

TRANSMISIÓN EN BANDA ANCHA PARA ZONAS RURALES

Karen Hernández Rueda

Universidad de Guadalajara- CU Costa Sur, Autlán, Jalisco, México, karenhr@cucsur.udg.mx

Jorge Arturo Pelayo López

Universidad de Guadalajara- CU Costa Sur, Autlán, Jalisco, México, jpelayo@cucsur.udg.mx

Luis Isidro Aguirre Salas

Universidad de Guadalajara- CU Costa Sur, Autlán, Jalisco, México, laguirre@cucsur.udg.mx

RESUMEN

Actualmente todavía existen regiones en varias partes del mundo que aún no acceden a servicios de comunicaciones de banda ancha y México no es la excepción. Una de las razones por las que se origina ésta situación obedece a las características geográficas. Nuestro interés es estudiar diferentes alternativas tecnológicas y caracterizar regiones para que se desarrollen modelos óptimos basados en las particularidades geográficas de cada zona rural, que ayuden a tomar decisiones frente a la cobertura de esas zonas de difícil acceso y que proporcionen una alternativa tecnológica. Aquí se presenta información de las tecnologías inalámbricas utilizadas en zonas rurales, algunas implementaciones realizadas en otros países que nos sirven de referencia, y una propuesta para dar servicio de banda ancha a zonas rurales en el estado de Jalisco, que servirá para definir un modelo en un trabajo futuro.

Palabras claves: WiFi, WiMAX, 802.11, 802.16,WMN

ABSTRACT

Currently there are still regions in various parts of the world still lack access to communications services and broadband is no exception Mexico. One of the reasons that this situation arises due to the geographical characteristics. Our interest is to study and characterize different technological alternatives regions to develop optimal models based on the geographical particularities of each rural area, to help make decisions about coverage of these areas difficult to access and provide an alternative technology. Here is information on wireless technologies used in rural areas, some implementations in other countries that serve as reference, and a proposal to give broadband service to rural areas in the state of Jalisco, which serve to define a model future work.

Keywords: WiFi, WiMAX, 802.11, 802.16,WMN

1. INTRODUCCIÓN

Actualmente en gran parte del mundo se tiene iniciativas para proveer a las zonas urbanas y rurales de estaciones base que les permitan tener un acceso de banda ancha, ya sea por WiMAX, WiFi o cualquier otro. Esto permite incrementar el número de habitantes comunicados entre sí. En los países desarrollos se facilita este tipo de iniciativas pero no sucede de la misma forma para los países subdesarrollados. Es decir, todavía adquirir tecnología de otros países representa un costo elevado e incluso, puede ser que la adquisición de tecnología no sea adecuado para su uso en las ciertas zonas rurales.

En el estado de Jalisco, México existe poca penetración de la tecnología en las zonas rurales y aunque en algunos casos cuentan con teléfono celular no existe comunicación por la falta de antenas en algunos puntos. De hecho, eso sucede porque hay poca densidad de población e implica un costo elevado para su instalación, como el caso de redes basado en cable de cobre o fibra óptica. Además, en las zonas rurales existe alta densidad de árboles y el terreno es irregular.

Las tecnologías de acceso de redes inalámbricas se han convertido en una alternativa importante porque aumentan las velocidades de datos, distancias de enlace y la resistencia a las difíciles condiciones de propagación. Pueden ser implementadas en un corto periodo de tiempo y a bajo costo, además de facilitar la agregación de usuarios proporcionando la interfaz de radio y enlace adecuados (Hincapie et al., 2007). La primera sección de este artículo, se clasifican las redes inalámbricas enfatizando su área de cobertura así como sus distinciones tecnológicas. Luego se describen tecnologías inalámbricas, se revisan algunas implementaciones realizadas en algunos países como solución a los accesos de banda ancha en zonas rurales y posteriormente se comenta sobre la situación que tiene México, se revisa un proyecto que quiere solventar los problemas de telecomunicaciones, se comenta sobre el trabajo futuro que pretendemos realizar y por último se hace una conclusión.

2. REDES INALÁMBRICAS

Existe una gran variedad de estándares disponibles de redes inalámbricas y la selección de una red en particular depende del tipo de servicio que se desee. Una primera distinción entre las diferentes redes inalámbricas existentes puede establecerse de acuerdo a su alcance o rango; es decir, desde redes de área personal (WPAN) hasta redes de área amplia (WWAN). El rango de una red inalámbrica, depende de la potencia que el transmisor es capaz de proveer y dicha potencia no está limitada por un acotamiento tecnológico, sino por las políticas de la zona geográfica donde se opera (Rappaport 2002).

Es posible establecer una segunda distinción entre las redes inalámbricas respecto al uso de protocolos de señalización; redes inalámbricas con señalización o sin señalización. Las redes que emplean señalización, aseguran un ancho de banda y calidad de servicio (QoS) fijos para la transmisión de paquetes de datos. Este tipo de redes son bastante comunes en telefonía celular. Por otra parte, en las redes que no usan señalización, los intercambios de paquetes de datos comparten el mismo ancho de banda brindando así simplicidad y fácil implementación y uso de la red. Internet es el ejemplo perfecto de la utilización de este tipo de redes.

Una tercera distinción entre las redes inalámbricas puede hacerse de acuerdo a sus métodos de interconexión celular:

- Redes con infraestructura, requieren otro tipo de tecnología (cable) para interconectar cada punto de acceso con cada célula. De esta manera, es posible establecer redes más amplias.
- Redes de malla, los puntos de acceso están lo suficientemente cerca para “ser vistos” y comunicarse con otros sin necesidad de infraestructuras adicionales.
- Redes Ad Hoc, no hay puntos de acceso, los diferentes equipos pueden ser usados como vehículos para propagar la información de una celda a otra.

La Red Ad hoc es de gran importancia debido al interés por la implementación así como el uso de nuevas y mejores terminales inalámbricas que aprovechen al máximo los recursos ofrecidos por los múltiples estándares existentes (Fourty et al., 2005, Sánchez et al., 2007).

2.1 TECNOLOGÍAS DE BANDA ANCHA

Existen dos tecnologías que mayormente se están implementando en el mundo para dar soluciones de acceso de banda ancha a zonas urbanas y rurales: WiFi y WiMAX. WiMAX (Worldwide Interoperability for Microwave Access) está basada en las especificaciones 802.16, proporciona accesos concurrentes en áreas de hasta 48Km de radio y a velocidad de hasta 70Mbps, utilizando tecnología que no requiere visión directa con las estaciones base. Promete mayor cobertura y ancho de banda, fue diseñado como una solución de última milla en redes metropolitanas para prestar servicios a nivel comercial. Por otra parte, aunque ya se han implementado redes WiMAX tanto experimentales como comerciales en varios países de Latinoamérica. Todavía está en prueba y algunos consideran que carece de aceptación en el mundo (Moreno et al., 2007) o señalan las debilidades que tiene y deben mejorar para que no sea vulnerable (Paul et al., 2007).

WiFi (Wireless Fidelity), está basada en las especificaciones IEEE802.11 y opera en la banda ISM (Industrial, Científica, Médica), que es libre de licencia en muchas partes del mundo. Ya está bien establecido, ha acaparado

muchos mercados en los EE.UU. y Europa. Además ha logrado bajo costo de producción en masa. No son necesarias las instalaciones de grandes torres o antenas con este tipo de red y por su surgimiento en aplicaciones militares se considera confiable (Sánchez et al., 2007).

Una de las tecnologías inalámbricas que ha proporcionado mejores soluciones es de tipo malla WMN. WMN (Wireless Mesh Network) posibilita la conexión y comunicación entre sí de varios puntos de acceso usando las mismas frecuencias del espectro disperso. La comunicación entre un nodo y cualquier otro puede ir más allá del rango e cobertura de cualquier nodo individual. Es posible esto a través de un enrutamiento de multisaltos (multi-hop), es decir, un par de nodos pueden comunicarse entre ellos utilizando nodos intermedios que se encuentran en el camino. Con las redes mallas no se requieren utilizar punto de acceso, ya que todos los nodos pueden comunicarse directamente con los vecinos dentro de su rango de cobertura inalámbrica y con otros nodos distantes.

3. WIFI Y WIMAX PARA CUBRIR ZONAS RURALES

En algunos países se han realizado implementaciones de redes inalámbricas para que las zonas urbanas o metropolitanas tengan acceso de banda ancha. En España por ejemplo, en el 2006 ya contaban con 20,460 líneas WiMAX y actualmente INTEL con acuerdo de Iberbanda están promoviendo más coberturas en todo el país. En países pocos desarrollados también han realizado propuestas para implementar redes de banda ancha, considerando principalmente la viabilidad de la implementación según sus necesidades y economía para comunicar a las zonas más pobres. A continuación se presentan algunas implementaciones y propuestas que se han realizado en otros países.

3.1 LA INDIA

La India ha implementado sistemas de comunicación de banda ancha utilizando WiFi porque cumplen con los objetivos de costos para aplicaciones rurales a través de los proyectos DGP (Digital Gangic Plains) y Ashwini (Ramman et al., 2007). Aunque WiFi es básicamente para redes locales, ellos han experimentado con equipo y se han dado cuenta de la viabilidad del uso de WiFi para zonas rurales a largas distancias con enlaces punto a punto, incluso adoptan el término WiFiRe (WiFi Extensión Rural) con base en WiFi PHY (Paul et al., 2007) ver figura 1.

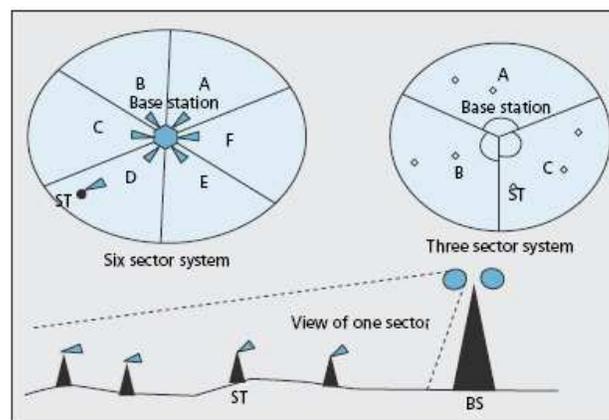


Figura 1: Estructura de una WiFiRe (Paul et al., 2007)

Diseñan WiFiRe como una topología estrella que utiliza antenas direccionales. Consta de un conjunto de estaciones base (BS), cada una con una antena sectorizada, montado sobre una torre de transmisión a una altitud de 40m para permitir la comunicación de línea de visión. El sistema está diseñado para cubrir una celda con un radio de entre 15 y 20 Km. Tiene un enlace que proporciona la capa de larga distancia para conexiones confiables y apoya las garantías de servicio de tiempo real. La Terminal de abonado (ST) montada en una antena a una altitud de 10m es direccional, reduce al mínimo la interferencia co-canal de las células vecinas, que suponen

insignificantes por las variaciones de las extensiones de terreno entre un ST y un sistema S estático (Paul et al., 2007).

3.2 BRASIL

En Brasil han analizado la opción de TV digital utilizando WiFi ad hoc, con canal de retorno para que exista comunicación de bajo costo en las zonas rurales. Consideran que la televisión es un vehículo de penetración de la distribución de contenidos de los medios, que les puede proporcionar el acceso a Internet y el gobierno está impulsando la definición un estándar de TV digital.

Analizaron diferentes opciones y consideran que WiFi ad hoc es menos costosa y flexible para una solución de canal de retorno. En canal de retorno ad hoc, un nodo es una Terminal de acceso. También hay una puerta de acceso (gateway) que conecta a la comunidad con Internet y con la TV. Cada nodo debe ser capaz de comunicarse con las puerta de acceso, directamente o por medio de múltiples saltos. La señal de la televisión es enviada a través de difusión terrestre y la información interactiva debe volver a través del canal de retorno, como se muestra en la figura 2.

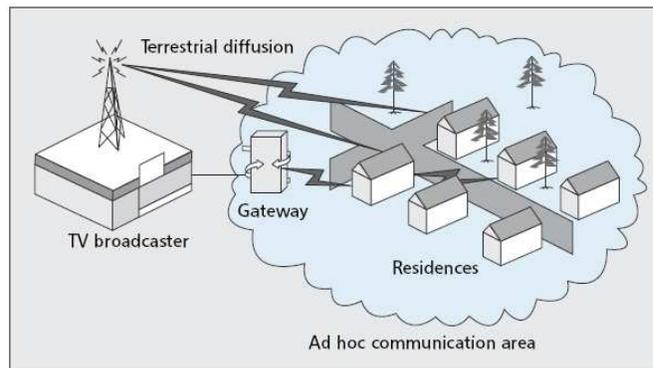


Figura 2: Canal de retorno con ad hoc (Elias et al., 2007)

Las terminales de acceso proporcionan la conectividad en la red, reenvío de paquete de datos a la gateway. Si la puerta de enlace se convierte en un cuello de botella entonces se deben agregar gradualmente otras gateways. Las gateways se instalarán en las comunidades de bajos ingresos a través de los emisores de TV u organizaciones no gubernamentales. Con esto el usuario tendría no tendría que pagar un costo fijo ni tampoco una suscripción (Elias et al., 2007).

3.3 COLOMBIA

Investigadores de la Universidad Pontificia Bolivariana y la Universidad de los Andes han detectado que las zonas rurales se ven poco favorecidas por los servicios de acceso de banda ancha en comparación de las zonas urbanas que tienen buena infraestructura para transmitir voz y datos. Consideran que la propuesta de algunos autores sobre implementar redes WMN basadas en WiMAX es una alternativa que brinda una posible solución a las coberturas de las zonas rurales y como las redes WMN ya han sido desarrolladas por diversas compañías ya están emergiendo estándares orientados a este tipo de redes. Sin embargo, existen problemas que solventar para que estas se consideren válidas en la cobertura de las zonas rurales, por eso proponen un modelo que considera la información del radio de cobertura (ver figura 3), la mejor ruta en la red y al simulación del protocolo MAC. Según sus resultados, consideran que la WMN basada en WiMAX es una alternativa importante que resolverá los problemas de cobertura aunque es necesario que adecuen el modelo para que les permita visualizar mejoras las soluciones de cobertura (Hincapie et al., 2007).

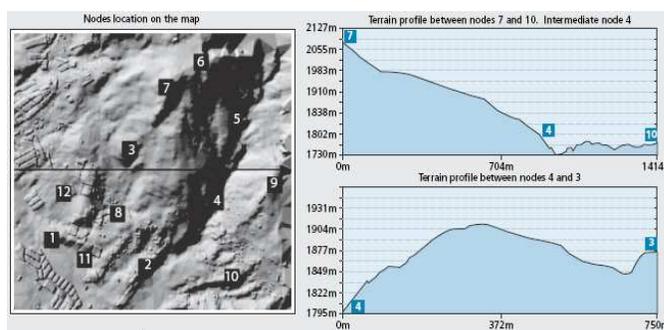


Figura 3: Localización de nodos (Hincapie et al., 2007)

4. SITUACIÓN EN MÉXICO

Sólo tres de cada 100 habitantes en el país tienen acceso a banda ancha, de acuerdo a la Organización para la Cooperación y Desarrollo Económicos (OCDE). México ocupa el segundo lugar entre los países con la más baja penetración entre los miembros de este organismo internacional; si no se ve como miembro de la OCDE, alcanza la posición 29 de las 30 naciones. El último sitio corresponde a Grecia, con 2.7 por cada 100 habitantes. El promedio de la OCDE es de 15.5 usuarios de servicios de banda ancha por cada 100 habitantes. Sólo el 2% de los usuarios de banda ancha en México tienen tecnología DSL, provistas por las empresas telefónicas, como ejemplo está Prodigy Infinitud. En tanto, 0.7 de cada 100 habitantes tiene el acceso de servicio de banda ancha suministrado por una empresa de televisión por cable, según la OCDE. En nuestro país, la tecnología de banda ancha se introdujo en 2001; sin embargo, países que en ese año tenían el mismo nivel de penetración, como Polonia y la República Checa, así como otros que empezaron a ofrecer el servicio después, como Irlanda y Eslovaquia, hoy tienen una penetración muy superior a la nuestra (El universal, 2007). Por otra parte la compañía de Televisa está interesado en cubrir todo el país con WiMAX a través de su compañía de Cable visión así que presentará ofertar una licencia (Latinwimax, 2008). Todavía no son claras las situaciones legales.

5. WIMAX COMO ACCESO DE BANDA ANCHA

Dada la situación actual del país, la Universidad de Guadalajara se adelanta en México y asume un compromiso social como institución pública comprometida con la igualdad de oportunidades para todos y el combate a los rezagos sociales. Por lo que busca contribuir en el estado de Jalisco para que se establezca una infraestructura pública de telecomunicaciones.

Jalisco, México cuenta con un territorio de 80,137 Km² y una población aproximada de 6'752113 (se asientan en 10,643 localidades) habitantes dispersos de manera no uniforme sobre el estado, hay localidades con densidad de población muy pequeñas. La distribución de la población complica la comunicación entre todas las localidades ya que se encuentran en valles (existen 15 elevaciones principales), rodeada de muchos cerros y las localidades más próximas a la costa se cubren de árboles. Los proveedores de comunicaciones privados no cuentan con infraestructura para ofrecer sus servicios en zonas rurales porque el costo de instalación de cable es muy caro y si las poblaciones tienen un número de habitantes reducidos, tampoco están dispuestos a realizar una inversión.

A principios de 2007 se inició un proyecto de nombre "Red WiMAX" Jalisco por parte de la Universidad de Guadalajara con la idea de que el gobierno de estado apoye la iniciativa de implementar una infraestructura de Telecomunicaciones propietaria de los jaliscienses para beneficiar a la sociedad, acortando las distancias tecnológicas de comunicación entre todos los municipios del estado, solventando las carencias que no se cubren con los medios de comunicación que se tienen en las localidades.

Lo que pretende la universidad con este proyecto, apoyado por el gobierno estatal, es favorecer la educación, los servicios médicos, la seguridad pública y vialidad, además de proveer interconexión de dependencias de gobierno y, servicios de protección y vigilancia forestal. El proyecto lo dividieron en tres etapas:

- Diseño de la red

- Desarrollo de la red
- Operación

Como parte del diseño de la red se considera la definición de los sitios y la información que se necesita recabar para dimensionar la red. En la etapa de desarrollo de la red se encuentra la implementación de la radio-base por regiones y los equipos suscriptores en los sitios contemplados. Y en la etapa de operación, se establece un centro de monitoreo y operación de la red implementada así como las personas y las actividades para que se encuentre funcionando la red. Se eligió la tecnología WiMAX por el hecho cubrir grandes distancias y porque no se requiere visión directa (no hay problema con los cerros que cubren las localidades rurales). Además, el proveedor de equipo PYXCOM facilitó la decisión en sentido de costos. La primera zona donde se instaló el equipo fue la zona de la Reserva de la Biosfera de la Sierra de Manantlán, ya que forma parte de la misma universidad y por su ubicación no cuenta con los servicios de banda ancha. Ver figura 4.

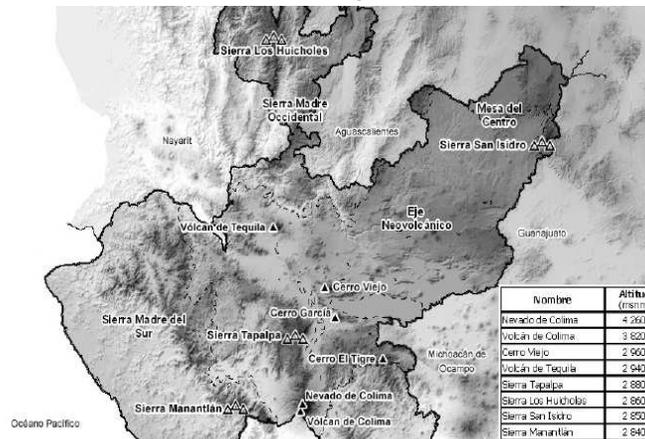


Figura 4: Relieve del estado de Jalisco

6. RESULTADOS

Se consideran dos aspectos; por un lado, lo analizado hasta el momento muestra que el uso de una combinación de las tecnologías WiFi y WiMAX proporcionan un mejor esquema de solución, utilizando la tecnología WiMAX para puntos de largas distancias y la tecnología WiFi para coberturas más cercanas entre la población. Considerando que se verificó la comparación de ambas tecnologías como se ve en la siguiente Tabla 1:

Tabla 1: Comparación de WiFi y WiMAX

Características	WiFi	WiMAX
Alcance	100m	50Km
Cobertura	Interior	Exterior
Escalabilidad	AB de canal fijo 20MHz	AB flexible 1.5-20MHz. Frecuencia re usable
Velocidad	2.7bps/Hz-54Mbps en canal de 20MHz	3.8bps/Hz-75Mbps en canal de 20MHz
Calidad de servicio	No	Sí

La implementación que se está haciendo en Jalisco, aunque se considera un proyecto WiMAX utiliza conexiones WiFi entre zonas rurales cercanas porque es más barato.

Por otro lado, la implementación realizada hasta el momento consideró unos análisis de varias opciones para instalar las antenas en los puntos factibles para recepción de la señal. Un ejemplo de ello se puede observar en la figura 4.

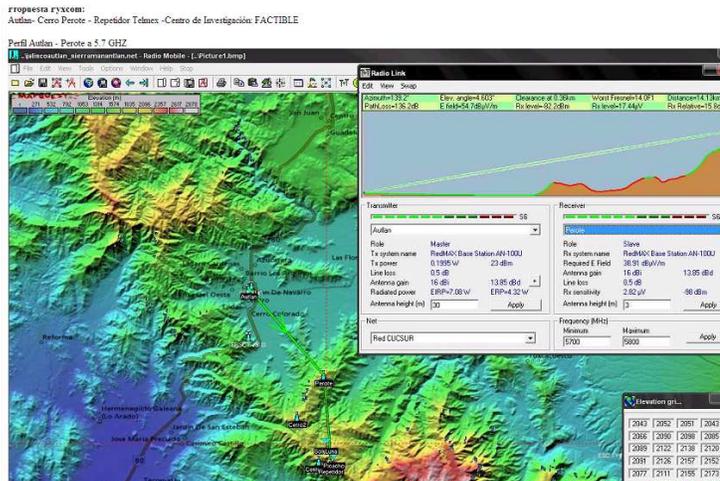


Figura 5: Perfil Autlán - Perote

A inicio del año 2008 se realizaron las primeras pruebas de conexión, la instalación la realizaron los encargados del centro de cómputo más próximos a la zona. Posteriormente, se hizo una prueba de enlace con diferentes autoridades del estado para que verificaran los beneficios que aporta la instalación de redes WiMAX. Es importante señalar que las pruebas fueron cualitativas no cuantitativas por lo que no se presenta un resultado al respecto. Un ejemplo de funcionamiento del enlace fue la revisión de radiografía por un médico de la zona metropolitana, enviada de una comunidad cerca a la zona donde se implementó la red.

7. TRABAJO FUTURO

Independientemente de la implementación que se ha realizado hasta ahora en el estado de Jalisco, con lo cuales se pretenden abarcar 41 municipios con la instalación de 24 radiobases, como segunda etapa, con la idea de cubrir a los 125 municipios del estado; es necesario que se haga una revisión del funcionamiento óptimo de las instalaciones que se tienen hasta ahora. Ya hemos recabado información de algunas zonas rurales de la región de costa sur del estado (elegida por la característica geográfica de la región) pero falta diseñar los modelos que nos ayuden a obtener información sobre la viabilidad de las tecnologías e incluso adquirir simuladores que consideren las características geográficas para que faciliten la verificación de los mismos.

8. CONCLUSIONES

Las redes inalámbricas son una mejor opción para zonas rurales. Cuando se compara WiFi con WiMAX con base en necesidades y requerimientos, WiMAX es costosa y aunque se concibe como una norma emergente de banda ancha inalámbrica para exteriores que abarcan decenas de kilómetros, todavía se encuentra en un periodo de prueba. De hecho, es un riesgo que en Jalisco se va enfrentar porque todavía no existe una definición clara sobre las normas de los equipos, aunque se cuenta con el apoyo financiero del estado y referencias de las implementaciones de redes WiMAX en otros países, tal como el caso de España.

Respecto al escenario geográfico para uso de las redes inalámbricas, en la India la mayor parte de la población viven en aldeas y más del 85% de estas aldeas están en un terreno plano. Cosa contraria en Brasil, que tiene diferentes regiones, con varias demografías, geografías y características sociales; muy parecidas a la situación geográfica de Colombia. Este último, similar a la geografía de Jalisco, aunque concentra su mayor población en la zona metropolitana. Dependiendo del tipo de terreno.

La elección de la tecnología es muy importante para el acceso de banda ancha que se busca brindar a las zonas más desprotegidas; sin embargo, es importante también realizar inversión en los análisis para establecer mejores propuestas. No todos los gobiernos están dispuestos a invertir y aunque existe un auge por utilizar la tecnología WiMAX en el mundo, se ve que hay opciones más baratas que pueden proporcionar una solución, como el caso de la India. Sin embargo, es bueno pensar en la combinación de las dos tecnologías inalámbricas y revisar en qué condiciones es bueno implementarlas considerando las redes WMN.

REFERENCIAS

- R Hincanpie, J Sierra and R Bustanabte (2007). "Remote Locations Coverage Analysis with Wireless Mesh Networks based on IEEE 802.16 Standard". *IEEE Communications Magazine*. January.
- Rappaport T. S. (2002) "Wireless communications principles and practice". Prentice Hall PTR, 2nd edición, 706pp. 34-54.
- Fourty N., Thierry, V. Fraisse P., Mercier J.J. (2005). "Comparative analysis of new data rate wireless communication technologies from WiFi to WiMAX". *Proceedings of the ICAS/ICNS*.
- L. A Sánchez and A. Díaz (2007). "Análisis comparativo de sistema de comunicación inalámbricas para alta velocidad de transmisión de datos". Memorias de investigación. INAOE 8-9 noviembre
- Lawrence Harte, Dr. Kalai Kalaichelvan. "WiMAX Explained Book: System Fundamentals". ISBN: 1-932813-54-3. EION Reference. Disponible en <http://www.althosbook.com>
- B. Raman and K Chebrolu (2007). "Experiencias in Using Wifi for Rural Internet in India". *IEEE Communications Magazine*. January.
- S. Moreno y J. Félix Vega (2007). "Análisis de vulnerabilidades encontradas en el estándar WiMAX 802.16". Revista Tendencias. *Memorias de las Jornadas de Sistemas de Telecomunicaciones*. págs. 59-63.
- K Paul, A.Varghese, B.Sridhar Iyer, B. Bhaskar, M. and Anurag Kumar (2007). "WiFiRe: Rural Area Broadband Access Using the WiFi PHY and a Multisector TDD MAC". *IEEE Communications Magazine*. January. pp 111-119.
- M. Elias M. Campista, I. M. Moraes, P. Miguel Esposito, A. Amodei Jr y D. de O. Cunha, Luís Henrique M. K. Costa, and Otto Carlos M. B. Duarte (2007), "The Ad Hoc Return Channel: A Low-Cost Solution for Brazilian Interactive Digital TV". *IEEE Communications Magazine* .January, págs 136-143.
- <http://www.eluniversal.com.mx/articulos/41449.html>. "La banda ancha, el gran reto nacional" (2007).
- <http://www.latinwimax.com/>. "Televisa reitera su interés por una licencia WiMAX" (2008).

Autorización y Renuncia

Los autores autorizan a LACCEI para publicar el escrito en los procedimientos de la conferencia. LACCEI o los editores no son responsables ni por el contenido ni por las implicaciones de lo que esta expresado en el escrito

Authorization and Disclaimer

Authors authorize LACCEI to publish the paper in the conference proceedings. Neither LACCEI nor the editors are responsible either for the content or for the implications of what is expressed in the paper.