

La red del estado Mérida

La ciudad de Mérida, que lleva el mismo nombre del estado, yace al pie de la montaña más alta, en una meseta de unos 1.600 m. Es la capital del estado, y alberga una universidad bicentenaria de unos 35.000 estudiantes. La Universidad de Los Andes (ULA) instaló la primera red de computación académica en 1.989, la cual, a pesar de limitaciones económicas, ha crecido para albergar un cable de fibra óptica de 26 km sobre el cual se han tendido tanto redes TDM como ATM (*Asynchronous Transfer Mode*)¹.

No obstante, muchos lugares de la ciudad, sin mencionar los pueblos aledaños, quedan fuera del alcance del anillo de fibra óptica. La universidad también cuenta con un servidor de comunicaciones con líneas telefónicas para proporcionar acceso remoto a su red, pero las llamadas locales se cobran por minuto y muchos pueblos ni siquiera tienen líneas telefónicas.

Por las razones antes expuestas, se han hecho esfuerzos desde el comienzo para desarrollar acceso inalámbrico para la red universitaria RedULA. El primer intento aprovechó las redes de paquetes existentes operados por radioaficionados quienes, ya desde 1.987, tenían una pasarela (*gateway*) con una estación HF (*High Frequency*) operando a 300 bps para contactos internacionales, y varias estaciones VHF (*Very High Frequency*) conectadas a 1.200 bps que interconectaban el país.

Las abruptas montañas de la región son grandes obstáculos para construir carreteras y tender cables pero pueden ser útiles para la instalación de radio enlaces. Esta tarea es facilitada por la existencia de un teleférico que tiene la fama de ser el más alto del mundo y que une la ciudad con un pico de 4.765 m.

Espectro esparcido

La técnica de espectro esparcido utiliza señales de baja potencia expandiendo el espectro hasta abarcar el ancho de banda asignado, permitiendo así que un número de usuarios compartan el medio a través de la utilización de códigos diferentes para cada suscriptor.

Hay dos maneras de lograr esto: **Espectro esparcido de secuencia directa (DSSS) y espectro esparcido de salto de frecuencia (FHSS).**

- En DSSS, la información que se va a transmitir se multiplica digitalmente por una secuencia de alta frecuencia, aumentando, por lo tanto, el ancho de banda de transmisión. A pesar de que esto pueda parecer un desperdicio de ancho de banda, el sistema de recuperación es tan eficiente que puede decodificar señales muy débiles permitiéndoles a varias estaciones el uso simultáneo del mismo espectro.
- En FHSS, el transmisor está constantemente cambiando la frecuencia de la portadora dentro del ancho de banda asignado, de acuerdo con un código específico. El receptor debe conocer este código para rastrear la frecuencia de la portadora. Ambas técnicas, en efecto, intercambian potencia por ancho de banda, permitiendo que muchas estaciones compartan una cierta porción del espectro.

Durante la Primera Escuela Latinoamericana de Redes (EsLaRed'92), realizada en Mérida en 1992, mostramos esta técnica estableciendo algunas redes de prueba utilizando antenas externas construidas en el LabCom, lo que permitió una transmisión a varios kilómetros.

En 1993⁴ el Ministerio de Comunicaciones de Venezuela abrió cuatro bandas para uso con espectro esparcido:

- 400 – 512 MHz
- 806 – 960 MHz
- 2,4 – 2,4835 GHz
- 5,725 – 5,850 GHz

Para cualquiera de las bandas anteriores la potencia máxima del transmisor se restringió a 1 vatio y la ganancia máxima de antena a 6 dBi, para una PIRE (potencia isotrópica radiada equivalente) total de 36 dBm. Esta reglamentación echó las bases para el desarrollo de una red DSSS con un ancho de banda nominal de 2 Mbps en la banda de 900 MHz que cumpliera los requerimientos impuestos por el florecimiento de la actividad de la World Wide Web.

Partiendo del LabCom, donde existía conexión a RedUla, una antena Yagi casera orientada hacia La Aguada se enlazaba a un reflector de esquina, el cual, con un ancho de haz de 90 grados, iluminaba la mayor parte de la ciudad de Mérida. Varios suscriptores que compartían el ancho de banda nominal de 2 Mbps pudieron intercambiar archivos, incluyendo imágenes y video clips.



El éxito de esta prueba estimuló al gobierno local en la búsqueda de los fondos necesarios para la instalación de un sistema completo de acceso a Internet de alta velocidad para el sistema de salud, educación, bibliotecas, centro comunitarios, y varias agencias gubernamentales.

En enero de 1.999 teníamos 3 hospitales, 6 centros educativos, 4 institutos de investigación, 2 diarios, 1 estación de TV, 1 biblioteca pública, y 20 instituciones sociales y gubernamentales compartiendo información y acceso a Internet. Se planeaba en este año la conexión de 400 sitios a una velocidad 10Mbps full duplex, y los fondos para este propósito ya se habían conseguido.

La imagen anterior muestra un mapa del estado Mérida. Las líneas oscuras muestran el backbone inicial, y las líneas claras, la extensión.

Entre las varias actividades apoyadas por esta red vale la pena mencionar las siguientes:

- **Educativas:** Las escuelas encontraron un extenso reservorio de materiales de gran calidad para alumnos y profesores especialmente en las áreas de geografía, idiomas y ciencias, así como herramientas para comunicarse con otros grupos de intereses comunes. Las bibliotecas tienen salas con computadores accesibles al público general conectadas a Internet. Los periódicos y las estaciones de TV cuentan con un inagotable caudal de información disponible para su audiencia.
- **Salud:** El hospital universitario tiene una conexión directa a la unidad de cuidados intensivos donde una planta de médicos especialistas está siempre de guardia. Estos médicos están disponibles para consultas de parte de colegas que se encuentren en poblaciones distantes para discutir casos específicos. Un grupo de investigadores de la universidad está desarrollando varias aplicaciones de telemedicina basadas en la red.
- **Investigación:** Además de la universidad y Fundacite, el observatorio astronómico de Llano del Hato, situado en una montaña a 3.600 m y a 8 grados del ecuador, será conectado pronto, lo que permitirá a los astrónomos de todo el mundo el acceso a las imágenes allí almacenadas. Investigadores de campo de poblaciones remotas podrán disfrutar de acceso a Internet.
- **Gobierno:** La mayoría de las agencias gubernamentales están conectadas y comienzan a colocar información en línea para los ciudadanos. Esperamos que esto tenga un gran impacto para la relación entre los ciudadanos y el gobierno. Las agencias de ayuda y las fuerzas policiales hacen también uso frecuente de la red.
- **Entretenimiento y Productividad:** Para la gente que vive fuera de la ciudad las oportunidades ofrecidas por la Red tienen un impacto significativo en su calidad de vida. Esperamos que esto ayude a revertir la tendencia al éxodo de las zonas rurales aliviando, por ende, la sobrepoblación de las ciudades. Los campesinos tienen acceso a la información sobre los precios de sus cultivos y materiales, así como a información que ayude a mejorar sus prácticas de agricultura.