9
Estudios de Casos

No importa cuánto planeemos el montaje de un enlace o nodo, inevitablemente, vamos a tener que lanzarnos a instalar algo. Ese es el momento de la verdad que demuestra cuán acertadas eran nuestras estimaciones y predicciones.

Es un día muy fuera de lo común, cuando todo ocurre precisamente como lo planeamos. Aún después de instalar su primer nodo, el décimo o el número cien, se va a encontrar que las cosas no funcionan como las planeó. Este capítulo describe algunos de nuestros más memorables proyectos de redes. Si está pronto a embarcarse en su primer proyecto inalámbrico o es un veterano en esto, es reconfortante recordar que siempre hay algo para aprender.

Consejos generales

Las economías de los países en desarrollo son muy diferentes de la del mundo desarrollado, y por lo tanto un proceso o solución diseñada para un país más desarrollado puede no ser adecuada en el Oeste de África, o en Asia del Sur. Específicamente, el costo de los materiales producidos localmente y el costo de la mano de obra van a ser insignificantes, mientas los bienes importados pueden ser mucho más caros, comparados con su costo en los países desarrollados. Por ejemplo, uno puede construir e instalar una torre por el 10% del costo de la torre en los Estados Unidos, pero el precio de la antena puede llegar a ser el doble. Las soluciones que capitalizan las ventajas competitivas locales, mano de obra barata y materiales locales, van a ser las más fáciles de replicar.

Encontrar el equipamiento adecuado es una de las tareas más difíciles en lo países en desarrollo. Debido a que el transporte, las comunicaciones y los sistemas económicos no están desarrollados, los materiales y el equipa-

miento pueden ser difíciles de encontrar. Un fusible, por ejemplo, puede no ser fácil de conseguir en algunos países, por lo que es una gran ventaja que pueda ser sustituido por un cable que se queme e interrumpa la corriente cuando ésta alcance un cierto amperaje. Encontrar sustitutos para los materiales también estimula al desarrollo de la capacidad empresarial local, así como al sentido de apropiación del sistema, además de ahorrar dinero.

Recipientes para el equipamiento

Objetos de plástico de bajo costo se encuentran por cualquier lado en el mundo en desarrollo, pero están hechos con materiales de mala calidad, generalmente muy delgados, haciéndolos inadecuados para proteger el equipamiento. Los tubos de PVC son sin duda más resistentes, y están diseñados para ser impermeables. En el oeste de África, el PVC más común se encuentra en los almacenes de venta de productos para plomería, con calibres que oscilan entre los 90mm y los 220 mm. Los puntos de acceso como el Routerboard 500 y 200 pueden entrar en dichos tubos, que, sellados con tapas en los extremos, pueden crear una cubierta a prueba de agua muy robusta. También tienen la ventaja de ser aerodinámicos y poco interesantes para los transeúntes, además de que el espacio dejado alrededor del equipamiento asegura una adecuada circulación de aire. A menudo es bueno dejar un agujero de ventilación en la parte inferior de la cubierta de PVC, aunque he aprendido que dejar agujeros abiertos puede ser un problema. En una ocasión las hormigas decidieron construir su hormiguero a 25 metros sobre el piso, adentro del tubo de PVC que contenía un punto de acceso, por eso se aconseja que si queremos evitar infestaciones utilicemos una malla de alambre para cubrir el agujero de ventilación.

Mástiles para antena

Recuperar materiales usados se ha transformado en una industria importante en los países más pobres. Desde autos viejos hasta televisores, cualquier material que tenga valor será desarmado, vendido y reutilizado. Por ejemplo, los autos son desmantelados pieza por pieza, día a día, el metal resultante es clasificado y luego cargado a un camión para ser vendido. Los trabajadores metalúrgicos locales estarán ya familiarizados con la construcción de un mástil para televisión con metal desechado. Con unas pequeñas adaptaciones, esos mismos mástiles pueden ser rediseñados para redes inalámbricas.

El mástil típico es el poste de 5 metros, compuesto por un único tubo de 30mm de diámetro enterrado en el cemento. Es mejor construir el mástil en dos partes, con una parte removible que encastra en una base con un diámetro levemente más grande. Alternativamente, el mástil puede ser hecho con brazos empotrados de forma segura a un muro. Este proyecto es

fácil, pero requiere el uso de escalera para poder completarlo por lo que se sugiere tener precaución.

Este tipo de mástil puede ser aumentado varios metros con la ayuda de cables tensores. Para fortalecer el poste, plante 3 líneas separadas 120 grados, con una caída de por lo menos 33 grados desde la punta de la torre.

Por sobre todas las cosas: involucre a la comunidad

El involucramiento de la comunidad es imperativo para asegurar el éxito y la sustentabilidad del proyecto. Involucrar a la comunidad en el proyecto puede ser el desafío más grande, pero si se hace, la tecnología no cubrirá sus necesidades, ni será aceptada. Más aún, la comunidad puede atemorizarse y menoscabar la iniciativa. Sin importar cuán complejo sea un emprendimiento, un proyecto exitoso necesita apoyo de aquellos a los que va a servir.

Una estrategia efectiva para ganar apoyo es encontrar una persona influyente y respetada cuyas motivaciones sean buenas. Encuentre a la persona o personas que más se puedan interesar por el proyecto. A menudo, va a necesitar involucrar a personas influyentes como consejeras, o como miembros del comité directivo. Esta gente ya cuenta con la confianza del resto, sabe a quién contactar y puede hablar el lenguaje de la comunidad. Tómese su tiempo y sea selectivo en encontrar la gente adecuada para su proyecto. Ninguna decisión afecta más a su proyecto que tener en su equipo personas de la comunidad, eficaces y de confianza.

Tome también en cuenta a los actores clave en una institución o comunidad. Identifique aquella gente que probablemente se oponga o apoye su proyecto. Tan temprano como sea posible, intente obtener el apoyo de los defensores potenciales y mantenga al margen a los detractores. Esto es una tarea difícil que requiere un conocimiento íntimo de la institución o comunidad. Si el proyecto no tiene un aliado local, puede requerir un tiempo para adquirir este conocimiento y confianza de la comunidad.

Sea cuidadoso cuando elige sus aliados. Una reunión "del municipio" es útil para observar la política, alianzas y feudos locales en acción. Después de eso es más fácil elegir con quien aliarse y a quien mantener al margen. Trate de no generar un entusiasmo sin garantías, es importante ser honesto, franco y no hacer promesas que no puede cumplir.

En comunidades con altos índices de analfabetismo, enfóquese en servicios de transformación de digitales a analógicos, tales como Internet para estaciones de radio, imprimir artículos y fotos en línea, y otras aplicaciones no textuales. No intente introducir una tecnología en una comunidad sin comprender qué aplicaciones realmente le van a servir. A menudo la comunidad no va a tener idea acerca de qué nuevas tecnologías ayudarán a solucionar

sus problemas, por lo tanto, proveer nuevas características es inútil si no comprendemos cómo se va a beneficiar la comunidad.

Cuando recolecte información, verifique los datos que le dan. Si quiere saber el estado financiero de una compañía/organización, pida ver una factura de electricidad o de teléfono. ¿Han pagado sus cuentas? A veces los beneficiarios potenciales van a comprometer sus propios valores deseando ganar fondos y equipos. Pero mucho más a menudo, los socios locales que confían en usted, serán francos, honestos y serviciales.

Otro error común es lo que yo llamo síndrome de "padres divorciados", donde las ONGs, donantes y socios no se informan entre sí sobre su involucramiento con el beneficiario. Los beneficiarios astutos pueden ganar atractivas recompensas permitiendo que las ONGs y los donantes derrochen equipos, capacitación y fondos. Es importante conocer qué otras organizaciones están involucradas de manera que pueda comprender como impactan sus actividades a la suya. Por ejemplo, una vez diseñé un proyecto para una escuela rural en Mali; mi equipo instaló un sistema de fuente abierta con computadoras usadas, y pasó varios días capacitando a la gente en cómo usarlo. El proyecto fue catalogado como un éxito, pero muy poco después de su instalación, otro donante llegó con nuevas computadoras Pentium 4 corriendo Windows XP, y los estudiantes rápidamente abandonaron las viejas computadoras y se prepararon para usar las nuevas. Hubiera sido mejor negociar con la escuela de antemano, para conocer su compromiso con el proyecto. Si hubieran sido francos, las computadoras que ahora están sin uso podrían haber sido entregadas a otra escuela donde sí serían utilizadas.

En muchas comunidades rurales de economías no desarrolladas, las leyes y políticas son débiles, y los contratos pueden no tener valor alguno, aunque a veces se pueden encontrar otras maneras de asegurarse. Aquí es donde los servicios pre-pago son ideales, porque no requieren un contrato legal; se asegura el compromiso por la inversión de fondos antes de que se brinde el servicio.

Cuando se hacen adquisiciones también se requiere que los involucrados inviertan en el proyecto. Siempre se debe pedir el compromiso recíproco de la comunidad.

Cancelar la implementación, es una opción que debe evaluarse siempre. Si no se puede tener un aliado y una comunidad convencida, el proyecto debe considerar seleccionar a una comunidad o beneficiario diferente. Es decir, que debe haber una negociación; el equipamiento, el dinero y la capacitación no pueden ser simples obsequios, la comunidad debe estar involucrada y contribuir.

--Ian Howard

Estudio de caso: Cruzando la brecha con un simple puente en Timbuctú

Las redes en última instancia conectan personas, y por lo tanto siempre contienen un componente político. El costo de Internet en economías menos desarrolladas es alto y la capacidad de pago es baja, lo que agrega desafíos políticos. Intentar imponer una red donde las redes humanas no están funcionando completamente bien es casi imposible, en el largo plazo. Tratar de hacerlo puede dejar el proyecto sobre una base social inestable, amenazando su existencia. Aquí es donde el bajo costo y la movilidad de una red inalámbrica pueden ser ventajosos.

El equipo del autor fue consultado por financiadores para determinar cómo conectar en Timbuctú la desértica capital de Mali, una estación de radio rural con un pequeño telecentro (2 computadoras) a Internet. Timbuctú es ampliamente conocida como un puesto de avanzada en el área más remota del mundo. En este lugar, el equipo decidió implementar un modelo que ha sido llamado el ***modelo inalámbrico parasitario***. Este modelo extiende la red a otro sitio cliente usando un simple puente inalámbrico. Este modelo fue elegido porque no requiere una inversión significativa por parte de la organización, Al tiempo que da una fuente de ingresos al telecentro, no agrega un costo operacional significativo. Esta solución significa que el sitio cliente puede obtener Internet barato, aunque no tan rápido o confiable como una solución dedicada. Debido a los patrones de uso opuestos entre la oficina y el telecentro no hubo una disminución perceptible de la velocidad de la red para ninguna de las partes. Pensando en una situación ideal, hubiese sido mejor animar al pequeño telecentro para que se convirtiera en un ISP, pero se consideró que ni el telecentro ni el mercado estaban listos para esto. Como siempre pasa, existían serias preocupaciones acerca de si este telecentro podía lograr la autosostenibilidad una vez que sus financiadores se fueran. Por lo tanto esta solución minimizaba la inversión inicial logrando 2 objetivos: primero, extendía Internet al beneficiario (una estación de radio), a un costo accesible. Segundo, agregaba una pequeña fuente de ganancia adicional para el telecentro a la vez que no incrementaba sus costos operacionales, ni agregaba complejidad al sistema.

La gente

A pesar de tener un nombre reconocido mundialmente, Timbuctú es un sitio remoto. Siendo un símbolo, muchos proyectos han querido “plantar bandera” en las arenas de esta ciudad desértica. Por lo tanto, hay varias actividades de tecnologías de la información y comunicación (TIC) en esta área. En el último conteo había 8 conexiones satelitales en Timbuctú, la mayoría de las cuales sirven a intereses especiales excepto por las dos empresas de trans-

porte de datos, SOTELMA e Ikatel. Actualmente utilizan un enlace VSAT para conectar sus redes telefónicas con el resto del país. El telecentro utiliza una conexión X.25 a una de estas empresas de telecomunicaciones, que luego retransmite esta conexión a Bamako. Con relación a otras ciudades remotas en el país, Timbuctú tiene un número bastante grande de personal entrenado en tecnologías de la información, tres telecentros, más el nuevo telecentro instalado en la estación de radio. En cierto grado la ciudad esta saturada de Internet, imposibilitando la sustentabilidad de cualquier interés privado o comercial.

Elecciones de diseño

En esta instalación el sitio cliente está a sólo 1 km de distancia con línea visual. Fueron instalados dos puntos de acceso Linksys modificados, a los que se instaló el *firmware* OpenWRT y configurados en modo puente. Uno fue instalado en la pared del telecentro, y el otro a 5 metros sobre el mástil de la estación de radio. Los únicos parámetros de configuración requeridos en ambos dispositivos fueron el ssid y el canal. Se usaron simples antenas panel de 14 dBi (en *http://hyperlinktech.com/*). Del lado de Internet, el punto de acceso y la antena fueron sujetados usando tornillos empotrados en el costado del edificio, de cara al sitio cliente. Allí, se utilizó un mástil de antena existente. El punto de acceso y la antena fueron montados utilizando anillos para tubería.

Para desconectar el cliente, el telecentro simplemente desenchufa el puente que está de su lado. Eventualmente se puede instalar un sitio adicional, que también va a tener su propio puente en el telecentro, de forma tal que el personal del mismo pueda desconectar al cliente si éste no ha pagado. A pesar de que parezca cruda, esta solución es efectiva y reduce el riesgo de que el personal pueda cometer errores mientras realiza cambios a la configuración del sistema. Tener un puente dedicado a una conexión también simplifica la instalación en el sitio central, ya que el equipo de instalación es capaz de elegir el mejor lugar para conectar los sitios clientes. A pesar de que no es una solución óptima puentear una red (en lugar de enrutar el tráfico de red), cuando el conocimiento en tecnología es bajo y uno quiere instalar un sistema simple, puede ser una solución razonable para redes pequeñas. El puente hace que lo sistemas instalados en el sitio remoto (la estación de radio) aparezca como simplemente conectado a la red local.

Modelo financiero

El modelo financiero es simple. El telecentro cobra una cuota mensual, de cerca de $30 por computadora conectada, a la estación de radio, lo cual es mucho más barato que la alternativa. El telecentro está ubicado en el patio de la oficina del Alcalde, por lo tanto el cliente principal es el personal del Alcalde. Esto es importante ya que la estación de radio no quería competir

con la clientela del telecentro, y el sistema de la estación fue pensado en primera instancia para el personal de la radio. El puente redujo costos, lo que significa que esta base reducida de clientes podía sostener el costo de Internet sin competir con el telecentro, su proveedor, a su vez, el telecentro tenía la posibilidad de desconectar la estación de radio si ésta no pagaba. Este modelo también permitía compartir los recursos de red, por ejemplo la estación tenía una nueva impresora láser, mientras que el telecentro tenía una impresora a color y como los computadores clientes estaban en la misma red, se podía imprimir en cualquiera de los sitios.

Capacitación

Se requiere poca capacitación para dar soporte a esta red. Se le mostró al personal del telecentro cómo instalar el equipamiento y la resolución de problemas básicos, tales como reiniciar los puntos de acceso (apagar-encender), y cómo remplazar la unidad si ésta falla. Esto le permitía al equipo del autor simplemente enviar un repuesto y evitar los dos días de viaje a Timbuctú .

Resumen

La instalación fue considerada una medida provisoria, mientras se buscaba una solución más completa. Aunque puede ser considerada como un éxito, aún no ha llevado a la construcción de mayor infraestructura física. Ha acercado las TICs a una solución de radio y reforzado las relaciones locales cliente/proveedor.

Así como está, el acceso a Internet aún es un emprendimiento caro en Timbuctú. La política local e iniciativas competidoras subsidiadas están en camino, pero esta solución sencilla ha demostrado ser un caso ideal de uso. Llegar hasta aquí le tomó varios meses de análisis y pensamiento crítico al equipo, pero resultó que la solución más simple proporcionó el mayor beneficio.

--Ian Howard

Estudio de caso: Encontrando una base sólida en Gao

En Mali, un día en auto al este de Timbuctú está Gao. Esta ciudad rural, que se parece más un gran poblado, está ubicada sobre el río Níger justo antes de que éste baje al sur cruzando Níger y siguiendo a Nigeria. La ciudad se inclina suavemente hacia el río, y tiene pocos edificios con más de dos pisos de alto. En el 2004 se instaló un telecentro en Gao. El objetivo del proyecto

fue brindar información a la comunidad con la esperanza de que una comunidad mejor informada resultara en una ciudadanía más saludable y educada.

El centro proveía información en CD-ROM, películas y radio, pero Internet es la cornucopia de información para el centro. Es un telecentro estándar con 8 computadoras, una impresora todo-en-uno, escáner, fax, teléfono y cámara digital. Para alojar el telecentro se construyó un pequeño local de dos espacios. Está ubicado un poco alejado del centro de la ciudad, lo cual no es algo ideal para atraer clientes, pero el lugar fue elegido por la favorable disposición de su anfitrión. El sitio recibió fondos para toda la construcción necesaria, del mismo modo se proveyó de equipamiento y entrenamiento inicial. Se esperaba que el telecentro fuera autosuficiente después de un año.

Varios meses después de su inauguración, el telecentro estaba atrayendo pocos clientes. Usaba un módem para conectarse por línea discada a un proveedor de Internet en la capital. Esta conexión era lenta y poco confiable, por lo que el financiador patrocinó la instalación de un sistema VSAT. Ahora hay varios sistemas VSAT disponibles en la región; la mayoría de ellos se han puesto en servicio muy recientemente. Previo a esto sólo se disponía de sistemas de banda C (que cubren un área mayor que los de banda Ku). Recientemente se ha colocado fibra en casi todos los túneles de transporte subterráneo y canales de Europa, suplantando los servicios satelitales que son más caros. Como resultado, los proveedores están redirigiendo sus sistemas VSAT a nuevos mercados, sobre todo África Central y Occidental, y Asia del Sur por lo que en esas zonas varios proyectos empezaron a utilizar los sistemas satelitales para conectarse a Internet.

Después de que se instaló el sistema VSAT, la conexión ofrecía 128 kbps de descarga y 64 kbps de carga, y costaba cerca de $400 por mes. El sitio tenía problemas para captar suficientes ingresos que le permitieran pagar este alto costo mensual, por lo que el telecentro solicitó ayuda; por eso se llamó a una persona contratada que había sido entrenada por el autor para instalar un sistema inalámbrico. Este sistema dividiría la conexión entre tres clientes: otro beneficiario, una estación de radio y el telecentro, pagando cada uno la suma de $140. Este colectivo cubría los costos del enlace VSAT, y los ingresos extra del telecentro junto con la estación de radio cubrirían el soporte y la administración del sistema.

La gente

A pesar de ser capaces y entusiastas, el equipo del autor no realizó la instalación. En su lugar motivamos la contratación de una empresa local. Fuimos capaces de dar confianza al telecentro acordando capacitar y apoyar a la empresa local en el cumplimiento total de la instalación. La premisa de esta decisión fue desmotivar la dependencia de una ONG a corto plazo, y por el

contrario generar confianza y relaciones entre proveedores de servicio locales y sus clientes. El diseño demostró ser productivo. Este enfoque le tomó mucho más tiempo de trabajo al equipo del autor, quizás dos veces más, pero la inversión ha comenzado a generar ingresos. Las redes aún se están instalando y el autor y su equipo están ahora en sus hogares en Europa y Norte América.

Elecciones de diseño

Inicialmente se pensó que la conexión dorsal se haría en la estación de radio que ya tenía una torre de 25 metros. Esa torre sería usada para retransmitir a otros clientes, evitando la instalación de torres en los sitios cliente, ya que la torre estaba por encima de cualquier obstáculo en la ciudad. Para realizar esto se discutieron tres enfoques: instalar un punto de acceso en modo repetidor, usar el protocolo WDS, o emplear un protocolo de enrutamiento mesh. Un repetidor no era deseable ya que añadiría latencia (por el problema que tiene un repetidor de un solo radio) a una conexión que ya es lenta. Las conexiones VSAT necesitan enviar paquetes desde y hacia el satélite, introduciendo cerca de 3000 ms de demora para un viaje de ida y vuelta. Para evitar este problema se decidió usar una radio para conectarse a los clientes, y una segunda radio para la conexión dorsal dedicada. Para simplificar, se decidió hacer de este enlace un simple puente, por lo que el punto de acceso en la estación de radio estaría en la misma LAN física que el telecentro.

En las pruebas este enfoque funcionó, pero en el mundo real su desempeño fue pésimo. Después de muchos cambios, incluyendo el reemplazo de los puntos de acceso, el técnico decidió que debía haber un problema de software o de equipo afectando el diseño. El técnico decidió ubicar los puntos de acceso directamente en el telecentro usando un pequeño mástil de 3 metros, y no usar un sitio de retransmisión en la estación de radio. En este diseño, los sitios cliente también requirieron de pequeños mástiles. A pesar de que todos los sitios fueron capaces de conectarse, las conexiones fueron a veces débiles y presentaron una pérdida masiva de paquetes.

Más adelante, durante la temporada de polvo, las conexiones se volvieron cada vez más erráticas y menos estables a pesar de que los sitios cliente estaban de 2 a 5 km de distancia utilizando 802.11b. El equipo teorizó que las torres en cada uno de los lados eran demasiado cortas, bloqueando la zona Fresnel. Después de discutir muchas teorías, el equipo se dio cuenta de que el problema era la estación de radio: la frecuencia de radio de 90.0 MHz era casi la misma que la frecuencia de la conexión Ethernet de alta velocidad (100 BaseT). Mientras transmitía, la señal FM (a 500 vatios) estaba opacando completamente la señal en el cable Ethernet.

Por lo tanto, se requería cable revestido o cambiar la frecuencia del cable Ethernet. Se subieron más los mástiles, y la velocidad Ethernet en la estación de radio se cambió a 10 Mbps. Esto cambió la frecuencia en el cable a 20 MHz y por lo tanto se evitó la interferencia de la transmisión FM. Los cambios resolvieron ambos problemas, incrementando la fortaleza y confiabilidad de la red. La ventaja de utilizar mesh o WDS es que los sitios cliente se podían conectar a cualquiera de los puntos de acceso, directamente al telecentro o a la estación de radio. Eventualmente, quitar la dependencia de la estación de radio como repetidor muy probablemente hará que la instalación sea más estable a largo plazo.

Modelo financiero

El sistema de satélite utilizado cuesta aproximadamente $400 por mes. Para muchos proyectos de información y comunicación para el desarrollo esto constituye un costo mensual difícil de manejar. Estos proyectos usualmente pueden comprar equipamiento y pagar por el establecimiento de una red inalámbrica, pero la mayoría no logran asumir los costos de una red después un corto período de tiempo (incluyendo los gastos recurrentes por el pago del enlace a Internet y los gastos operacionales). Se debe encontrar un modelo donde el costo mensual de la red se cubra con los aportes de aquellos que la usan. Sin embargo para la mayoría de los telecentros comunitarios o estaciones de radio esto es costoso ya que a menudo el único plan posible es compartir los costos con otros usuarios. En este caso para hacer de Internet algo más asequible, el sitio usó la tecnología inalámbrica para compartir Internet con la comunidad, permitiendo que un gran número de organizaciones accedieran a Internet, mientras se reducían los costos por cliente.

En Mali, una comunidad rural tiene apenas unas pocas organizaciones o compañías que puedan costear una conexión a Internet. Para aquellos lugares donde hay pocos clientes y el costo de Internet es alto, el modelo desarrollado por este equipo incluyó los ***clientes ancla:*** clientes que son sólidos y de bajo riesgo. En el caso de esta región, las ONG extranjeras (Organizaciones No Gubernamentales), las Agencias de Naciones Unidas y las grandes empresas comerciales, están entre las pocas que califican.

Entre los clientes seleccionados para este proyecto había tres considerados como clientes ancla, que colectivamente pagaban el costo mensual entero de la conexión de satélite. Al mismo tiempo, se conectó un segundo beneficiario (una estación de radio comunitaria). Cualquier ingreso proveniente de los beneficiarios contribuía a generar un depósito para gastos futuros, pero no se pudo acceder a él debido al estrecho margen económico en el que ambos servicios comunitarios operaron. Los clientes que no pagaban podían ser desconectados y retomaban el servicio una vez que lo podían afrontar nuevamente.

Capacitación necesaria: quién, qué, y por cuánto tiempo

La empresa local le enseñó al técnico del telecentro las cosas básicas del soporte de la red, que era bastante rudimentaria. Para cualquier otro trabajo que se saliera de la rutina como por ejemplo agregar un nuevo cliente, se contrataba aparte. Por consiguiente no fue imperativo enseñar al personal del telecentro cómo dar soporte al sistema en su globalidad.

Lecciones aprendidas

Compartiendo la conexión, el telecentro es ahora autosuficiente y además, tres sitios adicionales tienen acceso a Internet. A pesar de que tomó más tiempo, y quizás hubo que invertir más dinero, fue mucho más valioso haber podido encontrar el talento local adecuado, así como apoyarlos en la construcción de relaciones con los clientes. Un proveedor local es capaz de ofrecer el soporte y el seguimiento necesario para mantener y expandir la red. Esta actividad está generando capacidades a nivel local, y al mismo tiempo demanda por el servicio, lo que permitirá que subsecuentes proyectos de TICs se desarrollen sobre esta base.

--Ian Howard

Estudio de caso: Spectrópolis, Nueva York

En septiembre de 2003 y octubre de 2004, *NYCwireless* produjo *Spectrópolis*. Este evento celebraba la disponibilidad de redes inalámbricas abiertas (Wi-Fi) en el bajo Manhattan y exploraba sus implicaciones en el arte, la comunidad y el espacio compartido. Spectrópolis es el primer festival de artes inalámbricos del mundo y fue pensado como una forma de darle a la naturaleza tecnocéntrica de la tecnología Wi-Fi una forma más accesible. La idea fue crear para los residentes y visitantes de Nueva York una forma de "ver" y "sentir" las señales inalámbricas que impregnan la ciudad (especialmente la red Wi-Fi libre que NYCwireless mantiene en muchos parques de la ciudad), que de de otra forma serían invisibles.

La idea de *Spectrópolis* surgió de una serie de discusiones en el invierno de 2003 entre Dana Spiegel, en ese momento miembro de *NYCwireless*, y Brooke Singer, una artista independiente de *New Media* y profesora asociada de *SUNY Purchase.*

Spectrópolis tuvo lugar en el *City Hall Park*, un *hotspot* gratuito de conexión inalámbrica muy conocido en la ciudad de Nueva York, El festival exponía trabajos de arte de doce artistas internacionales. Cada pieza de arte integraba y hacía uso de una o más formas de tecnología inalámbrica, incluyendo entre otras Wi-Fi, *Bluetooth*, Radio y GPS. Cada pieza fue pensada

para explorar cómo las tecnologías inalámbricas afectan nuestras experiencias urbanas diarias. Las piezas se exhibieron por tres días en los exteriores del parque, y los artistas permanecían allí exponiendo el trabajo artístico y explicando sus obras a los visitantes.

Además de las obras de arte, *Spectrópolis* ofrecía cinco talleres y tres paneles de discusión. Los talleres ofrecían una mirada muy cercana a las tecnologías de comunicación inalámbrica y daban la oportunidad de participar y poner manos a la obra. Los talleres intentaban educar tanto al público técnico como al común, y desmitificar las tecnologías realizando presentaciones.

Los paneles exploraban las implicaciones a gran escala de las tecnologías inalámbricas en la sociedad, las políticas públicas, el activismo y las artes. Cada panel se enfocó en un área particular de influencia de las tecnologías inalámbricas, con exposiciones de varios especialistas reconocidos.

Para el evento se eligió un espacio abierto en el parque público, principalmente porque esta ubicación nos brindaba la posibilidad de atraer un gran número de asistentes, así como ubicaba el evento en un espacio por el que pasa mucha gente en días laborables y también en fines de semana. Uno de los objetivos del evento fue llegar hasta los residentes locales y a personas que de otra forma no asistirían a un evento centrado en tecnologías. Durante el tiempo en que *Spectrópolis* estuvo en el *City Hall Park*, miles de personas vinieron al parque cada día, y muchas de ellas se detuvieron a mirar una o más obras de arte.

Desde el punto de vista de la visibilidad, realizar *Spectrópolis* en un espacio público exterior fue muy importante, y el tráfico de personas por la zona definitivamente dio como resultado la atracción de mucha gente que de otra forma no habría concurrido al evento. Por otro lado, Nueva York tiene una larga historia de exhibición de arte en exteriores, aunque este arte casi siempre es completamente escultórico en su forma y pensado para participar en el paisaje pero no para ser interactivo. El trasladar desde un museo o una galería nuevos medios de arte altamente interactivos hacia un espacio público creó una discordancia con las expectativas del público.

¿Por qué es importante Spectrópolis?

Spectrópolis es un intento de darle vida a la tecnología inalámbrica y a Wi-Fi en particular más allá del correo electrónico y la navegación por la web. Las obras de arte interactivas expuestas en *Spectrópolis* están comprometidas con algo más allá del “uso laboral” al que el público en general asocia a Wi-Fi. Al presentarles las tecnologías inalámbricas por medio del “juego” y la “exploración”, *Spectrópolis* remueve gran parte de los miedos que la gente tiene con respecto a las nuevas tecnologías, y les permite considerar las

grandes implicaciones que ellas tienen en su vida, sin quedar atrapados en el "cómo" del uso de la tecnología en sí misma.

Spectrópolis es un evento único porque se enfoca en el impacto social de las tecnologías inalámbricas, como oposición a las tecnologías en sí mismas. La amplia mayoría de la gente tiene miedo de experimentar con la tecnología (esto es más común en los adultos que en los niños) o simplemente no les interesa. Si bien Wi-Fi y las tecnologías celulares han tenido importantes avances en la sociedad en general, lo han hecho dentro del espacio creado por dos actividades sociales bien reconocidas: hablar por teléfono y el acceso a Internet (correo electrónico, web, IM, etc.).

Por otro lado, *Spectrópolis* se enfocó en la naturaleza etérea de las señales inalámbricas. El hecho de que haya Wi-Fi en un parque se puede indicar con signos y etiquetas adhesivas en las ventanas, pero no es lo mismo crear un artefacto tangible en la forma de obras de arte que lleve este concepto a los hogares, de la misma forma que los bancos, los árboles y el pasto le muestran al público los servicios que provee el parque. Tener Wi-Fi en los espacios públicos no es la puerta a una comunidad, pero sí un recurso público que puede compartirse y apreciarse por todos tanto como la sombra de un gran árbol.

Organizaciones participantes

NYCwireless, a través de Dana Spiegel, tuvo la tarea de producir *Spectrópolis*. *NYCwireless* es una organización sin fines de lucro que se dedica y posibilita el crecimiento del acceso inalámbrico público y gratuito a Internet en la Ciudad de Nueva York y sus alrededores. *NYCwireless*, se fundó en el año 2001, y es una organización compuesta por voluntarios con siete miembros directivos, cinco grupos de trabajo en intereses especiales y aproximadamente sesenta miembros activos.

NYCwireless se asoció con otras organizaciones locales así como con personas destacadas de la comunidad *New York Arts* quienes dedicaron su tiempo voluntariamente para ayudar a seleccionar y producir el evento. *Spectrópolis* fue financiada por *Alliance for Downtown New York* (DTA), y la compañía *Business Improvement District* (BID). DTA también financia varios *hotspots* inalámbricos públicos y gratuitos en el centro de Nueva York, incluyendo el del *City Hall Park*, donde se llevó a cabo *Spectrópolis*. El *Lower Manhattan Cultural Council* (LMCC), una fundación de inversión y promoción del arte, financió la curaduría (el proceso de selección de las obras a ser expuestas) de *Spectrópolis*. LMCC fue la sede de varias reuniones, y supervisó el proceso de invitar y evaluar a los artistas y sus trabajos en preparación para el evento. Además, varias personas contribuyeron con una significativa cantidad de tiempo a *Spectrópolis*: Wayne Ashley (Curador,

LMCC), Yury Gitman (Curador), Jordan Silbert (Productor), y Jordan Schuster (Productor).

Aceptación de la comunidad

La comunidad local recibió a *Spectrópolis* bastante bien, los principales grupos que asistieron al evento fueron: investigadores en comunicaciones inalámbricas, proponentes de comunicaciones inalámbricas, artistas y público en general.

Para llevarlo adelante y generar interés en el evento nos pusimos en contacto con los artistas locales y las comunidades universitarias. Recibimos una gran cantidad de correos electrónicos solicitando información para asistir al evento de personas de la zona así como del resto del continente (principalmente Estados Unidos y Canadá). Algunos entusiastas sobre la temática inalámbrica llegaron desde Europa. Además, la comunidad universitaria local estuvo particularmente interesada, participando con estudiantes de *NYU*, *SUNY*, *New School*, *Parsons*, y otras escuelas cercanas. Durante el evento asistieron algunas personas que trajeron sus propios proyectos al parque y los instalaron.

También enviamos un anuncio de prensa a los medios y sitios web locales para informar a la comunidad general de la Ciudad de Nueva York sobre el evento. Si bien no fuimos contactados previamente al evento por el público en general, hubo algunas personas que nunca antes habían tenido acceso a equipamiento inalámbrico, que se registraron en nuestros talleres y en los paneles. Los residentes locales y los visitantes venían al evento principalmente para experimentar con las obras de arte. Tuvimos miles de personas cada día visitando el parque y experimentando al menos con algunas obras.

Además del interés por el arte, vinieron muchas personas a hacer preguntas sobre la tecnología inalámbrica en general, y en específico la Wi-Fi pública. Muchas de ellas fueron orientadas desde la cabina de información de *NYCwireless* que estaba instalada en el medio del parque. Una gran cantidad de personas habló directamente con los artistas (nosotros esperábamos esto, y esa fue la razón por la que queríamos que los artistas mostraran sus propios trabajos) acerca de la obra que habían creado, cómo habían trabajado y por qué habían hecho esa obra.

Para muchos de los asistentes, *Spectrópolis* fue la primera ocasión en que tuvieron una experiencia con Wi-Fi como algo más que simplemente una tecnología de Internet. Varios se sorprendieron de que las tecnologías inalámbricas pudieran ser algo más que una llamada por teléfono celular o una página web en un café, y se sintieron complacidos de comprender mejor los usos alternativos de Wi-Fi, que eran explorados por las obras de arte. En algunos casos, la relación entre las señales inalámbricas y las obras de arte

estaban ocultas y eran oscuras, como con la *Sonic Interface* del artista Akitsugu Maebayashi. En otros trabajos, como *Upper Air* realizado por *DSP Music Syndicate*, la obra de arte estaba diseñada para apoyar la existencia de tecnología inalámbrica, y exploraba la relación tecnológica de ambos, el observador y el arte.

Algunas piezas como *Jabberwocky* por Eric John Paulos y Elizabeth Goodman, hacían uso de la tecnología para investigar las relaciones sociales en ambientes urbanos. Esos trabajos fueron importantes y significativos porque relacionaban la tecnología inalámbrica con algo que era claramente una experiencia humana, como localizar una persona en una multitud. En el caso particular de *Jabberwocky*, el observador era forzado a ver los límites de la tecnología inalámbrica, y a hacer uso de las habilidades humanas para llenar las brechas.

Diseños GPS, un taller realizado por Jeremy Wood, extendía la noción de humanos + tecnología dando como resultado algo más grande que la suma de sus partes. Lo que hizo Wood fue liderar grupos de gente alrededor del centro de la ciudad de Nueva York para crear diseños a gran escala de sus movimientos. Esta obra de arte personalizaba la experiencia de las tecnologías inalámbricas más que cualquier otro proyecto.

Todos los proyectos forzaban a las personas a reevaluar sus relaciones con las tecnologías que usaban. Más que simplemente ver el espectro público y las redes inalámbricas bajo una nueva luz, *Spectrópolis* hizo que la gente pensara en cómo esas tecnologías enriquecen y permean sus vidas. Dialogando con los artistas luego del evento, todos quedaron sorprendidos por lo comprometida que estaba la gente. Aquellos que interactuaron con las obras de arte tuvieron una mejor comprensión de la naturaleza efímera de las señales inalámbricas. Para los visitantes del evento, *Spectrópolis* hizo de conceptos abstractos como el espectro y las redes inalámbricas públicas algo mucho más concreto, y les dio una forma de comprender esos conceptos que no les podría dar el simple hecho de utilizar un teléfono celular, o una computadora portátil con Wi-Fi; por todo esto *Spectrópolis* fue un gran éxito.

Proyectos

En *Spectrópolis* se expusieron los siguientes proyectos y artistas:

- **WiFi Ephemera Cache** por Julian Bleecker
- **UMBRELLA.net** por Jonah Brucker-Cohen y Katherine Moriwaki
- **Microrardio Sound Walk** por free103point9 Transmission Artists
- **Urballoon** por Carlos J. Gómez de Llarena

- **Bikes Against Bush** por Joshua Kinberg
- **InterUrban** por Jeff Knowlton y Naomi Spellman
- **Hotspot Bloom** por Karen Lee
- **Sonic Interface** por Akitsugu Maebayashi
- **Jabberwocky** por Eric John Paulos y Elizabeth Goodman
- **Upper Air** por The DSP Music Syndicate
- **Twenty-Four Dollar Island** por Trebor Scholz
- **Text Messaging Service** y **Following 'The Man of the Crowd'** por Dodgeball + Glowlab

Planificación

La planificación de *Spectrópolis* comenzó aproximadamente con un año de anterioridad al evento. Desde el comienzo, los representantes de *NYCwireless*, *LMCC*, y *DTA*, así como los productores y curadores se reunían una vez por mes para establecer el plan y ejecutar el evento. El costo para producir *Spectrópolis* fue de aproximadamente 11.000 dólares americanos.

Puede encontrar más información en el sitio web de *Spectrópolis* 2004 en *http://www.spectropolis.info/* y en mi blog Wireless Community en *http://www.wirelesscommunity.info/spectropolis*.

--Dana Spiegel

Estudio de caso: La búsqueda de acceso a Internet asequible en zonas rurales de Mali

Por varios años la comunidad internacional para el desarrollo ha promovido la idea de cerrar la brecha digital. Ese abismo invisible que ha dado forma a un acceso diferente a la riqueza de información y a las tecnologías de la comunicación (TIC) entre el mundo desarrollado y el mundo en vías de desarrollo. El acceso a las herramientas de información y comunicación ha sido expuesto como algo que tiene un impacto dramático en la calidad de vida. Para muchos donantes cansados por décadas de mantener actividades de desarrollo tradicionales, la instalación de un telecentro en el mundo en desarrollo luce como un esfuerzo realizable y que vale la pena. Sin embargo, debido a que la infraestructura no existe, es mucho más caro y difícil hacerlo en el mundo en desarrollo que en países desarrollados; más aún, muy pocos modelos han mostrado cómo sostener estas actividades. En este sentido para ayudar a mitigar algunos de los costos de llevar Internet hacia zonas

rurales del mundo desarrollado, el equipo del autor ha promovido el uso de sistemas inalámbricos para compartir los costos de una conexión a Internet. En noviembre de 2004, un proyecto afiliado le pidió al equipo del autor que pusieran a prueba un sistema inalámbrico en un telecentro instalado recientemente en una zona rural de Mali, 8 horas hacia el suroeste en una camioneta 4x4 desde Bamako, la capital.

Esta ciudad rural, ubicada en el límite de una reserva, obtiene el agua de la represa Manitali la cual provee de energía a un tercio del país. Esta ubicación es afortunada porque la energía hidroeléctrica es mucho más estable y disponible que la que se obtiene con un generador a diesel. Aunque los motogeneradores son menos estables, algunas comunidades rurales se consideran afortunadas de tener al menos esa fuente de electricidad.

La ciudad también se ve beneficiada por estar en una de las regiones más fértiles del país, en el cinturón del algodón, la cosecha que más rinde en Mali. Se creía que este lugar presentaría menos dificultades que las zonas rurales de Mali para instalar un telecentro auto-sostenible, sin embargo al igual que muchos experimentos, esta prueba estaba llena de desafíos.

Tecnológicamente hablando era una tarea simple. El equipo instaló en 24 horas una red inalámbrica 802.11b que compartía la conexión VSAT a Internet del telecentro con otros 5 servicios locales: la alcaldía, la gobernación, el servicio de salud, el concejo municipal y el servicio de asesorías a la comunidad.

Estos clientes habían sido seleccionados durante un reconocimiento, dos meses antes. Durante esa visita el equipo entrevistó a los potenciales clientes y determinó quiénes podían conectarse sin instalaciones caras o complicadas. El telecentro está alojado en la estación de radio comunitaria. Las estaciones de radio tienden a ser lugares muy buenos para alojar redes inalámbricas en las zonas rurales de Mali, ya que están bien ubicadas, tienen electricidad, seguridad, y gente que comprende por lo menos las cosas básicas de las transmisiones de radios. También son espacios naturales de encuentro del pueblo. Además de que era claro que proveer acceso a Internet a las estaciones de radio proporciona mejor información a sus escuchas. Para una cultura que es principalmente oral, la radio se convierte en el medio más efectivo para brindar información.

De la lista de clientes de arriba, se notará que los mismos son todos estatales o para-estatales. Esto resultó ser una mezcla difícil, ya que hay una animosidad y resentimiento considerable entre los distintos niveles de gobierno, y hubo disputas continuas con relación a los impuestos y otros asuntos fiscales. Afortunadamente el director de la estación de radio, el promotor de la red, era muy dinámico y fue capaz de sobrellevar estos problemas políticos.

Elecciones de diseño

El equipo técnico determinó que el punto de acceso sería instalado en la torre de la estación de radio a 20 metros de altura, justo sobre los dipolos de la radio FM, y no tan alto como para interferir con la cobertura a los sitios clientes, que en su mayoría se encuentran en una depresión del terreno parecida a un tazón. Luego el equipo se enfocó en cómo conectar a cada cliente con el sitio. Una antena omnidireccional de 8 dBi (de Hyperlinktech, *http://hyperlinktech.com/*) bastaría para proveer cobertura a todos los clientes. La antena elegida tenía una inclinación hacia abajo de 15 grados, asegurando que dos de los clientes que se encontraban a menos de un kilómetro de distancia pudieran recibir una señal fuerte. Algunas antenas tienen un ancho de haz vertical muy estrecho y por lo tanto "sobrepasan" a los sitios cercanos. También se consideraron antenas panel y se notó que se requerían al menos dos, y un segundo radio o divisor de potencia, pero parecía algo innecesario para el caso de esta instalación. La siguiente fórmula muestra cómo calcular el ángulo entre la antena del cliente y la antena de la estación base, utilizando trigonometría básica.

```
tan(x) = diferencia de elevación
       + altura de la antena de la estación base
       - altura de la antena CPE
       / distancia entre los sitios

   tan(x) = 5m + 20m - 3m / 400m
        x = arctan (22m/400m)
        x =~ 3 grados
```

Además del equipo del telecentro (4 computadoras, una impresora láser, un conmutador de 16 puertos), la estación de radio tenía una estación de trabajo Linux instalada por el autor del proyecto para la edición de audio. Se instaló un pequeño conmutador en la estación de radio y se colocó un cable Ethernet a través del patio del telecentro en una tubería de plástico enterrada a 5 cm.

Desde el conmutador principal, se conectaron dos cables a un punto de acceso Mikrotik RB220. El RB220 tenía dos puertos Ehernet, uno que conectaba al VSAT a través de un cable cruzado, y un segundo que conectaba al conmutador central de la estación de radio. El RB220 se coloca dentro de un tubo PVC a modo de caja estanca, y la antena omnidireccional de 8 dBi (Hyperlink Technologies) está montada directamente encima de la tapa de PVC.

El RB220 corre un derivado de Linux, Mikrotik versión 2.8.27, que controla la red y provee DHCP, cortafuego, DNS y enruta el tráfico al VSAT utilizando NAT. Mikrotik responde a una poderosa línea de comandos y a una interfaz gráfica relativamente amigable e integral. Es una pequeña computadora x86, diseñada para ser usada como punto de acceso o computadora embe-

bida. Estos puntos de acceso tienen capacidad POE, dos puertos Ethernet, un puerto mini-PCI, dos ranuras PCMCIA, un lector CF (usado por su NVRAM), es tolerante a las fluctuaciones de temperatura y soporta una variedad de sistemas operativos x86. A pesar del hecho de que el software Mikrotik requiere licenciamiento, había una base sustancial instalada en Mali, y el sistema tenía una interfaz gráfica poderosa y amigable, superior a otros productos. Debido a los factores mencionados el equipo acordó usar estos sistemas, incluido el programa Mikrotik para controlar las redes. El costo total del RB220 con licencia nivel 5, Altheros mini-pci a/b/g y POE fue de $461. Usted puede encontrar estos componentes en la página de Mikrotik en *http://www.mikrotik.com/routers.php*.

La red fue diseñada para tener en cuenta la expansión, segregando las diferentes sub-redes de cada cliente; se establecieron sub-redes privadas de 24 bits. El AP tiene una interfaz virtual en cada sub-red y realiza todo el enrutamiento, permitiendo también hacer el trabajo de cortafuegos en la capa IP. Nota: esto no provee de un cortafuego en la capa de red, por lo tanto, usando un rastreador de red como tcpdump uno puede ver todo el tráfico en el enlace inalámbrico.

Para limitar el acceso exclusivamente a los suscriptores, la red utiliza control de acceso a nivel de MAC ya que se percibió poco riesgo de seguridad para la red. En esta primera fase, se dejó la implementación de un sistema de seguridad más riguroso para el futuro, cuando se tenga tiempo para encontrar una interfaz más sencilla para controlar el acceso. Por otro lado se incitó a los usuarios a usar protocolos seguros, tales como https, pops, imaps, etc.

El proyecto afiliado había instalado un sistema VSAT (DVB-S) banda C. Estos sistemas satelitales normalmente son muy confiables y muy utilizados por los ISP. Es una unidad grande y cara, en este caso era un plato de 2,2 metros de diámetro que costó aproximadamente $12.000, con instalación incluida. También es caro de operar: el costo de una conexión a Internet de 128 kbps de descarga y 64 kbps de carga era de aproximadamente $700 por mes. Este sistema tenía varias ventajas comparado con un sistema Ku, incluyendo: mejor resistencia al mal tiempo, menor probabilidad de contención (número de usuarios que compiten por el mismo servicio) y es más eficiente transfiriendo datos.

La instalación de este VSAT no fue ideal, ya que el sistema corría en Windows, los usuarios eran capaces de cambiar rápidamente algunas configuraciones, incluyendo agregar una contraseña a la cuenta inicial que trae el sistema por omisión. El sistema no tenía UPS o batería de respaldo, de forma que cuando ocurría una interrupción de energía el sistema se reiniciaba y esperaba una contraseña, hace tiempo olvidada. Para empeorar esta situación, el software del VSAT no fue configurado para que se restaurara automáticamente, causando cortes innecesarios que podrían haber sido

resueltos con el uso de una UPS, una configuración apropiada del software del VSAT como servicio, y una limitación del acceso físico al MODEM. Como todos los propietarios de equipo nuevo, la estación de radio quería mostrarlo, por lo tanto no fue ocultado de la vista de todo el mundo. En este caso hubiera sido preferible un espacio con puertas de vidrio que mantuviera la unidad segura pero visible.

El sistema inalámbrico era bastante simple. Todos los clientes seleccionados estaban dentro de 2 km de distancia de la estación de radio. Cada sitio tenía un lugar desde el cual se podía ver físicamente la estación de radio. En el sitio cliente, el equipo eligió usar CPE comerciales. Basándose en el precio se eligieron: el puente CPE Powernoc 802.11b, pequeñas antenas planas SuperPass de 7 dBi, y adaptadores caseros POE. Para facilitar la instalación del CPE y la antena plana, se montaron sobre una pequeña pieza de madera que pudo ser instalada en el muro exterior del edificio de cara a la estación de radio.

En algunos casos la pieza de madera era un bloque angulado para optimizar la posición de la antena. Adentro se utilizó un POE hecho de un amplificador de señal de televisor (12V) para alimentar las unidades. En los sitios cliente no había redes locales, por lo que el equipo tuvo que instalar cables y concentradores para proveer Internet a cada computadora. En algunos casos fue necesario instalar adaptadores Ethernet y sus manejadores (esto no fue determinado durante la evaluación). Se decidió que, dado que las redes de los clientes eran simples, sería fácil puentearlas. Si era necesario, la arquitectura IP podía permitir un futuro particionamiento y el equipo CPE soportaba el modo STA (cliente). Utilizamos un puente PowerNOC CPE que costó $249 (disponible en *http://powernoc.us/outdoor_bridge.html*).

Durante la instalación de la red inalámbrica se involucró al personal local, el cual aprendió todo, desde el cableado, hasta el emplazamiento de la antena. A la instalación le siguió un programa intensivo de entrenamiento que llevó varias semanas y fue pensado para enseñarle al equipo las tareas del día a día, así como la resolución de problemas de la red.

Para realizar el soporte del sistema, excepto la instalación del cable, aprendida rápidamente por los técnicos, se seleccionó a un joven graduado universitario que había vuelto a la comunidad. El cableado de las redes Ethernet es muy similar a reparar e instalar cables coaxiales lo cual los técnicos de la radio ya hacían regularmente. El joven graduado también requirió muy poco entrenamiento, el equipo dedicó la mayor parte del tiempo en ayudarlo a comprender cómo dar soporte a los elementos básicos del sistema y del telecentro. Muy pronto después de que el telecentro abriera, los estudiantes se aprestaron a recibir entrenamiento sobre el uso de las computadoras: 20 horas por mes de entrenamiento y de uso de Internet por solamente $40, una ganga si lo comparamos con los $2 por hora por tener

acceso a Internet. El hecho de proveer este entrenamiento fue una fuente significativa de ingresos y era una tarea para la que el joven universitario estaba bien preparado.

Desafortunadamente, y algo que no sorprendió en lo más mínimo, el joven se fue para la capital, Bamako, después de recibir una oferta de trabajo en el gobierno. Esto, efectivamente, dejó al telecentro abandonado; su miembro más capaz técnicamente, y la única persona que estaba entrenada para dar soporte al sistema se había ido, y con él la mayoría del conocimiento necesario para operar el telecentro y la red. Luego de mucha deliberación, el equipo determinó que sería mejor no entrenar a otro joven, sino enfocarse en el personal local permanente, a pesar de su limitada experiencia técnica. Esto tomó mucho más tiempo, nuestros instructores tuvieron que regresar y dar un total de 150 horas de entrenamiento, se les enseñó a varias personas cada función, y las tareas de soporte del telecentro se dividieron entre el personal.

El entrenamiento no se detuvo allí; una vez que los servicios de la comunidad estaban conectados, necesitaban acceso. Parecía que aunque estaban participando, las autoridades, incluyendo al alcalde, no estaban utilizando el sistema. El equipo notó la importancia de que los tomadores de decisiones utilizaran el sistema, y les dieron entrenamiento a ellos y su personal. Esto quitó un poco de la mística de la red y logró que las autoridades de la ciudad se vieran involucradas.

Seguido al entrenamiento, el programa monitoreó el lugar y comenzó a proveer resultados, evaluando las formas en las que el modelo podía mejorarse. Es importante destacar que las lecciones aprendidas aquí fueron aplicadas en otros lugares.

Modelo financiero

El telecentro comunitario ya estaba establecido como una actividad no lucrativa, y tenía la obligación de auto sostenerse a través de la venta de sus servicios. El sistema inalámbrico se incluyó como una fuente suplementaria de ingresos porque las proyecciones financieras iniciales para el telecentro indicaban que no iban a llegar a pagar la conexión VSAT.

Basados en la investigación, y en consulta con las personas de la estación de radio quienes eran los que gestionaban el telecentro, se seleccionaron varios clientes. Además, la estación de radio negoció contratos de soporte con su socio financiero. En esta primera fase, los clientes se seleccionaron basados en la facilidad de instalación y la posibilidad expresa de pagar por el servicio. A los clientes se les consultó si podían pagar una cuota de suscripción como lo describiremos más adelante.

Decidir cuánto cobrar fue una actividad muy importante, la cual requirió de consulta y de experiencia que la comunidad no tenía en cuanto a proyecciones financieras. El equipamiento se pagó con un subsidio, para ayudar a la comunidad, pero los clientes debían pagar una cuota de suscripción que serviría para asegurar su compromiso. Esta era equivalente a una cuota por mes de servicio.

Para determinar el costo mensual por la misma porción de ancho de banda comenzamos con la siguiente fórmula:

```
VSAT + salarios + gastos (electricidad, proveedores) =
ingresos del telecentro + ingresos por los clientes de
la red inalámbrica
```

Habíamos estimado que el telecentro debía tener aproximadamente $200 a $300 por mes de ingresos. Los gastos totales se estimaron en $1.050 por mes que fueron divididos de la siguiente forma: $700 para el VSAT, $100 para salarios, $150 para la electricidad, y aproximadamente $100 para los proveedores. Para balancear la ecuación se requerían aproximadamente $750 de ingresos provenientes de los clientes de la red inalámbrica. Esta cantidad rondaba los $150 por cada cliente, lo cual era manejable para ellos y parecía viable pero requería de buen clima, y no daba lugar a complicaciones.

Debido a que se había complicado un poco la situación, contactamos expertos en negocios quienes modificaron la fórmula como sigue:

```
Gastos mensuales + amortización + fondos de seguridad =
ingresos totales
```

Los expertos en negocios fueron muy rápidos al indicar que se necesitaba amortización para el equipo, o se podría decir “fondos de reinversión” así como fondos para imprevistos, para asegurar que la red pudiera continuar si un cliente no pagaba, o si se rompía algún equipo. Esto sumaba aproximadamente $150 por mes de amortización (equipo valuado en $3.000, amortizado por 24 meses), y el valor por un cliente que se atrase en sus pagos por $100. Además sumar otro 10% para tener en cuenta la devaluación ($80), todo lo cual equivale a un gasto de $1.380 por mes. Intentando implementar este modelo, finalmente se determinó que la amortización es un concepto muy difícil de trasladar a la comunidad, y que ellos no considerarían que los clientes se pudieran atrasar en el pago. Por lo tanto se utilizaron ambas fórmulas, la primera para el telecentro y la segunda para nuestro análisis interno.

Como descubrimos rápidamente, los pagos regulares no son parte de la cultura en las zonas rurales de Mali. En una sociedad agraria todo es por estaciones (temporadas), y por lo tanto también lo son las entradas. Esto signi-

fica que los ingresos de la comunidad fluctúan muchísimo, y más aún debido a que las instituciones públicas involucradas también tienen largos ciclos administrativos con poca flexibilidad. A pesar de que teóricamente tienen el dinero para pagar por el servicio, puede tomar muchos meses para que se haga el pago. Por otro lado, aparecieron otras complicaciones fiscales. Por ejemplo, el alcalde firmó y utilizó los impuestos de la radio para pagar por su suscripción. Por supuesto que esto no contribuye al flujo de dinero. Desafortunadamente, el proveedor de VSAT tiene poca flexibilidad o paciencia, ya que su ancho de banda es limitado y sólo podía dar servicio a aquellos dispuestos a pagar puntualmente.

La administración del flujo de caja se volvió un tema primario de preocupación. Primero, las previsiones de ingresos en las proyecciones financieras mostraron que aún con una visión optimista, no sólo tendrían problemas para tener los suficientes ingresos para pagar las cuotas a tiempo, sino también para obtener el dinero del banco en Bamako. Las carreteras cercanas al pueblo pueden ser peligrosas, debido a la cantidad de contrabandistas de Guinea y los rebeldes que vigilan los caminos de Costa de Marfil. En consecuencia, el telecentro no fue capaz de pagar a su proveedor que le suspendió el servicio, y de ese modo también se suspendieron los pagos de los clientes.

Antes de que el proyecto fuera capaz de encontrar soluciones a estos problemas, el costo del VSAT ya había puesto al telecentro en deudas. Después de varios meses, debido a problemas técnicos así como a los elementos presentados en este análisis, el VSAT de banda C fue reemplazado con un sistema de banda Ku mucho más económico. A pesar de que era un sistema más barato, aún era suficiente para el tamaño de la red. Este sistema costó solamente $450, lo cual, ignorando la amortización y los temas de seguridad, hacía la red accesible. Desafortunadamente, debido a la falta de pagos, la red no fue capaz de pagar por la conexión VSAT después del período inicial de subsidio.

Conclusiones

Construir una red inalámbrica es relativamente sencillo, pero hacer que funcione es mucho más un problema administrativo que técnico. Se necesita un modelo de pagos que considere la reinversión y los riesgos, o la red finalmente va a fracasar. En este caso, el modelo de pago no fue apropiado y no cumplía con los ciclos fiscales de los clientes ni con las expectativas sociales. Un análisis de riesgo apropiado habría concluido que un pago mensual de $700 (o aún de $450) dejaba muy poco margen entre los ingresos y los gastos para compensar las deficiencias fiscales. Por otro lado, la gran demanda y las necesidades de educación limitan la expansión de la red.

Luego de la capacitación la red funcionó durante 8 meses sin problemas técnicos significativos. Posteriormente, una sobretensión eléctrica causada por la caída de un rayo destruyó gran parte del equipamiento en la estación, incluido el punto de acceso y el VSAT. Como resultado, en este momento el telecentro ya no está funcionando y esta fórmula fue considerada una solución inapropiada.

--Ian Howard

Estudio de caso: Usos comerciales en África del Este

A través de una descripción de usos comerciales inalámbricos en Tanzania y Kenia, este capítulo enfoca soluciones técnicas que proveen una disponibilidad del 99,5%, en acceso a Internet y conexión de datos en países en desarrollo. En contraste a los proyectos que se dedican al acceso ubicuo, nosotros nos enfocamos en brindar servicios a organizaciones, en general a aquellas que tienen necesidades críticas de comunicación internacional. Describiré dos enfoques comerciales de conectividad de datos inalámbricos radicalmente diferentes, resumiendo las lecciones clave aprendidas durante diez años en África del Este.

Tanzania

En 1995, junto con Bill Sangiwa, fundé CyberTwiga, una de los primeros ISPs en África. A mediados de 1996 comenzaron los servicios comerciales, limitados a la transmisión de correo electrónico a través de discado por un enlace SITA de 9.6 kbps (¡que costaba más de US$ 4000 por mes!). Sintiéndonos frustrados por los servicios PSTN erráticos, y alentados por el despliegue exitoso de una red de tres nodos punto a multipunto para las autoridades de los puertos de Tanzania, negociamos con la compañía celular local para colocar una estación base punto a multipunto en su torre central. A fines de 1998, al conectar varias corporaciones a este sistema privado Wi-LAN a 2.4 GHz validamos el mercado y nuestra capacidad técnica para proveer servicios inalámbricos.

Como los competidores también instalaban redes a 2.4 GHz surgieron dos cosas: existía un mercado saludable para los servicios inalámbricos, pero debido al ruido RF a 2.4 GHz la calidad de la red se vio disminuida. Nuestra fusión con la compañía celular a mediados del año 2000 incluía planes de una red inalámbrica nacional construida sobre la infraestructura celular existente (torres y enlaces de transmisión) y asignaciones de espectros de RF privados.

La infraestructura ya estaba en sitio (torres para celulares, enlaces de transmisión, etc.), por lo tanto el diseño de las redes de datos inalámbricas y su despliegue era algo sencillo. La capital de Tanzania, Dar es Salaam, es un lugar muy plano, y dado que el socio celular operaba una red análógica, las torres eran muy altas. Una empresa asociada en el Reino Unido, Tele2, había comenzado operaciones con el equipamiento Breezecom (ahora Alvarion) a 3.8/3.9 GHz, por lo tanto seguimos su ejemplo.

A fines del 2000, habíamos establecido una cobertura en varias ciudades, utilizando circuitos de transmisión E1 fraccionados para transporte (*backhaul*). En la mayoría de los casos el pequeño tamaño de las ciudades conectadas justificaba el uso de una sola estación base omnidireccional PMP; solo en la capital comercial, Dar es Salaam, se instalaron estaciones base de tres sectores. Los límites de ancho de banda se configuraban directamente en los radios de los clientes quienes normalmente tenían una única dirección IP pública. Los enrutadores de borde en cada estación base enviaban tráfico a las direcciones IP estáticas de los clientes evitando que el tráfico de difusión inundara la red. Las presiones del mercado mantuvieron los precios bajos en aproximadamente US$ 100 mensuales por 64 kbps, pero en aquel momento (mediados/fines del 2000) los ISPs podían operar con tasas de sobresuscripción impresionantes y muy provechosos. Las aplicaciones muy consumidoras de ancho de banda como las que comparten archivos entre pares (P2P), voz, y ERPs simplemente no existían en África del Este. Con los enormes costos de las llamadas internacionales, las organizaciones rápidamente pasaron del fax al correo electrónico, a pesar de que el costo del equipamiento inalámbrico estaba entre US$ 2000-3000.

Las capacidades técnicas se desarrollaron localmente, requiriendo capacitación del personal en el extranjero sólo en temas como SNMP y UNIX. Además de mejorar las capacidades de la compañía, estas oportunidades de entrenamiento generaron lealtad entre el personal. Teníamos que competir en un mercado laboral en tecnologías de información muy limitado con compañías internacionales explotadoras de oro, con las Naciones Unidas, y con otras agencias internacionales,

Para asegurar la calidad de las instalaciones a los clientes, se contrató una empresa local de radio y telecomunicaciones muy bien capacitada y el progreso de la obra se controlaba estrictamente con tarjetas de trabajo. Las altas temperaturas, el duro sol ecuatorial, la lluvia y las tormentas eléctricas sometían el equipamiento externo a condiciones extremas; la integridad del cableado de RF era vital.

Los clientes a menudo no tenían personal competente en telecomunicaciones, abrumando a nuestros empleados con la tarea de configurar muchos tipos y topologías diferentes de equipamiento de red.

Los obstáculos de infraestructura y las regulaciones a menudo impedían las operaciones. La compañía celular controlaba estrictamente las torres, por lo tanto si había un problema técnico en las estaciones base podían pasar horas o días antes de que pudiéramos tener acceso a la misma. A pesar de los generadores de respaldo y los sistemas UPS que teníamos en cada ubicación, la energía eléctrica siempre era problemática. Para la compañía celular el suministro de energía en las estaciones base era menos crítico. Los suscriptores celulares simplemente se asociaban a otra estación base; pero nuestros suscriptores fijos al servicio inalámbrico de datos se quedaban sin línea.

En cuanto a las regulaciones, la mayor interrupción ocurrió cuando las autoridades de telecomunicaciones decidieron que nuestra operación era la responsable de interferir las operaciones del satélite en la banda C para el país entero, y nos ordenó desconectar nuestra red.

A pesar de que los datos demostraron que no éramos los responsables de la falla, el regulador decomisó nuestros equipamientos en una maniobra altamente publicitada. Por supuesto la interferencia persistía, y más tarde se determinó que provenía del radar de un barco ruso dedicado a controlar las actividades espaciales. Negociamos en reservado con el regulador, y fuimos recompensados con 2 x 42 MHz de espectro privado en las bandas 3,4/3,5 GHz. Los clientes se conectaron por líneas discadas durante el mes que tomó reconfigurar las estaciones base y la instalación de nuevos CPE.

Al final la red creció hasta alcanzar aproximadamente 100 nodos ofreciendo buena conectividad, aunque no excelente, a 7 ciudades a través de más de 3000 km de enlaces de transmisión. Sólo la asociación con el operador celular hizo que esta red fuera posible. La escala del negocio de Internet/datos por sí sólo no habría justificado construir una red de datos de esas dimensiones y hacer las inversiones necesarias para tener frecuencias privadas. Desafortunadamente, el operador celular tomó la decisión de cerrar el negocio de Internet a mediados de 2002.

Nairobi

A principios del año 2003 fui contactado por una compañía keniana, AccessKenya, que cuenta con un fuerte apoyo del Reino Unido y respaldo técnico para diseñar y desplegar una red inalámbrica en Nairobi y sus alrededores. Beneficiándonos con el apoyo de magníficos profesionales en redes y negocios, un equipamiento inalámbrico mejorado, los progresos en la interconexión de redes, y un mercado más grande, diseñamos una red de alta disponibilidad que obedecía a las regulaciones locales.

Dos factores regulatorios determinaron el diseño de nuestra red. En ese momento en Kenia los servicios de Internet tenían un licenciamiento

separado a los de redes de públicas de datos, y una misma compañía no podía tener ambas licencias. Transmitiendo el tráfico de múltiples ISP competidores o usuarios corporativos, la red tenía que operar con total neutralidad. Por otro lado las frecuencias "privadas", como las 3,4/3,5 GHz, no estaban asignadas exclusivamente a un sólo proveedor, y estábamos preocupados por la interferencia, y la capacidad técnica y/o voluntad política del regulador para hacer cumplir la ley. Además, el espectro en 3,4/3,5 GHz era muy caro: alrededor de US$ 1000 anuales por MHz, por cada estación base. Es decir, una estación base que usaba 2 x 12 MHz implicaba el pago de licencias de más de $10,000 al año. Como Nairobi es un lugar montañoso con muchos árboles altos y valles, las redes inalámbricas de banda ancha demandaban muchas estaciones base. Los gastos debidos al licenciamiento simplemente no tenían sentido. En contraste, las frecuencias de 5,7/5,8 GHz estaban sujetas a una única tasa anual de aproximadamente US$ 120 por radio desplegado.

Para acogernos al primer requerimiento regulatorio elegimos proveer servicios utilizando túneles VPN punto a punto, no por una red de rutas IP estáticas. Un ISP nos entregaría una dirección IP pública en su NOC. Nuestra red realizaba una conversión de IP pública a privada y el tráfico transitaba nuestra red en un espacio IP privado. Del lado del usuario, se realizaba una conversión de IP privada a pública proveyéndole todas las direcciones enrutables requeridas a la red del usuario.

La seguridad y la encriptación contribuían a la neutralidad de la red y la flexibilidad constituía una ventaja competitiva de nuestra red. El ancho de banda se limitaba a nivel del túnel VPN. Basado en la experiencia de operabilidad de nuestra compañía afiliada en el Reino Unido, VirtualIT, seleccionamos Netscreen (ahora parte de Juniper Networks) como el vendedor de enrutadores cortafuego VNP.

Nuestro criterio para el equipamiento de banda ancha inalámbrico eliminaba dispositivos de altas prestaciones. Factores de forma, confiabilidad y facilidad de instalación fueron más importantes que el rendimiento. Todas las conexiones internacionales a Internet a Kenia en el 2003, y aún en este momento, son realizadas vía satélite. Con costos 100 veces más grandes que la fibra óptica, la conectividad satelital pone un techo económico en la cantidad de ancho de banda adquirido por los usuarios finales. Juzgamos que la mayoría de nuestros usuarios requerían una capacidad en el orden de 128 a 256 kbps. Por ello seleccionamos la plataforma Canopy recientemente introducida por Motorola, considerándola en línea con nuestro negocio y nuestro modelo de red.

Broadband Access, Ltd., nació en julio de 2003, lanzando la red "*Blue*" (Azul). Comenzamos en pequeño, con una única estación base. Queríamos

que la demanda motivara nuestra expansión, en lugar de confiar en la estrategia de construir grandes tubos y esperar poder llenarlos.

Canopy, y mejoras de terceros, como las estaciones base omnidireccionales, nos permitieron hacer crecer nuestra red al mismo ritmo que crecía la cantidad de tráfico, bajando los gastos iniciales de capital. Sabíamos que la compensación vendría cuando la red se expandiera; en ese momento tendríamos que sectorizar el tráfico y realinear los radios de los clientes. La curva de aprendizaje suave de una red pequeña más tarde pagó grandes dividendos. El personal técnico se sentía cómodo con el soporte de una red simple, en lugar de tener que lidiar con ella además de equipos de RF y de una topología lógica complejos. Para darles un ejemplo, el equipo técnico tomó clases de entrenamiento Motorola durante dos días.

Utilizando un diseño típico punto a multipunto, con estaciones base enlazadas a una estación central mediante troncales de microondas de alta velocidad Canopy, la red se desplegó en los techos de los edificios, no en torres de antenas. Todos los arrendamientos estipulaban el acceso del personal al suministro de energía 24 horas los 7 días de la semana, protegiendo la exclusividad de nuestra frecuencia de radio. Por otro lado, no queríamos restringir a los dueños de ofrecer espacio en sus techos a los competidores siempre que se garantizara que nuestros servicios no se verían interrumpidos.

Las instalaciones en los techos proveían muchas ventajas, acceso físico ilimitado y sin restricciones por la oscuridad o la lluvia, ayudando a alcanzar el objetivo de un 99.5% de disponibilidad de red. En los grandes edificios también había muchos clientes, y fue posible conectarlos directamente al corazón de nuestra red de microondas. Las instalaciones en techos tenían la desventaja de que había más tráfico de personas –los trabajadores manteniendo el equipo (A/C), o reparando goteras ocasionalmente podían dañar el cableado. Como resultado, todas las estaciones base se instalaban con dos grupos de cableado para todos los elementos de la red, uno principal y uno de repuesto.

La prospección de sitios confirmaba la disponibilidad de un camino libre para las ondas de radio y para los requerimientos de los clientes. El equipo de prospección registraba las coordenadas de cada cliente mediante GPS, y llevaba un medidor de distancia láser para determinar la altura de los obstáculos. Luego de la recepción del pago por el equipamiento se contrataban personas para realizar las instalaciones, siempre bajo la supervisión de personal técnico. Además, Canopy tiene la ventaja de que las CPE y los elementos de las estaciones de base son livianos, por lo tanto para hacer la mayoría de las instalaciones no se necesitan muchas personas. El cableado de las unidades Canopy es muy simple, con cables UTP para exteriores conectando los radios directamente a las redes de los clientes. Por todo

esto se podían hacer instalaciones completa y adecuadamente en menos de una hora, y el equipo contratado no requería de entrenamiento avanzado o herramientas especiales.

Como recolectamos cientos de posiciones de usuarios con el GPS comenzamos a trabajar junto con una compañía de topografía para incluir esos lugares en mapas topográficos, lo que constituyó una herramienta clave de planificación para el emplazamiento de estaciones base.

La arquitectura de túnel VPN punto a punto, con sus capas física y lógica separadas requiere que los clientes adquieran el ancho de banda inalámbrico y el equipamiento VPN. Para un estricto control de calidad, rechazamos categóricamente que los clientes adquirieran su propio equipamiento; ellos nos lo debían comprar a nosotros para tener garantías de servicio y de repuestos, de esta forma cada cliente tenía el mismo paquete. Generalmente las instalaciones costaban del orden de US$ 2500, y los costos mensuales por el ancho de banda de 64 a 128 kbps eran de US$ 500-600. Un beneficio del enfoque de túnel VPN era que podíamos cortar el tráfico de un cliente en la red lógica (por ejemplo, si su red había sido atacada por un gusano o si no pagaban la cuenta), mientras que la capa de radio permanecía intacta y manejable.

Cuando la red creció de una estación base a diez, y el servicio se expandió hasta la ciudad de Mombasa, el diseño de red de RF y los enrutadores se fueron proveyendo de redundancia o de sustitución en caliente (*hot swap*). Se requirieron considerables inversiones en inversores y UPS de doble conversión en cada estación base para mantener el servicio a despecho de un suministro errático de energía eléctrica. Después de varios problemas con los clientes que atribuimos a los apagones (caída de las conexiones VPN), simplemente incluíamos una pequeña UPS como parte del paquete de equipamiento.

Agregar un analizador de espectro portátil a nuestro capital inicial de inversión fue costoso, pero altamente justificado cuando operábamos la red, para ubicar operadores deshonestos, confirmar las características operativas del equipo y verificar la cobertura de RF mejorando nuestro desempeño.

El prestar una atención extrema al monitoreo nos permitió afinar bien el desempeño de la red y almacenar datos históricos de gran valor. Los mismos eran graficados mediante MRTG o Cacti (como lo describimos en el capítulo seis), y se obtenían datos sobre parámetros de fluctuación de retardo (*jitter*), RSSI, y tráfico que permitían detectar operadores deshonestos y posibles deterioros de los cables / conectores, así como la presencia de gusanos en las redes de los clientes. No era algo poco común que los clientes reclamaran que su servicio se había interrumpido durante horas o días y demandara un crédito; en esos casos el monitoreo histórico verificaba o invalidaba di-

chos reclamos. La red *Blue* en Tanzania combinó varias lecciones sobre cómo mejorar la RF y las tecnologías de red.

Lecciones aprendidas

Por los próximos años los circuitos satelitales van a proveer toda la conectividad a Internet para África del Este. Varios grupos han presentado propuestas para dar conectividad mediante fibra submarina, lo que revitalizará las telecomunicaciones cuando suceda. En comparación con regiones con conectividad de fibra, los costos de ancho de banda en África del Este van a permanecer aún muy altos.

Por lo tanto las redes de ancho de banda inalámbricas para distribuir servicios de Internet no deben enfocarse en el rendimiento, sino en la confiabilidad, la redundancia y la flexibilidad.

La confiabilidad de nuestra red inalámbrica fue nuestro punto clave para lograr ventas. Del lado de la red esto se traducía en inversiones cuantiosas para la sustitución de infraestructura, como los respaldos de energía y la atención de los detalles como la conectorización de los cables (*crimping*) y el cableado en sí. En este sentido, las razones más comunes por las que un único usuario perdía conectividad eran problemas de cableado o de conectorización, mientras que esencialmente no hubo fallas debido a los radios. Una ventaja clave de competitividad de nuestro proceso de instalación en el cliente era que obligábamos al personal contratado a adherirse estrictamente a las especificaciones. Por esta razón fue que los sitios cliente bien gestionados permanecían conectados por cientos de días con cero caída no programada de la red. Controlábamos nuestra infraestructura tanto como nos era posible (por ejemplo en los techos de los edificios).

En nuestra experiencia, las alianzas con los proveedores celulares que parecían potencialmente tan atractivas, trajeron más problemas de los que resolvieron. En África del Este, el negocio de Internet genera una fracción de los ingresos de la telefonía móvil, y por lo tanto es marginal con respecto a las compañías celulares. Intentar desarrollar una red utilizando infraestructura que no le pertenece y que además, desde el punto de vista del proveedor celular es un gesto de buena voluntad, va a repercutir en que sea imposible cumplir con las obligaciones de servicio.

Implementar redes de gran redundancia, con capacidad para respaldo o hot-swap es una proposición muy costosa en África. Sin embargo, los enrutadores centrales y el equipamiento VPN en nuestro punto central de presencia eran completamente redundantes, estaban configurados para hacer un respaldo consistente, y para ser probados rutinariamente. En el caso de las estaciones base tomamos la decisión de no instalar enrutadores duales, pero sí tener en stock enrutadores de repuesto. Juzgamos que en el peor

de los casos, de 2 a 3 horas sin red (un fallo a la 1AM de un domingo, bajo la lluvia) sería aceptable para los clientes. Del mismo modo, los miembros del personal que trabajaban los fines de semana tenían acceso a un armario de emergencia que contenía respaldos para el equipamiento de los clientes, tales como radios y proveedores de energía.

En el diseño lógico y en el de RF de la red se desarrolló la flexibilidad. La arquitectura de túnel VPN punto a punto desarrollada en Nairobi fue extraordinariamente flexible en cuanto al servicio a los clientes o las necesidades de la red. Como un simple ejemplo, las conexiones cliente podían programarse para detenerse durante las horas de menos tráfico para permitir realizar un respaldo fuera del sitio. También podíamos vender múltiples enlaces a destinos separados, incrementando el retorno de nuestras inversiones en la red al tiempo que ofrecíamos nuevos servicios a los clientes (como monitoreo remoto de cámaras CCTV).

Con respecto a la RF, teníamos suficiente espectro para planificar una expansión, así como para armar un diseño de red de radio alternativa en el caso de tener interferencia. Con el crecimiento de las estaciones base, probablemente el 80% de nuestros clientes estaban al alcance de dos estaciones base de modo que si una estación base fallaba, podíamos restaurar el servicio rápidamente.

El separar las capas lógica y de RF en la red *Blue* introdujo un nivel adicional de complejidad y costos. Considerando la realidad a largo plazo de que las tecnologías de radio van a avanzar más rápidamente que las técnicas de interconexión, separar las redes, en teoría, nos da la flexibilidad de reemplazar la red RF existente sin afectar la red lógica. O podemos instalar diferentes redes de radio a tono con las nuevas tecnologías (Wimax), o las necesidades de los clientes, manteniendo la misma red lógica.

Finalmente, uno debe rendirse ante la evidencia de que las sofisticadas redes que desplegamos serían completamente inútiles si no cumplimos escrupulosamente con los compromisos con el cliente. Esto es, después de todo, por lo que se nos paga.

Para más información

- Broadband Access, Ltd. http://www.blue.co.ke/
- AccessKenya, Ltd. http://www.accesskenya.com/
- VirtualIT http://www.virtualit.biz/

--Adam Messer, Ph.D.