

Herramienta para la Planificación de Redes WiMAX basada en Sistemas de Información Geográfica

Jaime Calle Sánchez¹, Mariano Molina-García¹, and José I. Alonso¹

¹Universidad Politécnica de Madrid. Madrid. Spain.

E-mail: jcalles@coit.es, mmolina@gtic.ssr.upm.es, ignacio@gmr.ssr.upm.es

Abstract — In this paper, a software tool for planning and dimensioning WiMAX Networks based on a geographic information system is presented. The deployment process of a communication system based on this technology in rural areas requires the use of a digital GIS database, in order to achieve trustworthy results. This geographic information is obtained from the data supplied by NASA SRTM project. The tool will allow to obtain accurate maps and numerical results associated to SNR, coverage, capacity, visibility, better server and other parameters related to radiopropagation.

I. INTRODUCCIÓN

Wimax (*Worldwide Interoperability for Microwave Access*) es una tecnología inalámbrica basada en el estándar 802.16 [1]. Este estándar fue promovido por el IEEE (*Institute of Electrical and Electronics Engineers*) y está especialmente diseñado para proveer accesos de banda ancha a datos y multimedia a través de una interfaz radio de alta capacidad. Se pueden lograr alcances de hasta 50 kilómetros y tasas de transmisión de hasta 70 Mbps. gracias a la utilización de la tecnología de codificación y modulación OFDM (*Orthogonal Frequency Division Multiplexing*), modulaciones adaptativas con esquemas BPSK, QPSK, 16-QAM y 64-QAM, además de multiplexación en tiempo y en frecuencia.

Las características anteriormente citadas, unidas a su buen comportamiento en condiciones de NLOS (*Non Line of Sight*) [2], convierten a esta tecnología en la idónea para ofrecer servicios de banda ancha inalámbrica en entornos rurales. Hay que tener en cuenta que la banda de frecuencia utilizada así como la modulación, influirán enormemente en el entorno, rural o no, en el cual se pretende realizar el despliegue de la red.

Por otra parte, para el despliegue de sistemas inalámbricos en entornos rurales y en cualquier otro entorno es necesario disponer de una herramienta de planificación asistida mediante una base de datos SIG (Sistema de Información Geográfica). Otros proyectos ya han desarrollado herramientas para la planificación de redes WiMAX [3] pero sin incluir una base cartográfica digital. Las herramientas de planificación asistidas por SIG, deben de manejar un gran volumen de información espacial: modelos digitales de elevación (DTE), mapa de usos del terreno o diferentes *layers* con información cartográfica.. La herramienta desarrollada, hará uso de esta información espacial durante el proceso de despliegue y dimensionado de la red, dotando así de mayor precisión a la planificación radioeléctrica llevada a cabo con la herramienta.

II. SISTEMA DE INFORMACIÓN GEOGRÁFICA

Se ha remarcado la necesidad de disponer de una base cartográfica digital con toda la información geográfica necesaria relativa al despliegue. En este aspecto, la herramienta hace uso de información espacial aplicada en la fase de cálculo de parámetros relativos a la radiopropagación.

Esta información espacial, está proporcionada por los datos geográficos extraídos de los archivos SRTM [4] de la NASA (*National Aeronautics and Space Administration*). SRTM (*Shuttle Radar Topography Mission*) es un MDT (Modelo Digital del Terreno) elaborado por la NGA (*National Geospatial Agency*) y NASA, que ofrece datos de elevaciones del terreno en formato digital *raster*, entre los paralelos 56° Sur y 60° Norte elaborado con la información captada por dos antenas de radar y procesarla mediante técnicas InSar (*Interferometric Synthetic Aperture Radar*). Gracias a este procesado, puede ofrecer una resolución en altura de hasta 16 metros. Respecto a la resolución en superficie, se puede llegar a tener una precisión en los datos de hasta 1 arco de grado (aproximadamente 30 metros) en Estados Unidos y de hasta 3 arcos de grado (aproximadamente 90 metros) en el resto de ubicaciones.

La herramienta hace uso de esta información recogida en ficheros disponibles pública y gratuitamente en Internet. La información contenida en los ficheros está organizada en formato matricial, de tal forma que cada celda se corresponde con un valor de latitud y longitud, y contiene la altura en metros de esa ubicación, referida al geoide WGS84. Pese a su grado de precisión, hay muestras que no contienen un valor válido de altura. Para resolver este posible problema, la herramienta realiza un proceso de interpolación con las muestras cercanas, para asignar un nuevo valor de altura a esa celda.

III. FUNDAMENTOS TEÓRICOS PARA PLANIFICACIÓN RADIOELÉCTRICA

En este apartado se describen algunos de los conceptos teóricos que se han utilizado en la herramienta para el cálculo y la planificación radioeléctrica.

A. Modelos de propagación

La herramienta tiene implementados diferentes modelos de propagación. La elección de los modelos de propagación se ha llevado a cabo siguiendo las recomendaciones de los grupos de trabajo del estándar 802.16.

- Modelos aplicables a despliegues punto a multipunto:
 - Método Stanford University Interim (SUI) [5]
 - Método ECC33
- Modelos aplicables a despliegues punto a punto y punto a multipunto
 - Modelo de espacio libre [6]
 - Modelo de visión directa con despojamiento insuficiente [6]
 - Modelos de múltiples obstáculos: modelo propuesto por la recomendación UIT.R-P.526 y modelo Deygout modificado [6]
 - Modelo Longley-Rice [7]

El usuario debe de tener en cuenta el tamaño del mapa elegido a la hora de realizar cálculos con estos modelos punto a multipunto, ya que el tiempo de cómputo puede ser elevado. En la herramienta se ofrecen tiempos indicativos en función del tamaño del mapa.

B. Balance del enlace

El cálculo de la potencia recibida, P_r (dBm), se lleva a cabo mediante un balance del enlace. La expresión a utilizar es la siguiente:

$$P_r \text{ (dBm)} = P_t + G_t + G_r - L_{tt} - L_{tr} - L_b \quad (1)$$

donde P_t (dBm) es la potencia en bordes de la antena transmisora, G_t y G_r son las ganancias de la antena transmisora y receptora (en dB), L_{tt} y L_{tr} son las pérdidas totales en los terminales transmisores y receptores (en dB) y L_b (dB) son las pérdidas básicas de propagación calculadas mediante alguno de los modelos citados anteriormente.

C. Tasa binaria y capacidad

El cálculo de la tasa binaria se lleva a cabo mediante la expresión facilitada por el estándar 802.16 [1]. El valor de la capacidad ofrecida, se proporciona teniendo en cuenta la tasa binaria requerida por el usuario. La tasa efectiva suministrada por una portadora se obtiene según el número de receptores que usan cada tipo de modulación, la tasa de codificación empleada, además de la tasa binaria calculada, la tasa de código que se está utilizando y el ancho de banda ocupado.

D. Relación señal a ruido en función de la modulación y la tasa de codificación

Cada esquema de modulación requiere de una relación señal a ruido mínima para que se pueda establecer conexión entre el transmisor y el receptor. Estos valores están recogidos en el estándar 802.16 [1] y la herramienta hace uso de ellos.

IV. IMPLEMENTACIÓN DEL SOFTWARE

La labor de desarrollo de la herramienta informática ha sido llevada a cabo en el entorno Matlab 7.5.0 (R2007b). Un esquema de los módulos implementados puede verse en la Fig. 1.

A. Módulo Interfaz de Usuario

La pantalla de inicio de la aplicación permite empezar a utilizar los diferentes módulos que componen la herramienta. En el caso de que el usuario tenga datos almacenados de anteriores despliegues o del mismo proyecto, desde este módulo podrá acceder a ellos.

B. Módulo Transmisor

Este módulo permite al usuario cargar un modelo predefinido de transmisor o bien definir un modelo personalizado. En este último caso, el usuario debe de definir la potencia de transmisión, las pérdidas totales en los terminales, así como definir los parámetros de la antena: diagrama de radiación en elevación y en acimut, además de la ganancia de la antena.

C. Módulo Receptor

Al igual que el módulo transmisor, se podrá elegir entre cargar un modelo predefinido de receptor, o uno personalizado.

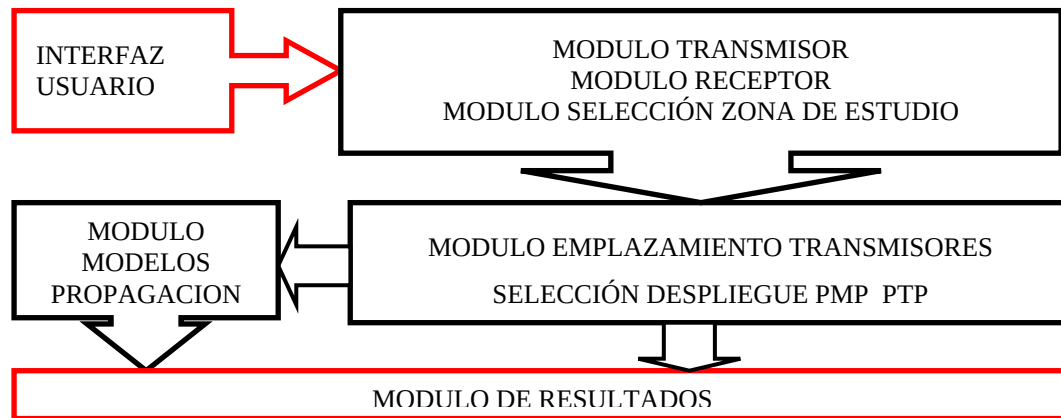


Fig. 1. Esquema de módulos de la herramienta

D. Módulo Selección Zona de Estudio

En este módulo, el usuario define la zona en la que quiere realizar el despliegue. Para ello, puede optar por dar las coordenadas geográficas de la zona bajo estudio, 4 valores de latitud y 4 de longitud, o bien una pareja de valores de latitud y longitud y el tamaño del mapa deseado. En este punto, el usuario puede visualizar el terreno bajo estudio mediante una representación tridimensional generada por la herramienta (Fig. 2) o bien mediante una ortofotografía del terreno.

E. Módulo de Emplazamiento de Transmisores

En este módulo, el usuario puede definir la situación de uno o más transmisores. La herramienta dispone de una utilidad mediante la cual se puede comprobar si el punto elegido es el más elevado en un radio de 200 metros para evitar condiciones NLOS no deseadas. En este módulo, también se especifica si el despliegue a realizar es de tipo PMP (Point to Multipoint) o bien PTP (Point to Point). Con todos estos datos, el usuario puede visualizar si lo desea un mapa de visibilidades (Fig. 3, ubicación transmisor indicada con punto rojo), por si desea cambiar la ubicación de algún transmisor para obtener un mayor porcentaje de ubicaciones con LOS.

Llegados a este punto, el usuario puede optar por pasar al módulo de selección del modelo de propagación o bien permitir que el programa evalúe, en función de una serie de parámetros calculados, qué modelo puede ser el idóneo.

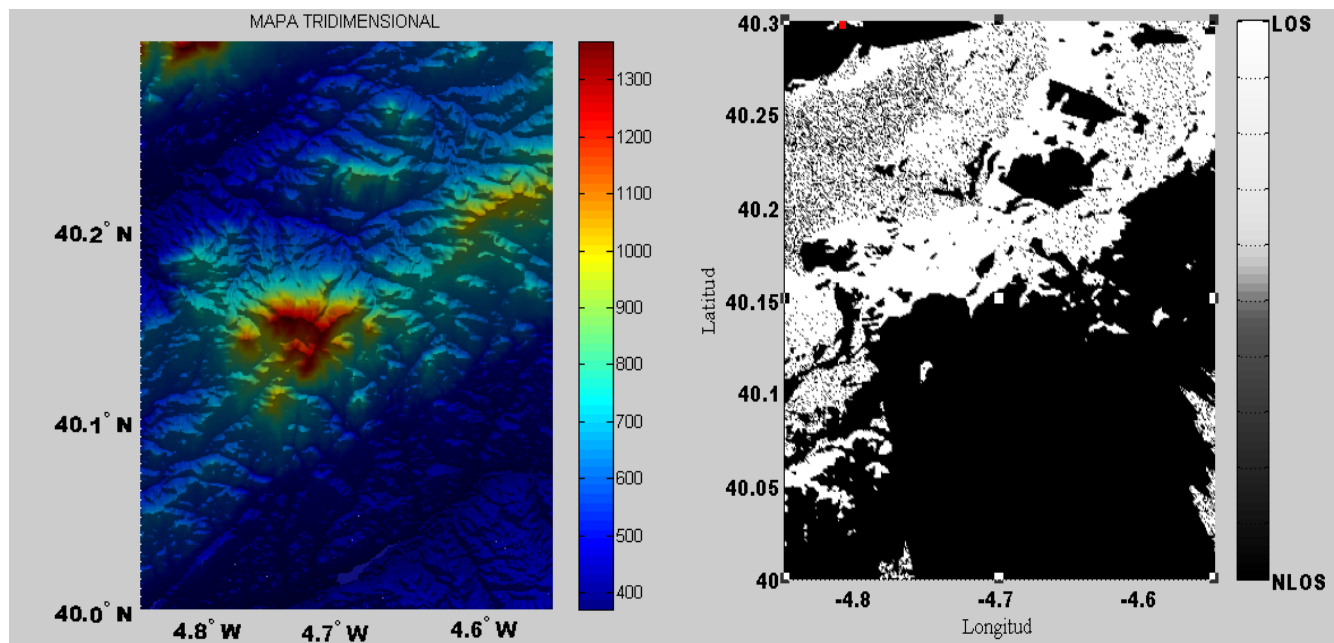


Fig. 2. Mapa del terreno

Fig. 3. Mapa de Visibilidad

F. Módulo de Modelos de Propagación

En este módulo, se selecciona el modelo de propagación. A continuación se definen para cada modelo seleccionado, los parámetros necesarios su aplicación.

G. Módulo de resultados

En este módulo, el usuario puede obtener diferentes tipos de mapas con información visual relativa a los cálculos radioeléctricos así como resultados numéricos asociados. Ejemplos de estos mapas se pueden ver en las Fig. 4 y Fig. 5. El transmisor está indicado con un punto negro en las coordenadas geográficas (40.293° N, 4.817° O)

Entre los distintos mapas y resultados que se pueden obtener destacan los siguientes:

- Potencia recibida
- Cobertura. Este mapa muestra zonas del mapa en las que se alcanza un nivel mínimo de potencia o SNR fijada por el usuario.
- Cobertura en función de la modulación empleada.
- SNR.
- Mejor estación servidora.
- Capacidad.

En caso de múltiples transmisores, el programa permite obtener en puntos del mapa; niveles de potencia recibida, relación señal a ruido o modulación utilizada, desde cada transmisor.

Si el tipo de despliegue seleccionado es punto a punto, se pueden obtener los mismos parámetros listados anteriormente, además de elementos específicos, como una vista del perfil entre los dos puntos considerados.

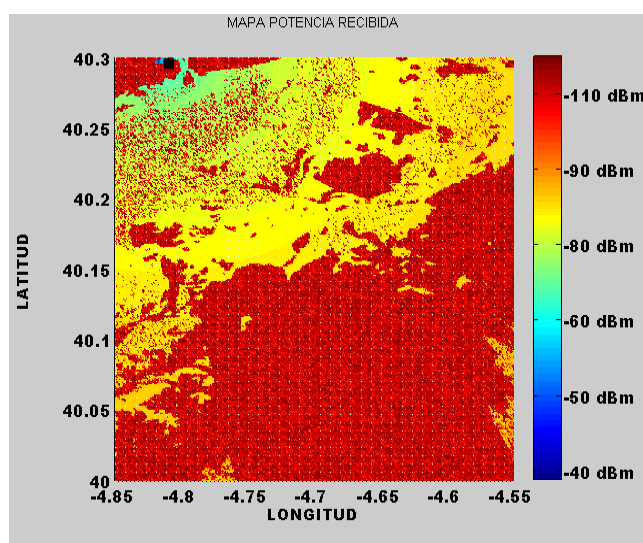


Fig. 4. Mapa de potencia recibida

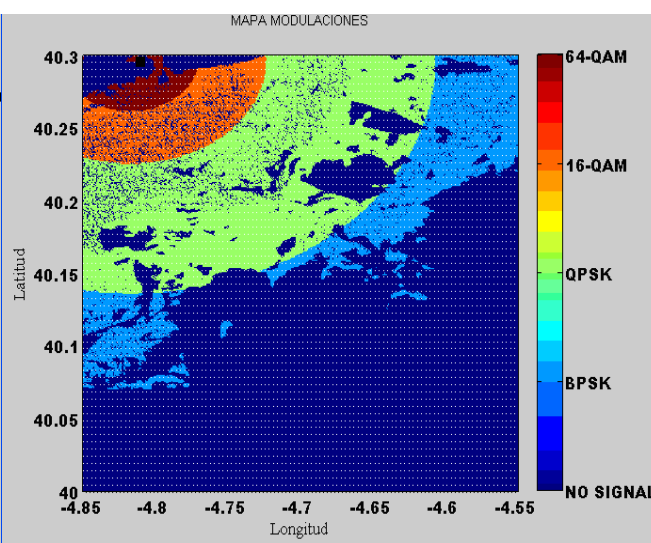


Fig. 5. Perfil enlace punto a punto

V. CONCLUSIONES

Se ha desarrollado en un entorno MATLAB una innovadora herramienta para la planificación del despliegue de redes inalámbricas basadas en el estándar 802.16, WiMAX. Esta herramienta, gracias al manejo de una base de datos SIG de alta resolución, nos permite obtener mapas de coberturas radioeléctricas, de potencia y otras características importantes en radiopropagación, que sin duda facilitarán la labor de planificación y dimensionado de redes WiMAX en entornos rurales, donde es determinante conocer información cartográfica relativa al relieve.

AGRADECIMIENTOS

Los autores quieren agradecer a la Cátedra C.O.I.T, al proyecto CELTIC "Easy Wireless2" y al Ministerio de Educación y Ciencia en el marco del proyecto TEC2005-07010-C02-01/TCM, la financiación obtenida.

REFERENCIAS

- [1] "Air Interface for Fixed Broadband Wireless Access System," IEEE Standard 802.16-2004, 2004.
- [2] SR Telecom, "Point-to-Multipoint: The Rural Fixed Wireless Access Solution of Choice.", White Paper, 2003
- [3] M. Molina, J.I. Alonso, "Herramienta de Planificación y Dimensionado para Redes WiMAX.", TELECOM I+D 2006
- [4] Farr, T. G., et al. (2007), "The Shuttle Radar Topography Mission", Rev. Geophys., 45, RG2004, 2007
- [5] V. Erceg, K. V. S. Hari, et al., "Channel models for fixed wireless applications," tech. rep., IEEE 802.16 Broadband Wireless Access Working Group, Enero 2001.
- [6] José María Hernando Rábanos, "Transmisión por Radio", 5th ed, Ramón Areces, 2006
- [7] A. G. Longley and P. L. Rice, "Prediction of Tropospheric radio transmission over irregular terrain, A Computer method-1968."