

Diseño de Red Inalámbrica en Exteriores

Aris Castillo, *Senior Member, IEEE*

Abstract—The aim of this Project is to reduce digital divide and development of rural communities through the access to academic resources that might improve their knowledge and abilities to learn. The Project proposes implementing a wireless network between four schools in Panama and installing a centralized repository of academic resources available to the users of this network. This paper describes the methodology for the design of the wireless network.

Index Terms— wireless networks, 802.11, digital divide.

I. INTRODUCTION

Las escuelas en áreas rurales en Panamá presentan problemas con el acceso a información, comparadas con las escuelas en áreas urbanas. Esto evidentemente tiene un impacto negativo en la brecha digital y en la facilidad de los estudiantes de acceder a estudios superiores.

Las redes inalámbricas se presentan como una oportunidad para llegar a áreas remotas no sólo más fácilmente sino también más económicamente de lo que conllevaría hacerlo a través de medios cableados.

Este artículo describe la metodología seguida para el diseño de la red inalámbrica según las necesidades de interconexión de las escuelas. Se inicia con una sección de antecedentes en la cual se presenta principalmente la necesidad que da origen al proyecto. Igualmente se describen las comunidades para contextualizar al área de desarrollo del proyecto. La tercera sección presenta la metodología seguida para el diseño. En ésta se describe detalladamente el proceso de cálculos de la viabilidad de los enlaces. En la sección cuarta se discuten los resultados y se culmina con la quinta sección sobre conclusiones y trabajos futuros.

II. ANTECEDENTES

Desde hace algunos años el Ministerio de Educación de Panamá ha realizado esfuerzos para interconectar las escuelas primarias y secundarias del país a la red Internet; y más recientemente mejorar las conexiones existentes [1], dados los problemas que se enfrentan por la baja tasa de transmisión de datos.

This project is sponsored by the Internet Society (ISOC) and Universidad Tecnológica de Panama.

Author is a full time professor at Universidad Tecnológica de Panama, Campus Victor Levi Sasso, Panama City (aris.castillo@utp.ac.pa).

Si bien, estas acciones han mejorado la posición de Panamá en la región respecto a la implementación de nuevas tecnologías de información y comunicación, según lo ha reportado el Foro Económico mundial que lo ubica en la posición número 11, superado sólo por Chile [2], todavía hay mucho por hacer.

Las escuelas interconectadas en este proyecto ofrecen educación básica general (Pre-Escolar, Primaria y Pre-Media), la cual es obligatoria y gratuita. Según el sistema educativo panameño, la educación básica incluye once años de educación en tres diferentes fases: Pre-Escolar – 2 años, Primaria – 6 años, y Pre-Media – 3 años. Después de esto, se requieren tres años adicionales para finalizar la Educación Media y poder ingresar a la educación superior universitaria. Estadísticas del Ministerio de Educación nos indican que más del 60% de las escuelas se encuentran en áreas rurales, incluyendo las comarcas indígenas con alrededor de 52% del total de la matrícula. Las escuelas participantes del proyecto están en áreas rurales, incluyendo una en comarca indígena.

A pesar de que dos de las escuelas, El Piro y Alto Los Ruices, ya contaban con conexión a Internet, los usuarios las reportaron como no funcionales. Las otras dos escuelas, Cañacillas y Mwaguada, no contaban con conexión a Internet. Esto hizo cambiar la idea inicial de crear una red inalámbrica mesh para compartir las conexiones de Internet con las otras escuelas. El nuevo diseño contempla interconectar las escuelas a través de una red inalámbrica 802.11g y colocar un repositorio de recursos académicos en dicha red.

A. Comunidades

El área elegida para la implementación involucra pueblos habitados principalmente por indígenas en condiciones de pobreza y pobreza extrema. Se planea comunicar a cuatro comunidades, a saber: Altos Los Ruices, El Piro, Cañacillas y Mwaguada. Estas comunidades se encuentran en la provincia de Veraguas y en la Comarca Ngäbe Buglé.

El sector está localizado a 320 Km de la Ciudad de Panamá, Latitud 8o 10' Norte y Longitud 81o 40' Oeste. La topografía es accidentada con elevaciones que varían entre los 300 a 400 metros sobre el nivel del mar. La precipitación fluvial está entre 2500 a 3000 mm al año, a lo largo de nueve meses de temporada lluviosa y tres de temporada seca. Condiciones éstas que pueden ocasionar grandes perturbaciones a las transmisiones de la señal, pero que pueden ser estudiadas en profundidad una vez el modelo es implementado.

El nodo principal está la escuela de la comunidad de El Piro que es la estación base y que tiene conexión a Internet. Ésta se

conecta con con Alto Los Ruices, la cual también tiene salida a Internet. Estas comunidades se conectan a Mwagüada y a Cañacillas, las cuales no tienen conexión a Internet.

El modelo cubre un área total de 127 Km² y beneficia a un total de 1623 personas, de los cuales alrededor de 475 son estudiantes y maestros, distribuidas entre las cuatro comunidades. Las distancias entre comunidades oscilan entre 1 Km hasta 8 Km la más alejada.

III. DISEÑO DE LA RED INALÁMBRICA

Inicialmente se realizó un visita al sitio para tener una idea más precisa del lugar donde se desarrollaría la red. Este paso es fundamental sobre todo en lugares de mucha vegetación y topografía irregular. De igual modo ayuda a tener ideas de los puntos donde colocar los equipos para los enlaces. Aunque para esto también fue de gran utilidad Google Earth, principalmente para completar la información.

La visita permitió recabar información sobre los requerimientos de los usuarios y el equipamiento de hardware y software en cada escuela de manera que el diseño se ajustara a esta realidad. En términos generales se pudo determinar el estado crítico de los equipos y la no funcionalidad de las conexiones a Internet. Esto unido a la falta de capacitación en herramientas de información y comunicación.

A partir de esta información se desarrolló el diseño de interconexión en cada sitio así como entre ellos. En la figura 1 se puede ver los puntos de localización de cada escuela. De allí que para realizar la conexión entre la escuela Los Ruices a la escuela El Piro fuera necesario realizar dos conexiones intermedias en puntos altos, a saber primero a la Torre Los Michos de la empresa Telefónica Móviles, luego a la Casa Comunal de El Piro y a la Escuela Cañacillas. La conexión en la Casa Comunal también se usa para llegar a la escuela El Piro. Ésta última entonces se conecta a la Escuela Mwagüada.

Para determinar la viabilidad de los enlaces, además de realizar los cálculos manuales, se utilizó la herramienta radiomobile [3], la cual permite realizar cálculos de cobertura para el diseño de la red. Esta herramienta cuenta con mapas de Google Earth y otras fuentes que ayudan a realizar una aproximación de los enlaces.

La siguiente figura muestra cómo están distribuidas las escuelas en la región. Tal como se aprecia, el enlace más distante es el de la Torre Los Michos a la Casa Comunal, aproximadamente 6 km. Este mismo enlace con la Escuela Cañacillas, que a pesar de ser más corto, presenta dificultades dada la topografía del lugar donde se encuentra esta escuela. Finalmente, el enlace de la Escuela El Piro con la Escuela Mwagüada no parece ser problemático ya que están más cercanas.



Fig. 1. Localización de los puntos a interconectar

IV. CÁLCULOS DE VIABILIDAD DE LOS ENLACES

Primero realizamos manualmente los cálculos de cobertura con distintas intensidades, tanto de potencia de salida como de ganancia de antenas, utilizando las fórmulas siguientes:

$$\text{Intensidad de la señal de salida (EIRP)} = Tx + G_1 + G_2 - P_1 - P_2$$

Donde Tx es la potencia de salida del dispositivo, G es la ganancia de la antena y P es la pérdida por cableado.

$$\text{Pérdida en espacio libre (FSL)} = 40 + 20 \log(r)$$

Donde r es la distancia en m

$$\text{Nivel de Señal (SL)} = \text{EIRP} - \text{Pérdida en espacio libre}$$

Posteriormente se corroboran los resultados de los cálculos a través de herramientas, en este caso RadioMobile, la cual es de carácter gratuito y que brinda la flexibilidad de ajustar las potencias de transmisión de los dispositivos, las ganancias de las antenas, la sensibilidad del receptor, las alturas de las antenas, así como la frecuencia.

Los cálculos se realizan para cada punto, así:

De Mwagüada a El Piro, se tienen equipos de Tx de 28 dBm con antenas de 12 dBi y 6 dBi, entonces

$$\text{EIRP} = 28\text{dB} - 3\text{db} + 12\text{dBi} + 6\text{dBi}$$

$$\text{EIRP} = 43.1 \text{ dB}$$

$$\text{FSL} = 40 + 20 \log(780)$$

$$\text{FSL} = 97.84 \text{ dB}$$

$$\text{SL} = 43.1 \text{ dB} - 97.84 \text{ dB}$$

$$\text{SL} = -54.74 \text{ dB}$$

Comparando el nivel de la señal con la sensibilidad del receptor, se tiene

$$-54.74 \text{ dB} - (-86\text{dB}) = 31.3 \text{ dB}$$

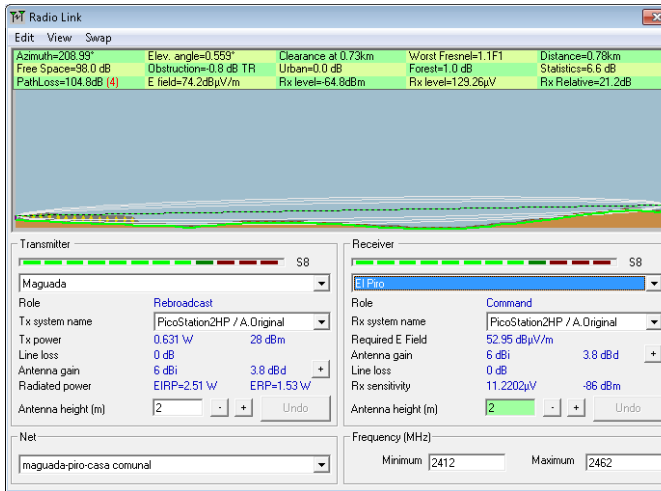


Fig. 2. Viabilidad del enlace de Mwuáda a El Piro

De El Piro a la Casa Comunal, se tienen equipos de Tx de 28 dBm con antenas de 8.5 dBi y 6 dBi, entonces

$$EIRP = 28\text{dB} + 8.5\text{dBi} + 6\text{dBi}$$

$$EIRP = 42.5 \text{ dB}$$

$$FSL = 40 + 20 \log (560)$$

$$FSL = 94.96 \text{ dB}$$

$$SL = 42.5 \text{ dB} - 94.96 \text{ dB}$$

$$SL = - 52.46 \text{ dB}$$

Comparando el nivel de la seál con la sensibilidad del receptor, se tiene

$$-52.46 \text{ dB} - (-83\text{dB}) = 30.5 \text{ dB}$$

En sentido contrario, el resultado es 28.5 dB puesto que Tx es 23 dBm.

De Los Ruices a la Torre Los Michos, se tienen equipos de Tx de 23 dBm con antenas de 8.5 dBi y 12 dBi, entonces

$$EIRP = 23\text{dB} + 8.5\text{dBi} + 12\text{dBi} - 16\text{dB} - 2.9\text{dB}$$

$$EIRP = 24.5 \text{ dB}$$

$$FSL = 40 + 20 \log (640)$$

$$FSL = 96.1 \text{ dB}$$

$$SL = 24.5 \text{ dB} - 96.1 \text{ dB}$$

$$SL = - 71.6 \text{ dB}$$

Comparando el nivel de la seál con la sensibilidad del receptor, se tiene

$$-71.6 \text{ dB} - (-86\text{dB}) = 14.4 \text{ dB}$$

En sentido contrario, el resultado es 16.4 dB puesto que Tx es 28 dBm.

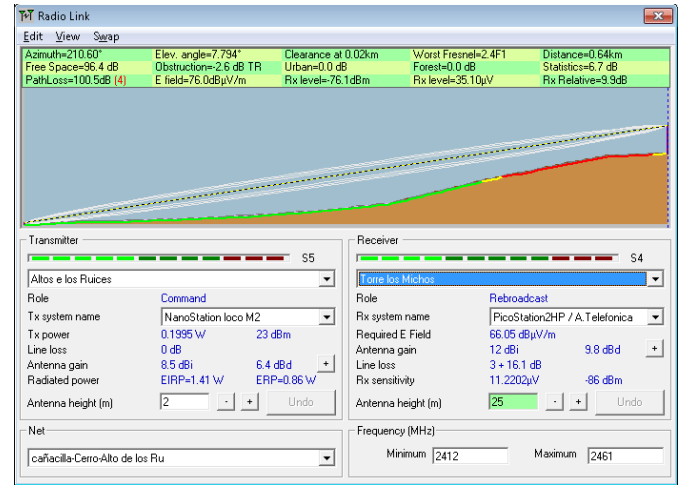


Fig. 3. Viabilidad del enlace de Los Ruices a Los Michos

De Los Ruices a la Casa Comunal, se tienen equipos de Tx de 28 dBm con antenas de 12 dBi y 24 dBi, entonces

$$EIRP = 28\text{dB} + 12\text{dBi} + 24\text{dBi} - 16\text{dB} - 2.9\text{dB} - 2.9\text{dB}$$

$$EIRP = 42.1 \text{ dB}$$

$$FSL = 40 + 20 \log (5960)$$

$$FSL = 115.5 \text{ dB}$$

$$SL = 42.1 \text{ dB} - 115.5 \text{ dB}$$

$$SL = - 73.4 \text{ dB}$$

Comparando el nivel de la seál con la sensibilidad del receptor, se tiene

$$-73.4 \text{ dB} - (-86\text{dB}) = 12.6 \text{ dB}$$

Estos resultados demuestran que teóricamente los enlaces son viables y que habrá cobertura con las especificaciones de equipos probados, principalmente potencias de salida, intensidad de las antenas y pérdidas por tipos de cables y conectores.

V. RESULTADOS

El proyecto se encuentra parcialmente completado. Se han establecido varios puntos de acceso en las distintas escuelas y en puntos intermedios para lograr los enlaces. Éste ha sido uno de los hitos más importantes alcanzados pues es uno de los objetivos del proyecto, lo que ha representado pasar del diseño a la implementación en campo de la red inalámbrica.

Por otro lado, las encuestas han confirmado una gran necesidad en términos de capacitación tanto para docentes como para estudiantes de las escuelas en cuestión. Esto si bien estaba contemplado dentro del proyecto, tal vez variará para incluir temas tal vez considerados innecesarios en el plan original. Estos resultados también nos dan más orientación en términos del tipo de material que puede ser incluido en el repositorio del servidor local.

Lo más importante hasta el momento es la gran aceptación que el proyecto ha tenido en la comunidad académica de los sitios elegidos. Están convencidos que el proyecto será de gran ayuda para las comunidades.

VI. CONCLUSION Y TRABAJOS FUTUROS

Este proyecto contempla dos elementos importantes para cumplir con su objetivo, contribuir con reducir la brecha digital en áreas rurales. Primeramente, está la necesidad de establecer una infraestructura inalámbrica, siendo que es la más eficiente en el contexto de las áreas elegidas por su distribución geográfica y las distancias entre cada una. Esta fase ya ha sido concluida con la instalación y puesta en marcha de la red inalámbrica.

Por otro lado está la implementación del repositorio centralizado de herramientas académicas y de aprendizaje que sean una opción tanto para profesores como para estudiantes dada la baja tasa de transmisión de datos de la conexión a Internet o la inexistencia de la misma en algunos casos. Actualmente se está desarrollando este repositorio el cual consiste en un servidor tipo Wiki el cual será instalado en la Escuela El Piro. Se ha cumplido con algunas sesiones de capacitación para estudiantes y docentes y se espera realizar otra capacitación una vez se instale el servidor.

AGRADECIMIENTOS

Agradecemos a Internet Society Community Grants Program y a la Universidad Tecnológica de Panamá por

financiar este proyecto. Agradecemos a Telefónica Móviles por permitir instalar equipos en una de sus torres. Igualmente se agradece a los estudiantes voluntarios que han colaborado.

REFERENCES

- [1] Panamá – Licitan accesos a Internet para escuelas por US\$ 6,8 millones. Accedido el 26 de marzo de 2014. Disponible en: <http://www.signalstelecomnews.com/index.php/mercados/10400-panama--licitan-accesos-a-internet-para-escuelas-por-us-68-millones>.
- [2] AIG CELEBRA NUEVA POSICION DE PANAMÁ EN ÍNDICE DE USO DE LA TECNOLOGIA DE INFORMACIÓN. Accedido el 26 de marzo de 2014. Disponible en: <http://internetparatodos.gob.pa/index.php/component/content/article/515-aig-celebra-nueva-posicion-de-panama-en-indice-de-uso-de-la-tecnologia-de-informacion>.
- [3] Radio Mobile. Disponible en: <http://www.cplus.org/rmw/english1.html>.

First A. Author. Aris Castillo, M.Sc. is an Associate Professor at the Technological University of Panama. She specializes in Telecommunications and Network Management and has done research projects on Wireless technologies. Currently, she is working on a project on Wireless Mesh Networks with Voice over IP (VoIP) for rural areas. Also, she is teaching Data Communication and Computer Networks, and IT Project Management at the undergraduate level. Mrs. Castillo holds a Bachelor's degree in Computer System Engineering from the Technological University of Panama and a Master's degree in Telecommunication and Network Management from Syracuse University, NY, which she received as a Fulbright scholar.