

**TELECENRO COMUNITARIO
AGROINDUSTRIAL PILOTO EN EL
MUNICIPIO DE SILVIA**



ANEXO F: CONECTIVIDAD RURAL

Contrato 420/2003 Colciencias - Universidad del Cauca.

**UNIVERSIDAD DEL CAUCA
FACULTAD DE INGENIERIA ELECTRONICA Y
TELECOMUNICACIONES
FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS
GRUPO I+D NUEVAS TECNOLOGÍAS EN TELECOMUNICACIONES GNTT
GRUPO DE INGENIERIA TELEMATICA GIT
DEPARTAMENTO DE AGROINDUSTRIA**

POPAYAN, 2004

CONECTIVIDAD RURAL

Una red inalámbrica es una infraestructura que se comunica a través de ondas de radio, en otras palabras, no se requieren cables para conectar de un punto a otro. Estas conexiones pueden ser utilizadas para voz, correo electrónico, navegación en Internet, y transmitir audio y video. El más amplio uso se encuentra en la telefonía móvil. Las redes inalámbricas son también utilizadas para comunicación entre computadores. Su principal ventaja es su habilidad para viajar a través de largas distancias sin instalar líneas fijas y cables.

El uso de redes inalámbricas en áreas en desarrollo es promisorio. Dado que los cables son económicos en ambientes de alta densidad poblacional, una red inalámbrica es mucho mas económica cuando largas distancias necesitan ser cubiertas en áreas rurales, donde la densidad poblacional es baja.

Las fortalezas de las redes inalámbricas son su fácil instalación, bajos costos, alta capacidad, y ningún costo de transmisión. Dado que no hay cables para ser destruidos, ellas son físicamente fuertes. Debilidades incluyen la sensibilidad del equipo, la necesidad de línea de vista y expertos especializados. La capacidad es también menor que cables de fibra óptica. En el campo de las oportunidades, ellas pueden ser utilizadas en cualquier actividad económica o social que necesita conectar varias personas, especialmente en áreas rurales o remotas. Finalmente, respecto a los daños, los transceptores radio y las antenas pueden ser robadas o destruidas, y ellas pueden ser afectadas por tormentas de arena, calor y fallas de alimentación.

Los rápidos desarrollos en la tecnología inalámbrica permiten superar a un costo asequible los obstáculos físicos (distancia, topografía) que por

mucho tiempo han restringido el desarrollo de la infraestructura de telecomunicaciones en las áreas rurales de América Latina y el Caribe. Es necesario fomentar inversiones en esa infraestructura y maximizar el beneficio sobre la población rural previendo servicios de Internet. El acceso compartido a esos servicios vía Telecentros puede maximizar el impacto de estas inversiones en el medio rural. Lo más probable es que se requieran subsidios públicos para incentivar la realización de estas inversiones.

La conexión más frecuente en zonas rurales de América Latina y el Caribe, cuando está disponible, es vía servicio telefónico conmutado. La misma no admite una velocidad de transmisión superior a 56 Kbps utilizando un modem estándar V90. La extensión de la red de cableado telefónico fijo requerirá una enorme inversión injustificable en la mayoría de los casos, ante la baja densidad poblacional y la limitada capacidad de pago prevaleciente. Lo mismo ocurre con otras formas de transmisión por medios físicos – DSL (Digital Subscriber Line, Línea de Suscriptor Digital), ISDN (Integrated Services Digital Network, Red Digital de Servicios Integrados), cable coaxial, fibra óptica; no obstante que esas mismas tecnologías prometen ampliar substancialmente la conectividad de alta capacidad en las urbes metropolitanas de la región y su periferia.

Las opciones más prometedoras para transmitir datos por banda ancha hacia el medio rural son inalámbricas. Estas tecnologías utilizan aquella parte del espectro electromagnético - entre 30 MHz y 300 GHz - que requieren transmisión por rayo directo (LOS, Line Of Sight, Línea de Vista).

Cuando se trata de extender servicios de Internet hacia zonas rurales remotas con topografía irregular las opciones técnicas son bastante limitadas: Muchos proyectos en perspectiva comprenden

constelaciones de satélites de órbita baja, que pueden hacer realidad el ideal de transmisión universal rápida independiente de la distancia.

La transmisión de doble vía desde un satélite geoestacionario a 35.000 Km. de la tierra utilizando tecnología VSAT (Very Small Aperture Terminal, Terminal de Apertura muy Pequeña), representa una alternativa de bajo costo que está siendo utilizada crecientemente en América Latina y el Caribe para servir a grandes extensiones rurales de baja densidad poblacional.

En principio la tecnología VSAT permite la transmisión de datos de banda ancha a un costo relativamente bajo. Ese costo es indiferente a la distancia, pero está sujeto a fuertes economías de escala. En fin, establecer un Telecentro sólo en un área remota no es económicamente viable en la mayoría de los casos.

La telefonía celular de primera (1G) y segunda generación (2G) han sido diseñadas para la transmisión de voz y posteriormente adaptadas para transmitir datos, y ofrecen un ancho de banda reducido típicamente inferior a 14,4 Kbps. Los Sistemas de tercera generación (3G) prometen velocidades más altas, pero difícilmente alcanzarán las que son alcanzables con tecnología fija inalámbrica (FWA, Fixed Wireless Access). El requerimiento de movilidad tiende a encarecer la administración del sistema.

La tecnología del Servicio de Distribución Punto Multipunto Local (LMDS, Local Multipoint Distribution Service) implican la retransmisión inalámbrica a frecuencias en el rango de 28 a 31 GHz desde una antena en un radio de hasta unos 10 Km, lo que constituye una alternativa notable, especialmente para extender la conectividad hacia áreas de topografía relativamente plana y zonas rurales no muy apartadas. Se trata de una tecnología disponible recientemente, pero con gran potencial, especialmente para brindar servicios de banda

ancha (hasta 10 Gbps). Su difusión hasta la fecha ha sido limitada. Debido al uso de muy altas frecuencias, la señal se atenúa considerablemente con efectos atmosféricos como la lluvia. En Estados Unidos esta tecnología se estandarizó desde 1998. En Colombia se ofrecen servicios a través de esta tecnología a grandes empresas en las grandes ciudades, no en el sector rural.

CONECTANDO COMPUTADORES

Una Red de Área Local Inalámbrica (WLAN, Wireless Local Area Network) ha incrementado su uso en ambientes de oficina porque no se necesita la instalación de cables. Una villa o una sección en una ciudad podría hacer uso de WLAN para conectarse a una Red de Área Extensa (WAN, Wide Area Network).

La WLAN es ampliamente utilizada para el intercambio de archivos, imprimir, enviar correos electrónicos, y navegar en Internet. Una desventaja de esta es que la señal puede sufrir atenuación por muros y obstáculos. Línea de Vista (LOS, Line of Sight) es necesaria, pero en algunos casos los muros no son un problema. Existen muchos productos WLAN en el mercado y la relación precio/desempeño cada vez es mejor. Las redes WLAN son una extensión o complemento de las redes cableadas.

Una WLAN puede ser instalada para:

- Procesos administrativos donde varios computadores se encuentran involucrados.
- Dar a un grupo de personas (o a un individuo) acceso a redes existentes como por ejemplo una red universitaria.

- Dar acceso a correo electrónico e Internet. Estas conexiones pueden ser utilizadas para teleeducación, comercio electrónico y cualquier aplicación disponible en el Web.
- La WLAN puede ser utilizada para servicios de voz, audio y video.
- Líneas telefónicas analógicas pueden ser conectadas a esta red.
- Una WLAN es usualmente conectada a través de un enrutador (router) a otra red como Internet, a una red de una compañía o a una red más grande que es usada sobre grandes distancias.

Un ejemplo de una Red de Area Local (LAN, Local Area Network) que se conecta a otra LAN permitiendo la extensión de las redes se presenta en la figura 1. Una de las LAN tiene conexión a una WAN.

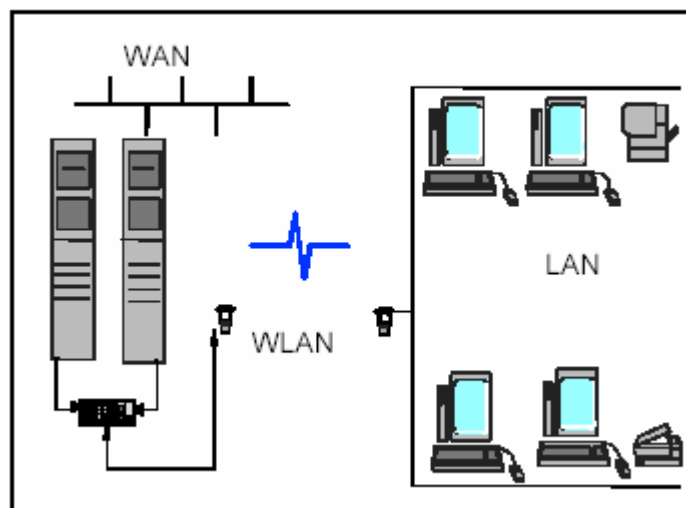


Figura 1. Conexión de dos LANs por medio de WLAN

En la figura anterior una LAN es conectada a otra LAN haciendo uso de una conexión inalámbrica. Los dos transmisores/receptores funcionan como una conexión punto a punto, pero la distancia es limitada.

En la figura 2, cada estación tiene una conexión inalámbrica separada a una antena central. Esto es llamado acceso multipunto o acceso punto a multipunto. La distancia nominal es de unos cuantos cientos de metros, dependiendo de diferentes condiciones. Hay sistemas que

proveen mayores distancias. Dado que las antenas no necesitan ser apuntadas unas con otras, los dispositivos pueden ser ubicados en cualquier lugar dentro del rango del transmisor receptor.

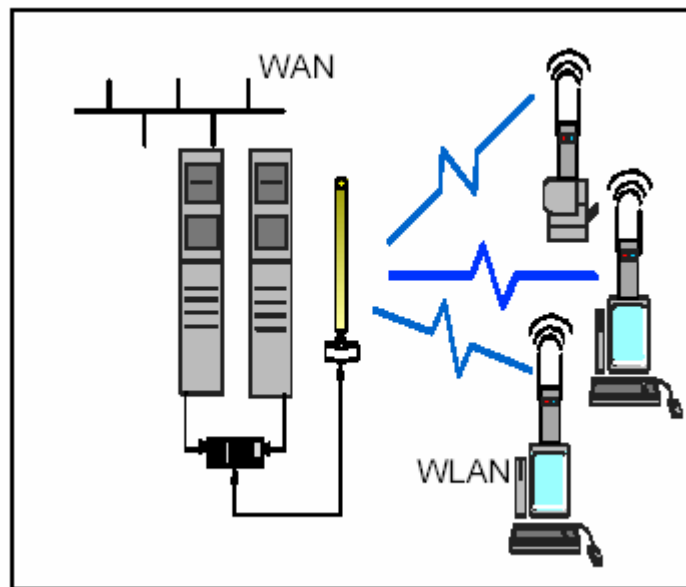


Figura 2. WLAN

CONECTANDO REDES

Para conectar sobre grandes distancias, una conexión punto a punto es utilizada. Dos antenas apuntan una hacia la otra y una caja conectada a la antena traslada la señal a un teléfono o infraestructura de datos. Estas conexiones utilizan una cierta banda o frecuencia sobre la cual la señal viaja. Existen bandas licenciadas (basadas en regulaciones) y bandas no licenciadas (las cuales pueden ser utilizadas si otro usuario no está utilizando la banda). Equipo para bandas no licenciadas usualmente cuesta un tercio del equipo necesario para bandas licenciadas. Generalmente, a menor frecuencia mayor distancia pero menor ancho de banda. Consecuentemente, a mas alta frecuencia, mas datos pueden ser transmitidos, pero sobre cortas distancias, requiriendo línea de vista.

Antenas ubicadas en lugares altos, son necesarias para evitar obstáculos y la curvatura de la superficie de la tierra. Cuando mayores distancias son necesarias, una estación repetidora puede ser utilizada. Un repetidor consiste de dos antenas, cada una de las cuales se enfoca sobre un sitio diferente y ubicado entre las dos locaciones. Las señales son recibidas y amplificadas para mayor transmisión en ambas direcciones. Tales redes inalámbricas son ampliamente utilizadas para interconectar redes sobre grandes distancias. Si mayores distancias son requeridas, un repetidor o técnicas satelitales son utilizadas. Esta decisión usualmente depende del costo por ancho de banda. Estos costos serán influenciados por terreno, distancia, necesidad de ancho de banda y otros factores.

En países en desarrollo estas líneas inalámbricas son muchos más rápidas y económicas de instalar que el tradicional cable. Una desventaja es la necesidad de personal calificado para instalar el equipo y hacer revisión del sitio, el cual también es muy costoso.

Las redes que operan en las bandas de 2,4 GHz – 5,8 GHz (libre licenciamiento) son utilizadas para:

- Transferencia de datos, tales como archivos, correo electrónico, navegación en el Web, etc.
- Voz. Dependiendo del sistema local, teléfonos analógicos y digitales pueden ser conectados.
- Voz sobre Internet (VoIP). La desventaja es el alto retardo de la señal. Pero en una red inalámbrica el ancho de banda puede ser asignado para brindar una buena calidad a la comunicación.

CONEXIONES INTERNACIONALES

Conexiones satelitales son necesarias cuando las distancias son muy grandes o donde no existe un lugar fijo para conectar el transceptor. Los enlaces satelitales pueden transportar un bajo ancho de banda por ejemplo de telefonía celular o un alto ancho de banda que conecta una region aislada con una red telefónica o de datos. Ejemplos incluye los sistemas Iridium y la red satelital Inmarsat. Ambos ofrecen conexiones telefónicas en cualquier localización.

La tecnología VSAT permite hacer uso de los sistemas satelitales a través de un pequeño disco o plato, el cual necesita ser apuntado al satélite, y va permitir que el usuario pueda hacer uso del sistema sin requerir un gran área para la instalación de la antena. Cualquier ancho de banda deseado puede ser requerido a través de esta tecnología. Ejemplo, Gilat.

LA EXPERIENCIA DE WI-FI PARA CONEXIÓN DE COMUNIDADES RURALES AL INTERNET

Actualmente en las instituciones de desarrollo rural internacionales existe un consenso sobre la importancia del acceso a Internet, hasta en las comunidades pequeñas y aisladas. Existen variadas iniciativas institucionales entre las que se encuentran las del IDRC (Internacional Development Research Centre, CIID, Centro Internacional de Investigaciones para el Desarrollo) de Canadá, el PNUD (Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo), y el Banco Mundial, entre otras. Existen algunas barreras en contra del logro del acceso universal, pero la más grande problemática es la conectividad del "último kilómetro", que es la que permite la conexión del usuario en sus instalaciones con las facilidades de telecomunicaciones. En general en los sectores rurales marginados no existe la infraestructura básica

de acceso a las redes telefónicas alambradas, las alternativas existentes no son muy atractivas. Donde hay facilidades de datos celular son generalmente muy lentas y costosas, y además donde existe 3G (tercera generación), son más rápidas pero sumamente costosas para el uso en comunidades pobres. Los escasos proyectos de conectividad rural de los últimos 10 años fueron realizados con varios sistemas de radio digital, pero resultaron a veces demasiado costosos, de estrecho ancho de banda, y en general limitados a la comunicación de tipo "punto a punto".

En los últimos tres o cuatro años varios promotores de Internet rural empezaron a trabajar con la tecnología Wi-Fi (Wireless Fidelity), tecnología utilizada en Redes de Área Local Inalámbrica (WLAN, Wireless Local Area Network). En este momento la tecnología Wi-Fi aparece como la mejor solución para la conexión a Internet de comunidades rurales, por ser apropiada en función y topología, genérica, muy económica, y en general confiable.

La red Wi-Fi tiene sus orígenes en la interconexión de computadores en la oficina urbana. En realidad la capacidad de Wi-Fi para funcionar con distancias necesarias para conectar comunidades depende de un accidente histórico de su desarrollo. Existen otros estándares de radio para interconectar computadores, (como Bluetooth), pero a estos estándares les falta la capacidad de distancia. Por suerte muchas de las empresas que trabajan en redes inalámbricas de oficina también cuentan con un producto que se llama "building to building bridge". El Bridge sirve para conectar subredes en las edificaciones cercanas, aunque a veces también hasta docenas de kilómetros de distancia. Los dos tipos de productos ahora usan hardware muy similar, a veces el mismo, y software, el cual está muy relacionado. Pero hasta ahora no ha aparecido un estándar para el bridge, ni para el manejo de distancias en el caso de su estándar (IEEE802.11), y aquí surge el aspecto más problemático en el uso del mismo.

¿Exactamente que significa "Wi-Fi"? Es un estándar (IEEE 802.11) para la interconexión de varios computadores con uso de radios tipo DSSS (Direct Sequence Spread Spectrum, Espectro Ensanchado de Secuencia Directa), y también significa un consorcio de fabricantes de los mismos radios que conducen pruebas para asegurar que van a operar los unos con los otros. El estándar 802.11 especifica dos modos de operación. En el modo "infraestructura" se asocian varios "clientes" de manera inalámbrica con un Punto de Acceso (Access Point, AP), que generalmente esta conectado a Internet (de forma alamburada o inalámbrica). La posibilidad de comunicarse entre "clientes" depende de la implementación particular. También existe el modo "peer-to-peer", en el que no hay un Punto de Acceso central, pero es limitado en general porque solo existe comunicación entre los clientes que pueden "verse" entre sí. Esta limitación se conoce como el problema del "nodo escondido", hasta ahora es limitado el uso de este modo.

Entonces Wi-Fi (y sus entornos técnicos) ofrece dos facilidades básicas: la interconexión de un grupo de computadores hasta un punto central con amplia ancho de banda, además de una conexión punto a punto hasta un sitio donde se puede conseguir un enlace a Internet. Se favorece la posibilidad de comunicación no sólo hacia el mundo exterior, sino también dentro de las comunidades. Se puede aprovechar la estructura social para obtener el apoyo técnico necesario para mantener el equipo en servicio por un largo plazo.

La migración urbana de los últimos años trajo como resultado numerosas ciudades de tamaño mediano, las cuales sirven como centros de negocio e infraestructura. Cerca quedan sus campos y poblaciones pequeñas. Con vehículos el tiempo de tránsito es muy reducido, pero los residentes de los campos todavía sufren un nivel de aislamiento y subdesarrollo fuerte. Las distancias características de 2 – 10 Km son apropiadas para soluciones del tipo Wi-Fi. La tendencia es

que de cinco a diez de los campos cercanos tienen relaciones sociales y económicas, formando una agrupación natural para una red de Wi-Fi. Las ciudades ya cuentan con infraestructura de microondas de amplia ancho de banda. Y por nivel económico, la pobreza siempre requiere una solución de conectividad a muy bajo costo, como ofrece Wi-Fi.

La instalación física de la red Wi-Fi, o su operación inicial, es una de las partes más difíciles del proyecto, debido a que se necesita de conocimiento en microondas. Por ello es necesario desarrollar una capacidad técnica local. Sería ideal iniciar con un equipo de apoyo en cada región, que pueda ayudar y resolver los problemas que se presenten y otros que vendrán más adelante. Es importante incorporar los recursos que ya existen en la comunidad. Un radioaficionado puede ayudar con la instalación de los radios, y un técnico de computadores con la parte de la red alamburada de la Red de Área Local que es igual a cualquier instalación de red de Ethernet. La configuración de los radios siempre es problemática. En general, junto con el desarrollo de un equipo de ayuda técnica comunitaria, es recomendable buscar la ayuda de una persona que tenga experiencia en IEEE802.11, como asesor del diseño y para ayudar con la configuración.

Actualmente Wi-Fi parece ser la mejor solución disponible, pero el equipo comercial que se oferta todavía no sirve totalmente bien a las necesidades de telecomunicación rural. El equipo económico no es confiable ni sofisticado. El equipo bueno es demasiado costoso, y todavía falta flexibilidad en términos de la topología de las posibles redes. Los costos de mantenimiento siempre son relativamente altos.

Es muy difícil de lograr la sostenibilidad económica en los esquemas de acceso rural a Internet, donde los usuarios, particularmente en el caso de Internet en las escuelas, no tienen los recursos para pagar su uso. Una estrategia atractiva sería la venta de llamadas telefónicas para pagar la cuota de conexión a Internet.

La tecnología Wi-Fi es muy apta para transportar voz sobre IP, y se pueden hacer llamadas dentro las comunidades de la agrupación, y hasta la red telefónica con el uso de una pasarela (gateway).

El ambiente regulatorio de Wi-Fi, en muchos países es un poco ambiguo. Es su naturaleza que muchos usuarios pueden compartir el uso de la misma banda, sin licencia exclusiva. Al incorporarse más usuarios se produce un deterioro gradual del servicio, lo que puede ser reducido con el uso de antenas direccionales. Pero en algunos países se habla de licencias exclusivas, o de otras formas de regulación que pueden traer ingresos al gobierno. Es muy importante mantener estas bandas abiertas, como se encuentran actualmente y luchar en contra de la regulación que puede causar impedimentos para su uso.

- **Limitaciones de Distancia**

Básicamente hay dos factores que limitaron las distancias disponibles con Wi-Fi. El primero es un nivel de señal adecuado, que depende de las leyes de la física. La otra es del "timing", y depende de la implementación del estándar de 802.11.

En el primer caso, hay necesidad de Línea de Vista (LOS, Line of Sight) entre las dos antenas. Las obstrucciones generan pérdidas y debido a los reducidos niveles de potencia no es recomendable para largas distancias. La planificación de cualquier sistema requiere un análisis del balance del enlace, que incluye la potencia del transmisor, ganancia de las antenas, pérdidas de espacio libre, sensibilidad del receptor, pérdidas de cables, pérdidas en conectores o adaptaciones y ganancia de amplificadores si aparecen.

El problema de timing depende del reconocimiento (ACK, acknowledgement). Después de pocos kilómetros el radio va a mandar el paquete varias veces, y el ancho de banda se disminuye. Por ello a

mayor distancia menor es la velocidad del enlace, disminuyendo considerablemente el desempeño de la red.

- **Fuentes de Energía**

El uso típico de energía eléctrica del radio Wi-Fi es de 5 vatios. Entonces un panel solar de 20 vatios con una batería de 30 Amperio-hora resulta adecuado para la operación remota de un radio como repetidor, si el ambiente no es muy nublado. El uso de un controlador de bajo consumo es obligatorio para la protección de la batería.

FODA (FORTALEZAS, OPORTUNIDADES, DEBILIDADES Y AMENAZAS) DE WI-FI

El objetivo de este punto es identificar cuáles son las Fortalezas, Oportunidades, Debilidades y Amenazas que tiene la tecnología Wi-Fi, en particular analizando sus posibilidades para posicionarse como la alternativa para la inclusión digital.

Fortalezas

- WLAN (Wireless Local Area Network, Redes de Area Local Inalámbrica). WLAN se conoce también como Wi-Fi y es básicamente la forma inalámbrica de implementar Redes de Area Local (LANs). Sus usos exitosos más notables han sido en la implementación rápida de LANs en edificios, y en la creación de "puntos calientes", o "hot spots", en lugares públicos como hoteles, aeropuertos, restaurantes, teatros y sitios municipales donde dueños de computadores portátiles (con tarjetas Wi-Fi) pueden

conectarse al punto de acceso central del hot spot, que está a su vez conectado a Internet.

- Seguridad en WLAN. Las soluciones que provee Wi-Fi como estándar para la implementación de redes LAN inalámbricas son muy robustas, no sólo en materia de velocidad y capacidad de acceso, sino también en cuanto a seguridad y protección de la información. Si bien los puntos de acceso públicos conocidos como "hotspots" permiten acceder a Internet mediante el uso de tarjetas WLAN basadas en el estándar IEEE 802.11b en modalidad abierta, ya se han implementado estrategias para ofrecer servicios más robustos encaminados a proveer soluciones a nivel corporativo como son las Redes Privadas Virtuales (VPNs, Virtual Private Networks). El desarrollo de nuevas herramientas de encriptación como WPA (Wireless Protected Access, Acceso Inalámbrico protegido) que permiten el uso de claves o llaves temporales dinámicas y autenticación mutua entre el usuario y el equipo de red (en este caso el Access Point, AP), ha sido un gran adelanto en materia de seguridad de redes.
- Costos. Es (aparentemente) mucho más barato implementar redes Wi-Fi que estructuras tradicionales y con el transcurso del tiempo este costo se irá reduciendo.
- Velocidad y facilidad en la Instalación. En edificaciones donde no se ha efectuado un cableado estructurado o donde se tiene que hacer zanjas para el tendido de los cables o donde se tenga que hacer cualquier instalación física, resulta fácil la implementación y configuración de los equipos de WLAN.
- Flexibilidad. Cualquier red física o alambrada no permite que se formen redes que puedan cambiar su propia disposición a menos

que se vuelva hacer el cableado, en las redes inalámbricas es posible esta situación.

- **Movilidad.** Los usuarios se pueden mover fácil y libremente dentro del rango de cobertura de la red inalámbrica, permitiendo que este movimiento pueda conducir a un gran aumento en la productividad y personal.
- **Integración.** la capacidad de integración de tecnologías emergentes, o crecientes con diferentes curvas de maduración.
- **Estándares:** Wi-Fi cuenta con unos organismos de estandarización muy serios y ampliamente reconocidos a nivel mundial como el grupo 802.11 del IEEE y la Wi-Fi Alliance con su organismo asociado, el Weca. Se han desarrollado otros grupos de trabajo mediante alianzas estratégicas de empresas e industrias interesadas en evolucionar este tipo de tecnologías.
- **Base para estándares:** Wi-Fi es una tecnología que ha permitido desarrollar otros estándares alrededor de lo que se conoce como Red Inalámbrica de Área Local (WLAN, Wireless Local Area Network) y de Área Metropolitana (MAN, Metropolitan Area Network), lo que ha facilitado el establecimiento de nuevos medios de acceso a redes públicas de datos como la Internet.

Oportunidades

- **Ultimo kilómetro.** Wi-Fi ofrece la posibilidad de proveer fácilmente conectividad tipo "ultimo kilómetro" entre hogares o oficinas pequeñas y un punto central que está conectada a Internet. En situaciones rurales este puede ayudar en conectar usuarios locales a una sola (y bastante cara) conexión a la Internet en un punto central.

- Conectividad e Inclusión Social. Lo que se puede conseguir con la tecnología Wi-Fi es el acceso e inclusión digital para los sectores socialmente deprimidos y marginados en Latinoamérica a costos de implementación que difieren sustancialmente de los alcances que podrían obtenerse normalmente con conexiones convencionales y tradicionales.
- Masificación. La masificación de estas tecnologías en Latinoamérica dependerá de las diferentes estrategias que sigan los operadores, integradores y lo que se conoce hoy en día como Agregadores (aggregators) en el ámbito de ofrecer acceso en banda ancha a Redes de Area Metropolitana (MAN). Sin embargo, el nivel de penetración también dependerá del grado de apertura y desregulación que sigan los gobiernos para promover este tipo de tecnología.
- Uso de Ejemplos. La tecnología actual que se tiene hoy disponible sirve para las necesidades de acceso. El mejor camino sería avanzar rápido con varios proyectos demostrativos para enseñar a todo el mundo la importancia de un ambiente de telecomunicaciones abierto.
- Nuevas posibilidades y oportunidades, ya que el avance tecnológico efectuado en los últimos tiempos hacen ver alternativas y soluciones para desarrollos en telecomunicaciones que se podrían obtener, que hasta hace poco tiempo no era posible imaginar. Es fértil el campo para el desarrollo de herramientas y servicios sobre una red inalámbrica considerada estándar y baja de costos operativos.
- Áreas rurales. El desarrollo de tecnologías de acceso propias, para áreas rurales o remotas, orientadas a servicios de acceso universal que conjuguen posibilidades de servicios avanzados o de valor

agregado de telecomunicaciones, generarán nuevas opciones en el ámbito rural y retrasarán el desplazamiento forzoso de las comunidades rurales hacia áreas metropolitanas con atractivos de desarrollo.

- Nuevos estándares. No hay que olvidar la llegada de nuevos estándares y tecnologías WLAN como WiMAX son alternativas viables para brindar acceso masivo al Internet. Aquí también las aplicaciones que se desarrollen van a jugar un papel importante
- Brecha digital. Una oportunidad es que Wi-Fi podría dar conexión a Internet en una comunidad de vecinos, uno de los cuales se conectaría a Internet a través de un servicio ADSL, relativamente veloz y barato, que daría servicio no sólo a computadores portátiles (Laptops) y Asistentes Digitales Personales (PDA, Personal Digital Assistant), sino a los computadores de los miembros de esa comunidad. Una nueva oportunidad para contraer la Brecha Digital. Otra oportunidad se encuentra en la masificación del acceso a Internet haciendo uso de los puntos de acceso o "Hotspots" en zonas de servicio público.
- Estándares. Wi-Fi es una tecnología que está permitiendo el desarrollo de nuevos estándares de acceso a las redes de banda ancha.
- Nuevos Mercados. Desarrollo de nuevos mercados alrededor de estas tecnologías para el usuario móvil.
- Costos. A nivel de costos, también hay que tener en cuenta el retorno de inversión (ROI, Return Of Inversion) dentro de la instalación de una red no sólo de área local (LAN), sino sobre todo, de Area Metropolitana (MAN) a través de puntos de acceso o soluciones de último kilómetro cuyo emplazamiento y desarrollo es

mucho más rápido. Los proveedores de acceso inalámbricos pueden muy rápidamente ofrecer servicios alrededor de su red WLAN haciendo uso de dispositivos como las pasarelas (Gateways) o enrutadores/puentes (routers/bridges) sin tener que entrar en la tediosa tarea de tender cables de fibra óptica, por ejemplo.

- Tasa de transferencia. actualmente no esta tan alta, 802.11b permite alcanzar los 11 Mbps pero la 802.11g esta a una tasa de transferencia de 54Mbps.
- Educación. : Considerando que si la infraestructura inalámbrica se orienta al desarrollo de nuevas practicas en términos de innovación en la educación por ejemplo, se formará en servicios móviles de información y comunicaciones apoyando procesos de investigación y desarrollo en diferentes áreas académicas

Debilidades

- Cuestión de fondo. ¿Es realmente Wi-Fi un hito en el desarrollo tecnológico, o simplemente una moda (similar a los portales en Internet)? Hasta ahora es un privilegio de los pocos que lo puedan costear, pero si existieran ejemplos reales que pongan en evidencia el beneficio de la tecnología, podría formarse una masa crítica que ayude a esta expansión.
- Degradación del desempeño con la distancia (movilidad) en redes inalámbricas, baja calidad de servicio con alto numero de usuarios, y baja tolerancia a objetos fijos como árboles, paredes de concreto y fuentes de agua, que se incrementan en frecuencias más altas. Esto para nada ayuda a los Proveedores de Servicios Internet Inalámbricos (WISPs, Wireless Internet Service Provider) ni a las comunidades de redes que ofrecen servicios de banda ancha en zonas rurales y de bajos ingresos.

- Costo de los dispositivos: No queda ninguna duda que Wi-Fi sería muy útil en ciertas empresas como hoteles o "cibercafés" donde pueden aparecer concentraciones de personas con computadoras portátiles y el hábito de usar la Internet. En otros áreas no es tan fácil ver la utilidad de crear "hot spots" por la falta de penetración de computadoras portátiles. Además las personas que poseen computadores portátiles y PDAs tienen que tener un poder adquisitivo mayor al promedio
- Falta de estándares de seguridad: Problemas ocasionados por la falta de estándares de seguridad. Siempre existe la posibilidad de violaciones de privacidad y otros actos anti-sociales.
- Acceso a las bandas libres: Hay que buscar garantizar el acceso en toda Latinoamérica a la banda de 2,4 GHz con políticas regulatorias que prevean la utilización de ese bien común como un recurso no renovable que puede ser explotado libremente pero de manera sostenible.
- Interferencia con otros dispositivos. Por ejemplo con teléfonos celulares o inalámbricos, microondas. El uso de todo segmento del espectro radioeléctrico y en especial el uso de bandas ISM (Industrial, scientific and medical, Industrial, Científica y Médica) requiere al menos de un registro que informe o que defina mapas geográficos de utilización. No se puede permitir el acceso totalmente libre porque se esta hablando de un recurso explotable no renovable que requiere la definición de porcentajes de utilización, se debe pensar en las necesidades de comunicación de organismos tan sensibles que requieren de diseños específicos para garantizar su desarrollo de manera sostenible.
- Simplificación. Hay muchos elementos a la hora de considerar la implementación de una red Wi-Fi, los cuales en general se ignoran

cuando se la compara con otras soluciones, ejemplo, costos de dispositivos de acceso, requerimientos de seguridad la red, etc.

- Falta de casos de ejemplo: falta de percepción, diagnóstico y aplicación de soluciones reales que ofrezcan oportunidades de desarrollo de las comunidades rurales, dado a que no hay una solución de transición sencilla entre necesidades básicas, como el suministro de agua potable y la promoción de la TIC para el desarrollo.
- Interoperabilidad limitada. Las redes Wi-Fi son vistas como un complemento de las redes cableadas, algunas soluciones pueden integrarse a plataformas ya establecidas; sin embargo, el nivel de funcionalidad para el usuario final dista mucho de ser totalmente transparente y por ahora se hablan de redes en "paralelo". Hay dispositivos que permiten la interoperabilidad entre distintas tecnologías como Bluetooth, Wi-Fi y aún redes de operadores de telefonía móvil celular, pero el nivel de integración es muy limitado.
- Ancho de banda limitado para el uso de ciertas aplicaciones que requieren de gran capacidad de transmisión.
- Interferencias. La banda de 2,4 GHz es la de mayor uso hoy en día con la ratificación del estándar IEEE 802.11g. No obstante, en este rango de frecuencias se pueden presentar ciertas interferencias con teléfonos inalámbricos, equipos de microondas, etc. La banda de los 5 GHz todavía no está totalmente regulada en algunos países.
- Falta de aplicaciones. No hay todavía una clara participación por parte de los desarrolladores en cuanto a las aplicaciones que deben generarse en torno a todos estos estándares. En Latinoamérica todavía dependemos mucho de las tendencias e intereses creados por parte de los grandes fabricantes que quieren imponer un

determinado tipo de solución alrededor de unos productos ya posicionados dentro de un mercado cautivo que tiene visos de monopolio.

- ¿es más barato que el cableado normal? La respuesta es evidentemente NO aunque los precios han caído considerablemente. En nuestros países el factor costo es muy importante para permitir que la mayoría de la población acceda a una tecnología. Wi-Fi facilita el acceso a la red pero es bastante más costosa y con menor rendimiento que las tecnologías alambradas. Habría que mirar con mucho cuidado en qué aplicaciones específicas se justifica su uso. Si los equipos deben moverse etc.
- Contenidos: la expansión de una red rural tiene que ir de la mano con la oferta de contenidos con incentivos culturales para los jóvenes de las comunidades rurales que serán, con toda probabilidad, los y las usuarias de estas instalaciones. Los Telecentros, tendrán que ofrecer múltiples servicios que fomenten el desarrollo rural en la región.
- Reemplazable: La impresión de una tecnología sustituible por diferentes modalidades o futuras ampliaciones (muchos esperan el servicio de datos sobre redes celulares GPRS(General Packet radio Service, Servicio de Radio Paquete general) o CDMA2000-1X y otros argumentan esperar el 802.15, 820.16, etc.
- Servicios es el tema fundamental bajo el cual se deberán afianzar los nuevos desarrollos. El desarrollo de cada comunidad, dependerá a su vez de las necesidades puntuales que presente cada región.

- Necesidad de proyectos piloto con nuevas tecnologías de aplicación rural: Pero si no se trabaja este aspecto con modelos de negocios que representen una alternativa de desarrollo para las comunidades rurales entonces los que se van a beneficiar son los que hagan la integración y los procesos de transferencia tecnológica. ¿qué modelos de negocio existen actualmente que beneficien el desarrollo de las comunidades rurales (en especial las comunidades remotas)? Permitiendo que en ellas se establezcan capacidades de desarrollo a partir de TICs, que al mismo tiempo sean auto sostenibles para que la infraestructura instalada tenga continuidad en su operación.

Amenazas

- Acceso libre a la banda de 2,4 GHz: Es muy importante luchar por garantizar el acceso libre a la banda 2,4 GHz en todos los países, sin licencias y con un mínimo de limitaciones.
- ¿Libre o Regulada?: Ante la importancia de liberar bandas para el desarrollo de nuevos servicios hay que considerar que el pago de las licencias por uso del espectro es una de las principales fuentes de recursos que tiene un país para adelantar programas de telecomunicaciones sociales.
- Interferencias de los sistemas que hacen uso de los misma banda de operación (rango de frecuencias), lo cual en la mayoría de los casos no es suficiente con limitar la potencia de los equipos.
- La competencia. En el futuro los sistemas de comunicación móvil celular tendrán la posibilidad de alcanzar velocidades mayores a los 100kbps, por lo que es muy posible que los "Hotspots" de Wi-Fi queden en desventaja. ¿cómo habrá de ser la compatibilidad si GSM(Global System for Mobile Communications, Sistema de

Comunicaciones móviles global)-GPRS evoluciona a EDGE (Enhanced Data Rates for Global Evolution) y CDMA (Code Division Multiple Access, Acceso Múltiple por División de Código) evoluciona a nXRTT (Radio Transmitter Technology, Tecnología de Radio Transmisión).

- Incompatibilidad. Liberar bandas promueve nuevos desarrollos que permiten la proliferación de tecnologías cerradas, independientes o no estandarizadas, cuando uno de los principales aspectos de la sociedad de la información es la interconexión de todas las personas. Se debería promover la obligación de interoperabilidad y compatibilidad de los protocolos con el fin de facilitar su interconexión.
- Competencia con telefonía: Existe una preocupación por parte de los operadores de telefonía local y larga distancia fijos y móviles, y es que la proliferación de Redes de Area Local (LAN, Local Area Network) y la facilidad de interconexión entre ellas (al menos si todas usan 802.11b por ejemplo) estaría amenazando su servicio, pues los usuarios de esas redes pueden comunicarse entre si, sin utilizar la red pública. Es un competidor muy fuerte que para implementar soluciones tecnológicas no requiere de inversiones demasiado onerosas, ni tampoco demasiado tiempo en su implementación y no visualizan a Wi-Fi como un complemento a sus tecnologías.
- Entidades regulatorias de cada uno de los Estados latinoamericanos. Depende de cada una de ellas poder dar las condiciones adecuadas en el término normativo de la legislación de su país para que se pueda desarrollar esta tecnología.
- Beneficios a las comunidades. Las rurales o remotas no tienen suficiente valor comercial que justifique el despliegue de

infraestructuras clásicas de telecomunicaciones por lo tanto darle beneficios económicos a los operadores actuales en las áreas rurales sería no permitir el desarrollo de micro-operadores locales de telecomunicaciones y darle paso a los planes de desarrollo basados en la mera transferencia tecnológica sin establecer el desarrollo de capacidades en las comunidades.

- Intereses comerciales. Interés dentro de cada uno de los estados de las empresas que están interesadas en que las frecuencias no sean liberadas si no entregadas a diversos intereses comerciales y particulares.
- Licenciar las bandas de 5GHz, para uso comercial en las áreas urbanas, garantizando un límite de potencia máximo. Establecer para los operadores porcentajes de utilización (Repair Rates) y compromisos de liberación de otras bandas con relación a la explotación del uso del espectro radioeléctrico con referencia a las preferencias de las comunidades en ciertas áreas geográficas.
- Falta de visión. la persistente participación de integradores de tecnología que ofrecen respaldo en la implementación de soluciones técnicas, pero poco o ningún interés en el desarrollo humano de capacidades.
- Incompatibilidades. Si bien se cuentan con organismos serios de estandarización, todavía se ven ciertas incompatibilidades entre los fabricantes o, en algunos casos, disminución en el nivel de eficiencia de la red por lo que la recomendación sigue siendo comprar elementos y dispositivos de un mismo fabricante.
- Costos. En cuanto a un análisis de costos, es necesario tener en cuenta distintos escenarios de operación para la inclusión de una tecnología como Wi-Fi.

- Beneficios para zonas aisladas. En países con gran población hay que hacer políticas afirmativas para las zonas con bajo índice de desarrollo humano. De no ser así, se reproducirán las modas y el marketing prevalecerá sobre las necesidades de un amplio espectro de la población.

RED DEL PROYECTO EHAS (ENLACE HISPANOAMERICANO DE SALUD)

Se ha diseñado e instalado una red troncal de alta velocidad (2 Mbps) basada en una infraestructura Wi Fi (IEEE 802.11b), señalada con línea roja continua en la figura 1, que interconecta a dos hospitales (a través de un repetidor en el Cerro de la Emisora *Namuy Wuam*) con la red de acceso directo a Internet de la Universidad del Cauca en Popayán: San Carlos en la cabecera municipal de Silvia y Mamá Dominga en el Resguardo Indígena de Guambía (también en Silvia). Así mismo están diseñados dos enlaces más de alta velocidad (líneas rojas discontinuas) que darán acceso al Hospital del Municipio de Jambaló al norte, y a los municipios de Guapi, Timbiquí y López de Micay en la selvática costa pacífica del departamento del Cauca. Esta red Wi Fi utilizará un repetidor en el cerro Santana en la Cordillera Occidental de los Andes para unir a la Universidad del Cauca con el puesto de salud de la localidad indígena de Agua Clarita (en la selva, a 53 Km del repetidor) y el Hospital Santa Bárbara en Timbiquí (en la costa, a 88 Km del repetidor). Éste a su vez servirá como repetidor para enlazar el Hospital San Francisco de Asís en el municipio de Guapi (a 33 Km) al sur, y los Centros de Salud de Puerto Saija (a 12 Km) y Noanamito (a 29 Km) al norte.

A esta red de alta velocidad se unen, a través de enlaces de transmisión de datos vía VHF (9600 bps) señalados con azul en la

figura 1, nueve puestos de salud del Hospital San Carlos (Usenda, Pitayó, Quizgó, Miraflores, Agoyán, Tumburao, Quichaya, Valleneuve y Santa Lucía), siete del Hospital de Mamá Dominga (El Cacique, La Campana, Juanambú, Santa Clara, El Trébol, Agua Bonita y El Cofre), tres del Hospital de Jambaló (Loma Redonda, Loma Gruesa y La Mina), tres del Hospital Santa Bárbara (Santa María, Santa Rosa de Saija y San Bernardo) y cuatro del Hospital San Francisco de Asís (San Antonio de Guajuí, Chanzará, Limones y Los Naranjos), siguiendo el esquema de conexión que muestra la figura 2. De estos 26 puestos de salud, hay una instalación piloto de cuatro operando en Silvia, se han instalado seis y otros nueve se encuentran en instalación en Silvia y Jambaló, y al final del año se instalarán los siete de la costa pacífica.

Cada puesto de salud cuenta con un computador personal, una impresora de matriz de puntos, un radio-módem Tigertronics BP96-A y un radio de VHF Motorola PRO3100. En los computadores se instala Linux Debian Woody, el entorno gráfico KDE 3.1.4, las utilidades de OpenOffice 1.1.0, el navegador Mozilla 1.0, y AX.25 Proxy para la transmisión de datos por radio.

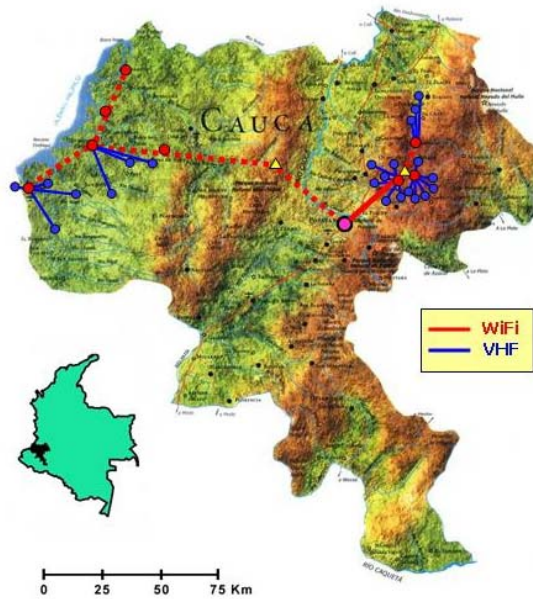


Figura 1. Interconexión de los establecimientos de salud de los municipios de Silvia, Jambaló, Guapi, Timbiquí y López de Micay.

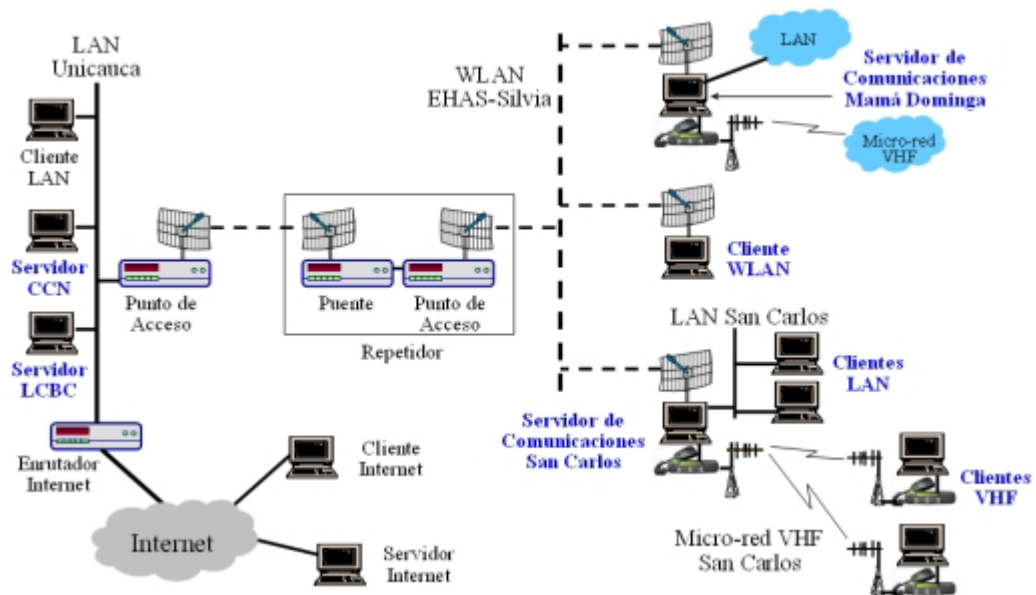


Figura 2. Topología de la red mixta WiFi – VHF de la red EHAS en el Departamento del Cauca.

En los hospitales y centros de salud se instala un servidor de comunicaciones que consiste en un computador personal equipado con una tarjeta WLAN Avaya de 11 Mbps para el enlace Wi Fi, radio-módem y radio VHF para los enlaces con los puestos de salud, y una tarjeta de red para la conexión con la intranet del establecimiento. El servidor tiene instalado Linux Debian Woody habilitado para AX.25 y Wi Fi, Sendmail para la gestión del correo electrónico, y BIND como servidor de nombres. Cada establecimiento tiene además un computador cliente en su intranet, configurado con Linux Debian, KDE, OpenOffice y Mozilla.

CONECTIVIDAD DEL TELECENTRO COMUNITARIO AGROINDUSTRIAL PILOTO EN EL MUNICIPIO DE SILVIA

Gracias a que la red inalámbrica Wi Fi del proyecto EHAS ha sido desarrollada para brindar conectividad al hospital y algunos centros de salud de Silvia inicialmente, el Telecentro logrará su conectividad a través del uso de esta red. Para ello el Telecentro actuará como un cliente WLAN adicional ubicado en Silvia. En las pruebas iniciales realizadas se ha logrado una velocidad de 1 Mbps.

CONSIDERACIONES

Las redes de comunicación inalámbrica están llegando a hacer más y más importantes. Los precios están cayendo y la gestión de estas redes es cada vez más fácil. Conexiones inalámbricas pueden ser utilizadas para conectar computadores de una Red de Area Local (LAN), a una Red de Area Extensa (WAN), y establecer conexiones. La principal ventaja es la reducción de costos por instalación y mantenimiento. El principal reto es que no existe una solución

estandarizada, pero la solución técnica siempre depende de la distancia, la situación geográfica, requerimientos en términos de ancho de banda, velocidad y licencias.

BIBLIOGRAFIA

DULCEY, Maria Fernanda; RENDON; Alvaro, HOLGUIN; Aldemar; CAMPO, Edwin. Diseño e implementación de la red de comunicaciones EHAS. Popayán: Universidad del Cauca, 2003.

KATZ, Jon. WiFi Rural.

PROENZA, Francisco y BASTIDAS, Roberto. Telecentros para el desarrollo socioeconómico y rural en América Latina y el Caribe. Oportunidades de inversión y recomendaciones de diseño con especial referencia a Centroamérica. Washington: FAO – Centro de Inversiones, UIT - Sector de Desarrollo de las Telecomunicaciones, BID - División de Programas Sociales, Departamento de Operaciones, Unidad Rural, Departamento de Desarrollo Sostenible Unidad de Tecnología de Información para el Desarrollo. 2001.

VONK, Tjalling y MULDER, Rolof. IICD Research Brief – No 6. Wireless Communication Marzo, 2003.

ICA WEBFOROS: Documento de trabajo colectivo de las listas wifi-publico y wifi-experto. WiFi FODA (Fortalezas, Oportunidades, Debilidades y Amenazas). 2003.