores de las áreas rurales, operar en forma exclusiva, lo cual nos invita a reflexionar en tener una reforma equitativa para que el operador rural pueda obtener utilidad y retorno de capital que le permita la reinversión del mismo, **para motivar a la expansión, crecimiento de los servicios y la baja de las tarifas.** En cuanto al tema de ICX, el operador dominante no extiende su Red de Transmisión porque **a él no le es de interés tener más área de cobertura y mucho menos para localidades pobres y aisladas de bajo tráfico.** Es necesario **que el MTC, a través del FITEL en su estrategia de cobertura, procure la implementación de los proyectos de Backbone de transmisión por Fibra óptica de Norte, Centro y Sur, unido a los proyectos de banda ancha rural,** y que de esta manera se dé cobertura a todas las localidades aisladas de Perú. **Con esta actitud el MTC y FITEL harán posible que el principio EQUIDAD en el acceso se haga realidad y así podremos cerrar la BRECHA IMPOSIBLE (umbral de asequibilidad).**



Figura 4: Marco Conceptual de la Brecha de Acceso.

Se evidencia, entonces, que hasta el momento los aislados siguen más aislados y con menos cobertura.

### Problema con la Interconexión (ICX)

También existe un problema de ICX con el operador dominante, esto debido a la falta de cobertura de red de transmisión. Cabe mencionar que no es el propósito del presente estudio el proponer una nueva estrategia para superar el problema de capacidad y red de transmisión. **Este problema pudiera presentarse aun en la mejor**

**tecnología y la mejor solución de Red**, cuyo fin no es más que favorecer a las localidades pobres para que tengan equidad en el acceso y en consecuencia una mejora sustancial en la calidad de los servicios y que tengan la misma oportunidad de acceder a un desarrollo local y sostenible mejorando la calidad de vida, con el uso de las TICpD. Es esto, pues **telecomunicaciones para los más pobres y coadyuvar al CIERRE de la BRECHA SOCIAL.**

## 2. Análisis Comparativo de Redes Inalámbricas

Es necesario mencionar que existen trabajos importantes que han realizado este análisis debido a que el futuro de las comunicaciones es hacia la conmutación de paquetes, la movilidad y la integración de todos los servicios en un solo terminal. Ahora que la penetración celular ha alcanzado niveles muy altos en Perú y teniendo uno de los ARPU más bajo de Sudamérica, se hace necesario que la extensión de la Cobertura para las localidades aisladas se inicie a partir de estas arquitecturas de redes celulares desplegadas con bastante éxito en nuestro país, las tecnologías celulares que se encuentran operando son CDMA, GSM, 3G y 4G.

El realizar un estudio comparativo y de prospección de las tecnologías NGN alámbricas o inalámbricas, sus características y bondades, es necesario para poder apreciar el alcance de cada una de ellas, cuándo y dónde aplicarlas. [1Libera].

### 2.1 Comparación entre los parámetros de diferentes tecnologías NGN

Para esta comparación se necesita analizar diversos parámetros que nos pueden ayudar a decidir cuál es la progresión y tendencia de las NGN en Perú y que nos permita entender que la GLOBALIZACIÓN y CONVERGENCIA están más cerca de lo que estamos pensando.

En este punto, no vamos a incidir sobre comparar redes alámbricas entre sí porque sabemos que éstas prestan anchos de banda muy superiores a los de las redes inalámbricas, como es el caso de la Fibra Óptica y el DWDM, en el tiempo presente.

Nuestro análisis estará más centrado entre las prestaciones de las tecnologías inalámbricas. Hay algunos parámetros más importantes que otros que nos pueden ayudar a diferenciar las mejoras que traen las NGN inalámbricas y móviles.

Estos parámetros son:

- Espectro Radioeléctrico.
- Tecnología de acceso.
- Ancho de Canal frecuencia Portadora.
- Tipo Modulación.
- Troughput.
- Distancia y Velocidad.
- Frecuencia y Distancia.
- Movilidad, troughput, Densidad y Distancia.
- Downlink y Uplink.

- Latencia.

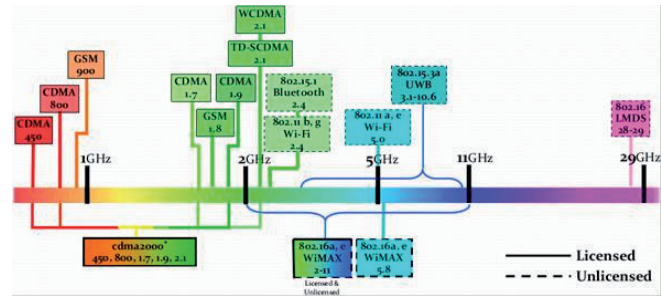


Figura 5. Espectro Radioeléctrico [2UPSMPWiFi].

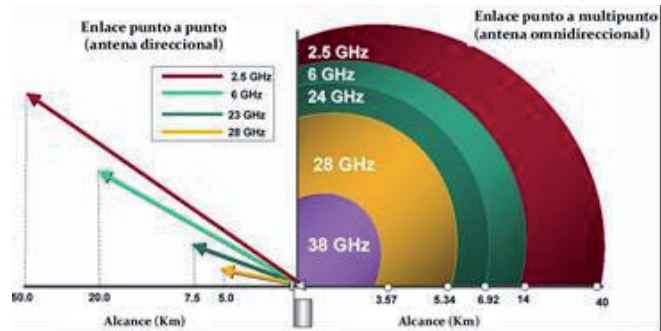


Figura 6. Distancia de las Ondas de radio en Función de la frecuencia. [3UPSMPWiFi].

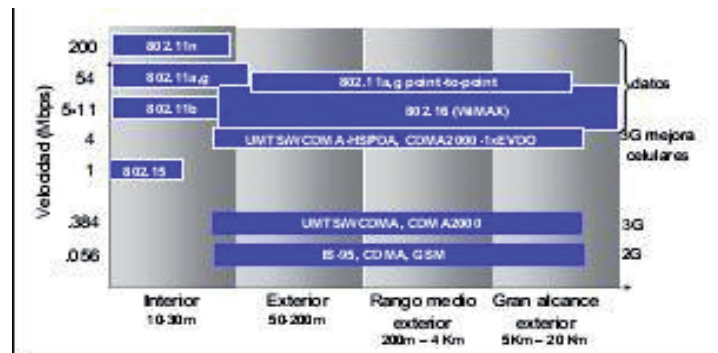


Figura 7. Redes inalámbricas y móviles.<sup>5</sup>

Tabla 1. Estandarización de las redes inalámbricas.<sup>6</sup>

802.11x				
Característica/Norma	802.11a	802.11b	802.11g	802.11n
Frecuencia	5 Ghz	2,4 Ghz	2,4 Ghz	2,4 Ghz
Tasa de Transferencia	54 Mbps	11 Mbps	54 Mbps	300 Mbps
Compatibilidad	a	b	g y b	n y g

Tabla 2. Comparación entre tecnologías inalámbricas [4 Estándares WiFi].

4

[http://www.usmp.edu.pe/vision2012\\_lima/SEMINARIOS/seminariosJueves/RedesinalambricasWi-Fi.pdf](http://www.usmp.edu.pe/vision2012_lima/SEMINARIOS/seminariosJueves/RedesinalambricasWi-Fi.pdf)

<sup>5</sup> <http://atc2.aut.uah.es/~rduran/RedesComp/docs/bloque36.pdf>

<sup>6</sup> [http://www.wirelessethernet.org/certified\\_products.asp](http://www.wirelessethernet.org/certified_products.asp)



Tecnología	WiFi	WIMAX	GPRS	3G	WiMesh
Estándares	802.11	802.16	GPRS	IMT2000	802.11s
Radio de celda	0,01 - 0,1 km	1 - 15 km	30 km		
Banda de transmisión	2,4 GHz, 5 GHz	2,3 GHz, 3,5 GHz	800 MHz, 1800 MHz, 1900 MHz	1900 MHz, 2100 MHz	2,4 GHz, 5 GHz
BW del canal	20 MHz	1,25 - 20 MHz	200 kHz	5 MHz	20 MHz
Tasa de transmisión	54 Mbps	100 Mbps	114 kbps	2 Mbps	54 Mbps
Throughput	36 Mbps	75 Mbps	22 kbps	1,8 Mbps	36 Mbps
Encriptación	WPA, WEP	x.509 con DES en modo CBC	GEA		AES
Modulación	PSK, QPSK, OFDM	OFDM	GMSK	QPSK - 16QAM	PSK
Tecnología de acceso	CSMA/CA	DAMA - TDMA	FDMA - FDD	CDMA	QDMA
Calidad de servicio	No	Si	No	Si	Si
Licenciada	No	Si	Si	Si	No

## 2.2 Relación de las NGN, la Geografía y la densidad poblacional

Además de lo anterior descrito, en el Perú es muy importante para el despliegue de las redes, la geografía de las zonas rurales, clima, acceso vial, demanda, densidad poblacional, etc.

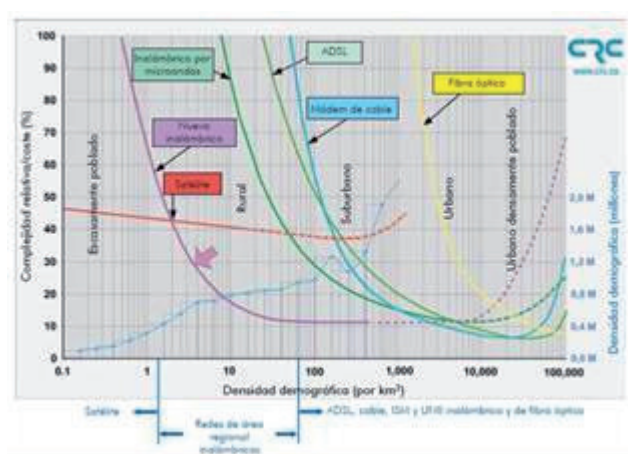


Figura 8. Tecnologías de acceso de Banda Ancha adaptadas en Función de la Densidad Demográfica.<sup>7</sup>[Chouinard]

El análisis comparativo de los parámetros presentados en las figuras anteriores nos revelará la tendencia de estas tecnologías, cuál aplicar según sea el caso y el futuro de sus aplicaciones.

## 3. Planteamiento de Nuevas Arquitecturas para la extensión de cobertura aplicando las NGN

Las zonas rurales aisladas de países en vías de desarrollo son el contexto vital de más de la mitad de la población mundial, pese a lo cual es generalizada su casi total carencia de infraestructuras de comunicación y acceso a la información. La pretensión de dotar a estas zonas de conectividad a redes de voz y datos ha sido en los últimos años una preocupación del mayor orden de los agentes internacionales multilaterales de desarrollo, ya que en algunos casos se puede considerar un servicio básico, y en todos es un sustrato de gran importancia para el desarrollo y la promoción humana. No obstante, todos los esfuerzos por generalizar el acceso a redes de comunicación en

<sup>7</sup> Acceso de Banda Ancha em zonas rurales apartadas por Gerald Chouinard, <http://www.itu.int/itu/news/manager/display.asp?lang=es&year=2006&issue=03&ipage=canadian&text=html>

zonas aisladas de países en desarrollo suelen topar desde los primeros pasos con la ausencia de soluciones tecnológicas realmente apropiadas, realistas y sostenibles, debido en gran parte a las siguientes características específicas de estos contextos:

- ◆ No sólo se carece de infraestructuras de telecomunicación, también suele ser prácticamente inexistente o de mala calidad la infraestructura de electrificación y, en muchos casos, las vías de acceso.
- ◆ El personal técnico calificado necesario para el mantenimiento y operación de estas tecnologías suele encontrarse en las ciudades y resulta caro y difícil contar con él en estas zonas.
- ◆ La población es pobre y dispersa, por lo que no puede soportar los costes de infraestructuras caras de instalar, mantener y operar. Tampoco los estados de los países en vías de desarrollo están en condiciones de poder subvencionar la instalación de redes de comunicaciones rurales en pro de la cobertura total, tanto por su falta de recursos como por la enorme proporción que las poblaciones rurales no contributivas representan en el total.

## 3.1 Características de las soluciones tecnológicas para este contexto. [6GTR\_PUCP]

Este contexto no sólo explica la causa de esa práctica incomunicación de la mitad del mundo habitado, sino que también determina las especificaciones de cualquier solución tecnológica que se pretenda aplicar de manera sostenible en entornos rurales de países en desarrollo:

- ◆ Tiene que ser robusta y sencilla de usar, ya que los usuarios van a ser poco calificados y no van a contar con el apoyo continuado de asesores preparados.
- ◆ Tiene que requerir poco o ningún mantenimiento de técnicos especializados, ya que éstos van a estar lejos y va a resultar caro y difícil atraerlos para la resolución de los problemas.
- ◆ Debe ser de bajo consumo, ya que frecuentemente tendrá que depender de instalaciones de energías fotovoltaicas o eólicas que encarecen las instalaciones y aumentan las necesidades y costes de mantenimiento.
- ◆ Debe tener costes de despliegue y de operación muy bajos. Esto excluye las redes cableadas y las redes satélites como soluciones únicas (Pero podría darse una combinación de ellas si se implementa el Backbone de Transmisión de Fibra Óptica). En ocasiones, se puede plantear el acceso al mundo de todo una red por estos medios, pero la distribución del acceso se tendrá que hacer con una tecnología complementaria más barata. Hoy tenemos que algunas tecnologías en banda licenciada que han bajado sus precios y se han vuelto una alternativa de solución viable y de bajo coste.

Con estos condicionantes, se ha investigado para determinar cuáles son las tecnologías inalámbricas

más apropiadas a zonas rurales aisladas de países en desarrollo, mejorarlas y aplicarlas de forma óptima.

#### 4. Alternativas Tecnológicas para este contexto

Como se ha descrito anteriormente, en países en vías de desarrollo, es frecuente que zonas rurales de gran extensión carezcan por completo de infraestructuras de telecomunicación, lo cual supone un obstáculo para el desarrollo y la calidad de vida de las personas. El alto coste de las alternativas tecnológicas convencionales, las dificultades del entorno, tales como la ausencia de alimentación eléctrica, las dificultades de acceso o la falta de seguridad física de las instalaciones en emplazamientos deshabitados suponen grandes condicionantes para estas tecnologías. Por lo tanto, resulta necesario el planteamiento de alternativas tecnológicas que tengan en cuenta estos requerimientos. En esta sección, se describen distintas tecnologías propuestas para la instalación de redes de telecomunicaciones en este contexto. Todas ellas son inalámbricas, ya que dadas las características descritas anteriormente, una red cableada sería muy costosa de instalar y mantener.

##### 4.1 WIFI MESH de Amplia Cobertura

La reciente notoriedad alcanzada por la tecnología Wireless Mesh es sustentada, entre otros factores, por características que suplen las lagunas dejadas por las actuales tecnologías de acceso banda ancha wireless disponibles [7 Agg'elou]. Una Red Mesh está basada en un concepto popularizado por el MIT. En una red Mesh, cada punto tiene su propia capacidad de ruteamiento, tornando una escalabilidad de redes (teóricamente) infinita, de manera similar las redes Peer-to-Peer. Al transformar cada punto de terminal de una red en un ruteador, se crea una topología en la cual cuantos más usuarios existan, mayor será la capacidad de enrutamiento de red. Así, se rompe la limitación al crecimiento impuesto por las topologías tradicionales. Una Wireless Mesh es una Red que utiliza tecnología sin cables tanto para la interconexión de sus puntos como para el acceso de sus usuarios. Una de las ventajas propiciadas por estas redes es la facilidad de ampliación de su área de cobertura.

Tal efecto se debe a la interconexión sin cable entre los Access Points que permite la agregación de tráfico (conocida como backhaul) presente en las actuales redes Wi-Fi. Otra ventaja a ser citada es la resiliencia a fallas en los puntos de la red garantizada por la topología de falla. En ésta, conceptualmente, cada uno se integra a todos los otros de forma de garantizar una atractiva alternativa en una eventual falla. La movilidad también surge como un factor diferencial, garantizada por la utilización de técnicas de roaming que posibilitan la manutención de conectividad ininterrumpida como usuario en tránsito. [8WiFiMesh]

En la Figura mostrada líneas abajo, se ha podido conseguir hacer una simulación de una red MESH entre pueblos de Huancavelica usando equipos con características MESH en distancias del promedio de 12 Km. Con antenas omnidireccionales de 21 db, los

equipamientos son muy baratos y en todos los casos se ha superado las zonas de fresnel.

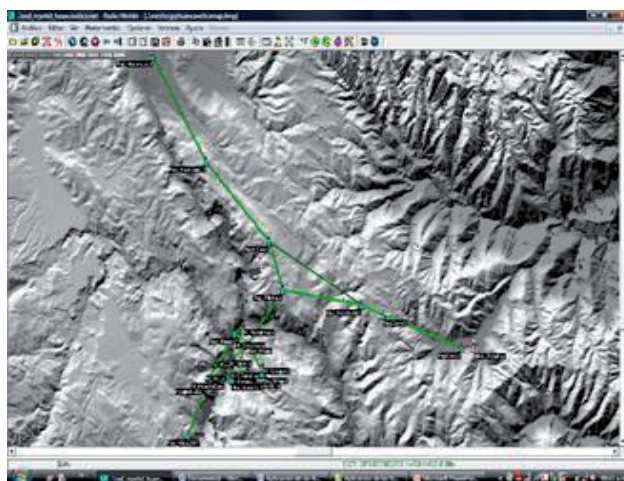


Figura 9. Topología de RED MESH con REDUNDANCIA, Un punto es Oficina central de Huancayo y el otro punto desde la URA PAMPAS, ambos con rutas o enlaces diferentes, se usan radios de muy bajo coste y tecnología solar de bajo coste para la alimentación del equipamiento en caso de ser necesario. Los enlaces entre nodos principales están en MESH, y de cada NODO se establecen enlaces punto multipunto con las localidades rurales.

En Perú EHAS ya ha Aplicado con éxito la Arquitectura de Red Mesh.

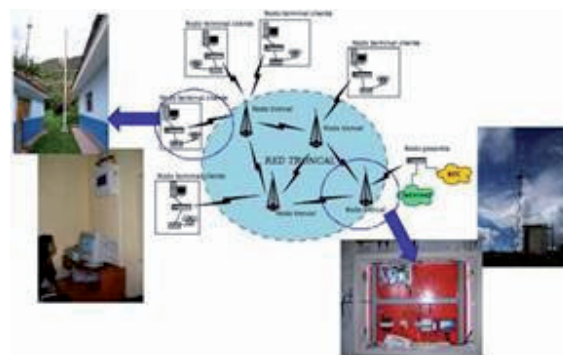


Figura 10. Proyecto Red Mesh EHAS.

##### 4.2 GSM Para Zonas Rurales Aisladas

GSM son las siglas de *Global System for Mobile communications* (Sistema Global para las comunicaciones Móviles) es el sistema de teléfono móvil digital más utilizado y el estándar de facto para teléfonos móviles en Europa.

GSM soporta llamadas de voz y velocidades de transferencia de datos de hasta 9,6 kbps, junto con la transmisión de SMS (Short Message Service).

GSM opera en las bandas de 900MHz y 1,8 GHz en Europa y las bandas de 1,9 GHz y 850MHz en los EE.UU. Servicios de GSM también se transmiten a través del espectro de 850MHz en Australia, Canadá y muchos países de América Latina.

El uso del espectro armonizado a través de la mayor parte del mundo, combinada con la capacidad internacional de

roaming GSM, permite a los viajeros acceder a los mismos servicios móviles en el país y en el extranjero. GSM permite a las personas acceder a través del mismo número móvil en hasta 219 países. [9GSMA]

La tecnología GSM ha bajado sus precios, por lo que empresas compiten fuertemente por una mayor participación en el mercado. Algunas han lanzado una nueva arquitectura GSM para zonas rurales que permite a los operadores ofrecer servicios rentables en zonas aisladas, donde el CAPEX y OPEX de la infraestructura tradicional no tiene sentido económico. Los operadores pueden sacar rendimiento a su red en zonas rurales donde el ARPU no sea de más de dos dólares.

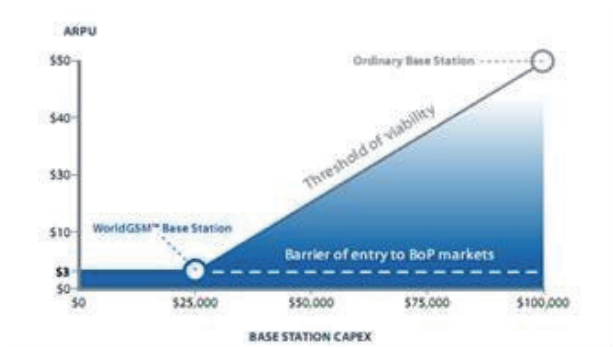


Figura 11. Los Costes de Capex van en descenso.<sup>8</sup>

La industria móvil ha perseguido la banda ancha y los dispositivos avanzados para los mercados desarrollados, pero en mercados emergentes esto no es relevante, ya que para aquellos que sólo pueden gastar dos dólares por mes en servicio celular, entonces el iPhone es una mera curiosidad porque nunca lo podrá obtener ni acceder a YouTube. Por el momento, los operadores no se han interesado por este mercado, a pesar de que hay millones de personas en él. La razón por la cual los operadores no se han interesado es porque es muy difícil generar dinero en estos mercados. Y esto es lo que impulsa a actuar y aceptar el reto de hacer que ese mercado sea provechoso.

Estamos hablando de ofrecer servicios baratos de voz –a veces ni siquiera SMS, pues hay gente que en estas zonas no sabe leer. En mercados emergentes con zonas rurales donde no existe prácticamente ningún tipo de infraestructura. Es posible que en el futuro se pueda ofrecer GPRS. Pero por el momento, la intención, **es poder ofrecer un servicio de voz barato, confiable y que le permita al operador generar ingresos mediante una infraestructura con un OPEX<sup>9</sup> cero.**

Esta nueva infraestructura GSM, nos permite diseñar una red, o parte de una red (transmisión, switches, base station controllers, base station), con un OPEX cero, de forma que los operadores puedan ofrecer servicios y obtener beneficios en mercados con ARPU<sup>10</sup> muy bajo.

<sup>8</sup> CAPEX es Presupuesto de Infraestructura de Red.

<sup>9</sup> OPEX es Presupuesto o Gasto de Mantenimiento

<sup>10</sup> ARPU Acrónimo de Average Revenue Per User,( ingresos medios por usuario).

## LOS TERMINALES

Para el caso de Perú, los terminales son los mismos que hay en el mercado y su coste aproximado es de S/. 50.00 nuevos soles, por lo que los dispositivos están dentro del rango de precios que puede absorber el mercado al que apunta esta tecnología. La infraestructura que se ha diseñado es para localidades de bajo tráfico y esta parte de la red es complementaria con la infraestructura tradicional que utilizan los operadores.

## TECNOLOGÍA SOLAR

Al usar esta tecnología se es consecuente con el ambiente. Toda esta infraestructura funciona mediante energía solar, lo cual permite que sea de aplicación total en nuestras zonas más aisladas de nuestro país. Esta fuente reduce el consumo, **algo a lo cual la industria no había prestado atención porque no era necesario, va que la prioridad era incrementar la capacidad de voz y datos.**

La energía solar tiene muchas limitaciones. Es muy cara, si se mide en dólares por vatio en relación con otras alternativas. Sin embargo, el precio está disminuyendo dramáticamente, ya que vemos que cae en un 20 por ciento de un año a otro debido a la cantidad de empresas que están dedicándose a su desarrollo. Actualmente, en China, principal fabricante de paneles solares, el coste ya es menor a US\$ 43.00 dólares el vatio. Es cierto que la tecnología solar necesita que haya sol, **por lo que todos los sistemas llevan un componente híbrido con baterías que se van cargando con el propio sol. Esta infraestructura ha sido creada para que pueda funcionar en la oscuridad durante 72 horas antes de que el servicio se empiece a degradar.**

**Este sistema está pensado para mercados como PERÚ y ECUADOR que están cerca de la línea ecuatorial,** por lo que podría funcionar bien. Además esta infraestructura puede replicar en países similares tales como Centroamérica o algunas zonas de Brasil. Por ejemplo, esta tecnología se ha aplicado con éxito en Asia, se tiene el Monzón, donde llueve todo el tiempo durante un mes y se recibe muy poca energía solar.

**Esta infraestructura es capaz de aprovechar incluso las condiciones más extremas, para que el sitio pueda funcionar durante un mes completo en estas circunstancias.** Si el Monzón se alarga más de un mes, se envía un operario con un recargador para que pueda funcionar durante un mes adicional.

Esta nueva Infraestructura Tecnológica nos permite generar proyectos pilotos de bajo coste con movilidad para dar servicios de voz y datos, la tecnología es de rápido despliegue.

La Arquitectura GSM para zonas rurales aisladas, nos permite colocar una BS rural que se conecta con la Red de Microrondas de Tdp o Claro recibiendo a partir de un E1 para otorgar los servicios de voz y datos, posee su propio MSC [10VNLRuralSite].



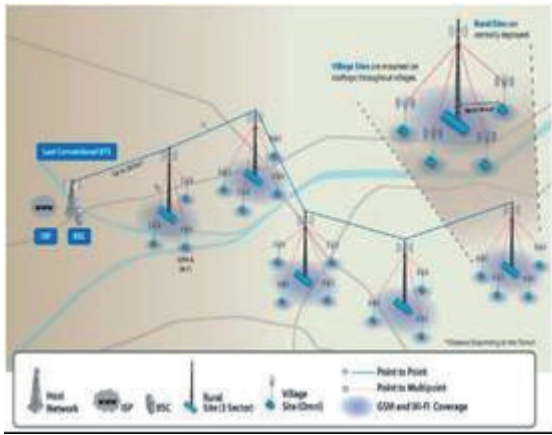


Figura 12. Arquitectura de Red GSM para Zona Rural.

Luego se colocan las estaciones Celulares en las localidades rurales de mayor demanda y luego, con una arquitectura punto multipunto, se alcanzan las localidades de menor cantidad de demanda. La banda que opera es la de 900 Mhz y 1800 Mhz. Dependiendo de nuestra selección, nos permite ampliar nuestra cobertura.

### PROCESO PARA LA IMPLEMENTACIÓN DE ESTE NUEVO MODELO DE NEGOCIO [12MicrotelecomBusinessModel]

Como toda nueva Infraestructura origina un nuevo modelo de negocio. Con la finalidad de ilustrar este proceso presentamos la siguiente figura:

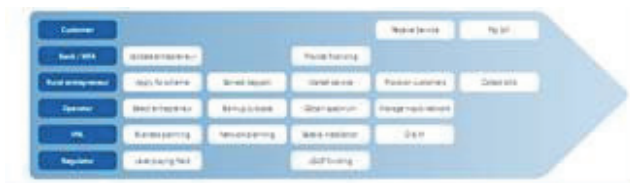


Figura 13. Proceso Implementación Modelo de Negocios.

Con esta nueva infraestructura tecnológica se espera alcanzar millones de usuarios.

## 5. Conclusiones y Trabajos Futuros

**Apreciamos que si existen nuevas tecnologías que pueden atender las zonas rurales más aisladas de Perú, y que es necesario lograr que los organismos involucrados en el desarrollo del Estado cierren la BRECHA DIGITAL, pero mucho más importante es usar la tecnología para tener un país con un desarrollo socio económico tecnológico sostenible, convergente y sustentable que permita cerrar la BRECHA SOCIAL.**

- Se concluye del presente trabajo que sí existen tecnologías económicas que pueden tener un ARPU hasta de US\$ 2.0, otorgando un CAPEX bajo y un OPEX cero, pero hay que corregir las barreras de entrada que opone el operador predominante.
- Es necesario desregularizar el problema de ICX, que no permite operar al operador rural.
- Una HOMOLOGACIÓN de equipos sin discriminación.
- Favorecer y promocionar el uso de las TICspD, como

gestor de la INCLUSIÓN SOCIAL y DESARROLLO de Perú.

- Favorecer la INCLUSIÓN SOCIAL, mejora de la calidad de vida y el cierre de la BRECHA SOCIAL.
- Alcanzar a todos los organismos involucrados en el desarrollo e implementación de nuevas tecnologías que tengan como base el desarrollo sostenible de Perú (Minedu, Minsa, FITEL, etc.).
- Proponer nuevos modelos de negocios de mayor inclusión y participativos.
- Réplica de los proyectos en otras zonas rurales aisladas.
- Capacitar y empoderar las nuevas tecnologías a sus usuarios.

## Referencias bibliográficas

- [1Libera] Seminario, 3G Vs. Tecnologías Inalámbricas Emergentes  
[http://www.libera.net/uploads/documents/whitepaper\\_3g\\_vs\\_inalambricas.pdf](http://www.libera.net/uploads/documents/whitepaper_3g_vs_inalambricas.pdf)
- [2UPSMPWiFi] UPSMP 2012, Seminario Redes WiFi,  
[http://www.usmp.edu.pe/vision2012\\_lima/SEMINAR\\_IOS/seminariosJueves/RedesinalambricasWi-Fi.pdf](http://www.usmp.edu.pe/vision2012_lima/SEMINAR_IOS/seminariosJueves/RedesinalambricasWi-Fi.pdf)
- [3UPSMPWiFi] UPSMP 2012, Seminario Redes WiFi,  
[http://www.usmp.edu.pe/vision2012\\_lima/SEMINAR\\_IOS/seminariosJueves/RedesinalambricasWi-Fi.pdf](http://www.usmp.edu.pe/vision2012_lima/SEMINAR_IOS/seminariosJueves/RedesinalambricasWi-Fi.pdf)
- [4Estándares WiFi]  
[www.wirelessethernet.org/certified\\_products.asp](http://www.wirelessethernet.org/certified_products.asp)
- [5Chouinard] Gerald Chouinard, Acceso de Banda Ancha en zonas rurales apartadas.  
<http://www.itu.int/itu-news/manager/display.asp?lang=es&year=2006&issue=03&ipage=canadian&ext=html>
- [6GTR\_PUCP] GTR PUCP, 2ed. Febrero 2011, Redes Inalámbricas para Zonas Rurales.  
<http://www.gtr.telecom.pucp.edu.pe/contenido/ii-edicion-libro-redes-inalambricas-para-zonas-rurales>
- [7 Agg'elou] George Agg'elou, B.Sc., B.Eng., Ph.D., Wireless Mesh Networking, McGraw-Hill in 2004
- [8WiFiMesh] [http://www.atinachile.cl/content/view/19270/Wireless\\_Mesh\\_Networks\\_Una\\_tecnologia\\_que\\_promete.html](http://www.atinachile.cl/content/view/19270/Wireless_Mesh_Networks_Una_tecnologia_que_promete.html)
- [9GSMA] GSMA Asociacion  
<http://www.gsm.org/aboutus/gsm-technology/gsm/>
- [10VNL RuralSite] WorldGSM RuralSite,  
[http://www.vnl.in/documents/datasheets/VNL\\_DS\\_RuralSite\\_R1.3.pdf](http://www.vnl.in/documents/datasheets/VNL_DS_RuralSite_R1.3.pdf)
- [11VNL VillageSite] WorldGSM Village Site ,  
[http://www.vnl.in/documents/datasheets/VNL\\_DS\\_VillageSite\\_R1.3.pdf](http://www.vnl.in/documents/datasheets/VNL_DS_VillageSite_R1.3.pdf)
- [12MicrotelecomBusinessModel] Microtelecom Business Telecom,  
[http://www.vnl.in/whitepapers/Brochure\\_Microtelecom\\_www.pdf](http://www.vnl.in/whitepapers/Brochure_Microtelecom_www.pdf)