

Capítulo 5

Pruebas y resultados

5.1.- Pruebas Y Resultados.

En este capítulo se probará el programa con datos reales. De esta forma se comparará con el software realizado en este proyecto y se analizará la potencia de recepción, el radio de la primera zona de Fresnel así como también se aplicarán las sugerencias arrojadas por el programa de esta tesis.

5.1.1.- Enlace inalámbrico real.

El enlace microondas real a comparar fue realizado en el estado de Puebla desde Xicotepec a Fortín, esto se realizó para dar atención médica a distancia a pequeños poblados que no contaban con dichos servicios y se pensó en las microondas para que

estos poblados se puedan comunicar para que de ésta forma se tenga acceso a la medicina..

5.1.1.1.- Especificaciones del enlace.

El enlace cuenta con una distancia de 18.5 kilómetros, la frecuencia de la portadora es de 1.7 GHz, las alturas del transmisor y receptor son de 90 y 150 metros respectivamente tomando en cuenta que las antenas estaban a nivel del suelo sobre zonas montañosas. Este enlace tiene un obstáculo con una altura de 99 metros y se encuentra a una distancia de 7.3 kilómetros del receptor, las ganancias de las antenas utilizadas fueron de aproximadamente 27 dBi.

En la figura 5.1 se puede observar el enlace gráficamente teniendo un radio de la primera zona de Fresnel en el obstáculo de 28 metros.

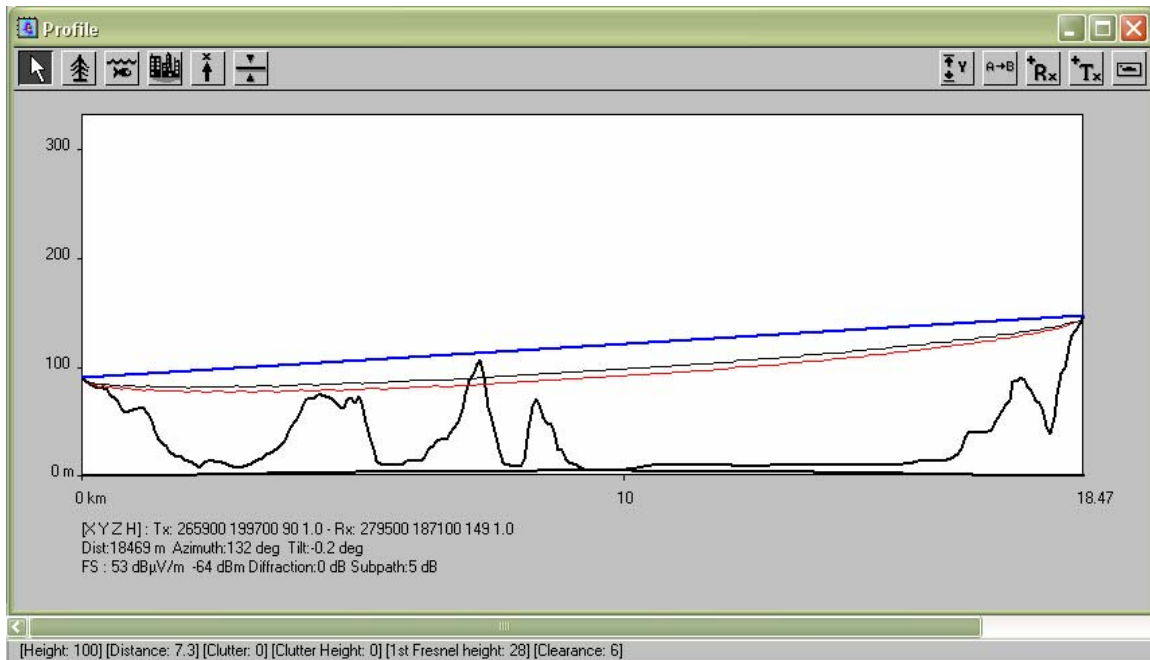


Figura 5.1 Enlace inalámbrico real Fortín – Xicotepec.

Este enlace se puede ver notoriamente obstaculizado por una montaña interfiriendo con la primera zona de Fresnel, así también se tiene una potencia de recepción de -63.6 dBm según el programa Hertz Mapper.

5.1.1.2.- Comparación del enlace microondas real con el software de Tesis en MATLAB.

El enlace microondas registra una potencia de recepción de -93.8 dB sin tomar en cuenta que la primera zona de Fresnel se encuentra obstaculizada en gran parte, por otro lado en la figura 5.2 se tiene el mismo enlace pero simulado en el proyecto de esta tesis. Tomando en cuenta como obstáculo, la montaña que se encuentra más cercana a la línea de vista que se considera crucial para el enlace

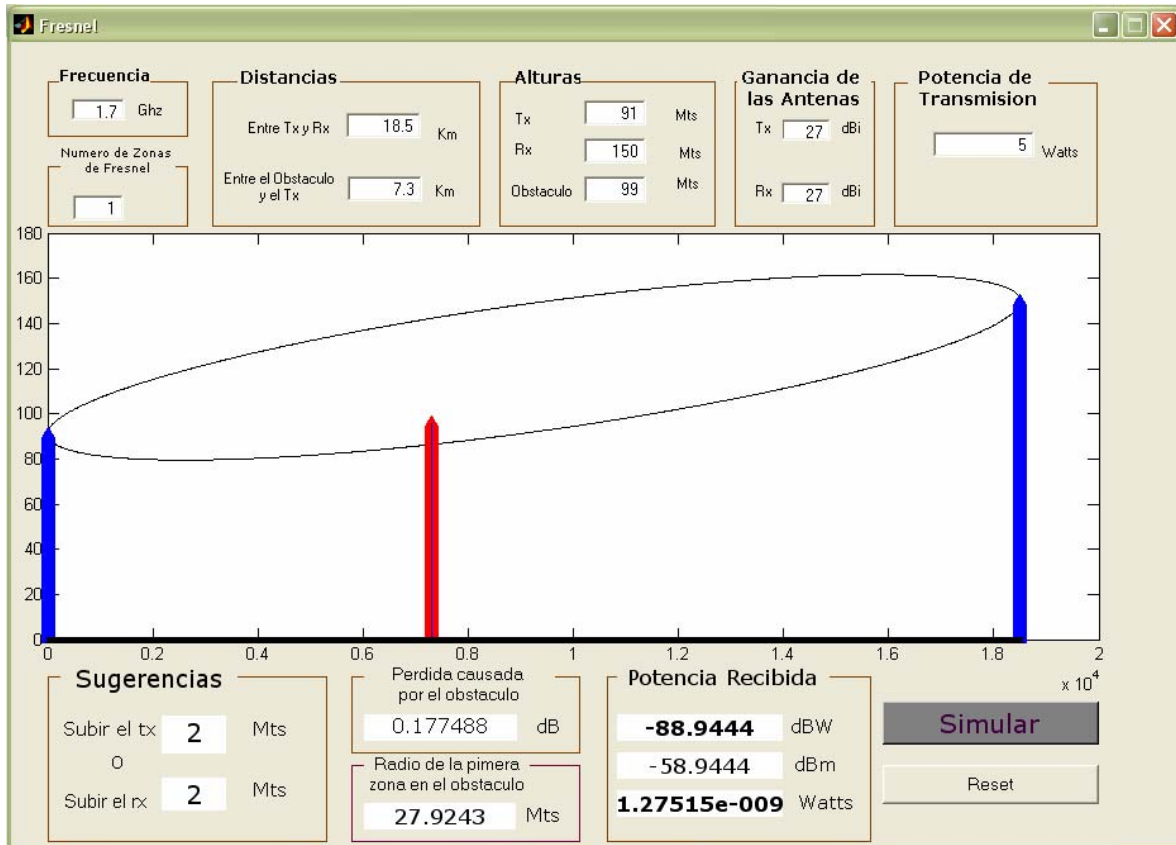


Figura 5.2 Simulación del enlace microondas.

Como se muestra en las figuras 5.1 y 5.2, las dos contienen el mismo radio de la primera zona de Fresnel en el obstáculo que es de 28 metros aproximadamente, así también se puede notar que para la simulación no se tiene un enlace exitoso debido que la primera zona se encuentra obstruida, ya que la altura del obstáculo rebasa el 55 % de la primera zona. Por lo que el software arroja la misma sugerencia para la antena receptora y la transmisora que es la de subir cualquiera de las dos antenas 2 metros.

En cuanto a la potencia de recepción se refiere, el enlace registra una potencia de recepción de -93.8 dB y el software predice una potencia de recepción de -88.94 dB lo que se considera una aproximación satisfactoria.

Si tomamos en cuenta las sugerencias liberadas por el software se tiene que el enlace se encuentra liberado como se muestra en la figura 5.3.

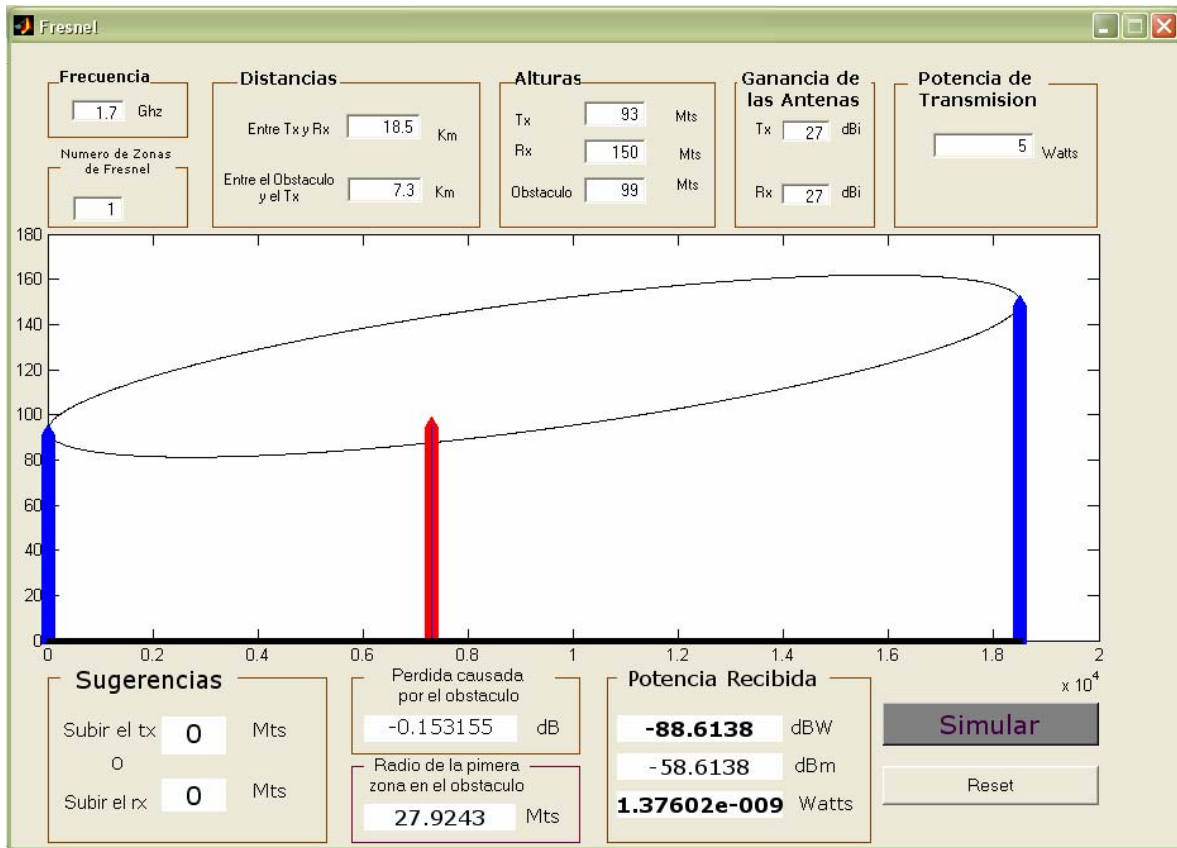


Figura 5.3 Simulación del enlace microondas liberado.

En este caso se puede ver una mejora en la potencia de recepción, así también en el enlace real se tiene una pequeña mejora en la potencia recibida.

5.1.1.3.- Comprobación del enlace microondas con el software realizado en Visual Basic.

En el software realizado en Visual Basic se simula el mismo enlace como se muestra en la figura 5.4 y corresponde a lo arrojado por el programa realizado en MATLAB.

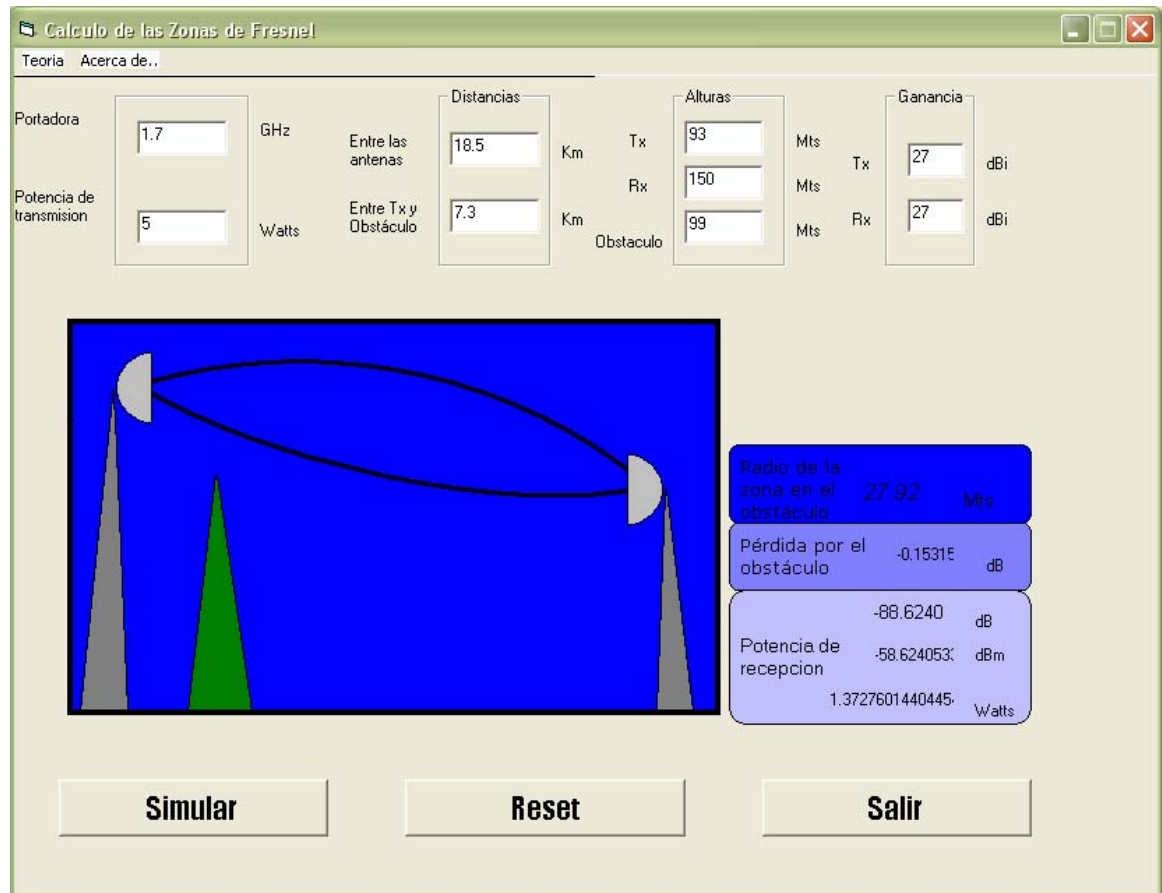


Figura 5.4 Simulación en Visual Basic con datos reales.

5.1.1.4.- Enlace real con sugerencias del software de tesis.

Por otro lado se tiene el enlace real en el estado de Puebla simulado con el software Hertz Mapper, si se toman en cuenta las sugerencias realizadas por el programa de esta tesis se tiene que la primera zona de Fresnel se libera satisfactoriamente mejorando su potencia de recepción de una forma relevante como se muestra en la figura 5.5.

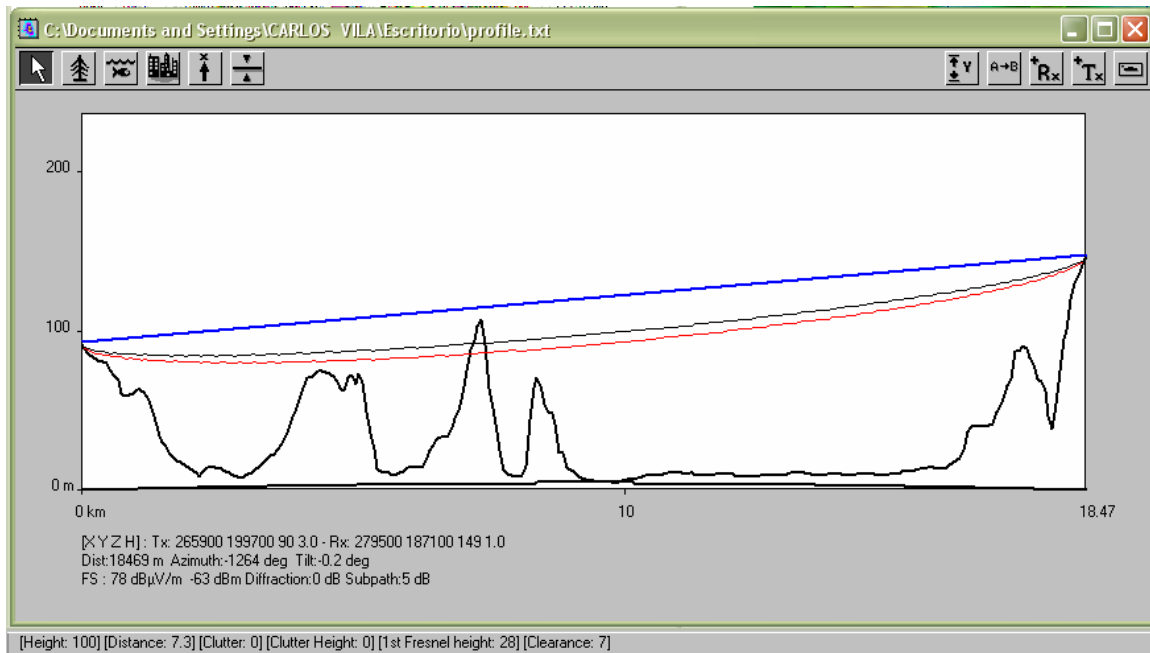


Figura 5.5 Simulación del enlace Real en Hertz Mapper con las sugerencias del software de tesis.

5.1.2.- Enlace en Hertz Mapper con la antena transmisora mayor a la receptora.

En esta simulación se tiene un enlace como el mostrado en la figura 5.6 en donde la antena transmisora tiene una altura de 151 metros contando la altura de la estructura que es de 10 metros y la antena receptora es de 103 metros contando 30 metros de estructura. En este caso se tiene una potencia de transmisión de 10 watts y una frecuencia de 1 GHz, así también se tiene una distancia entre las antenas de 4703 metros.

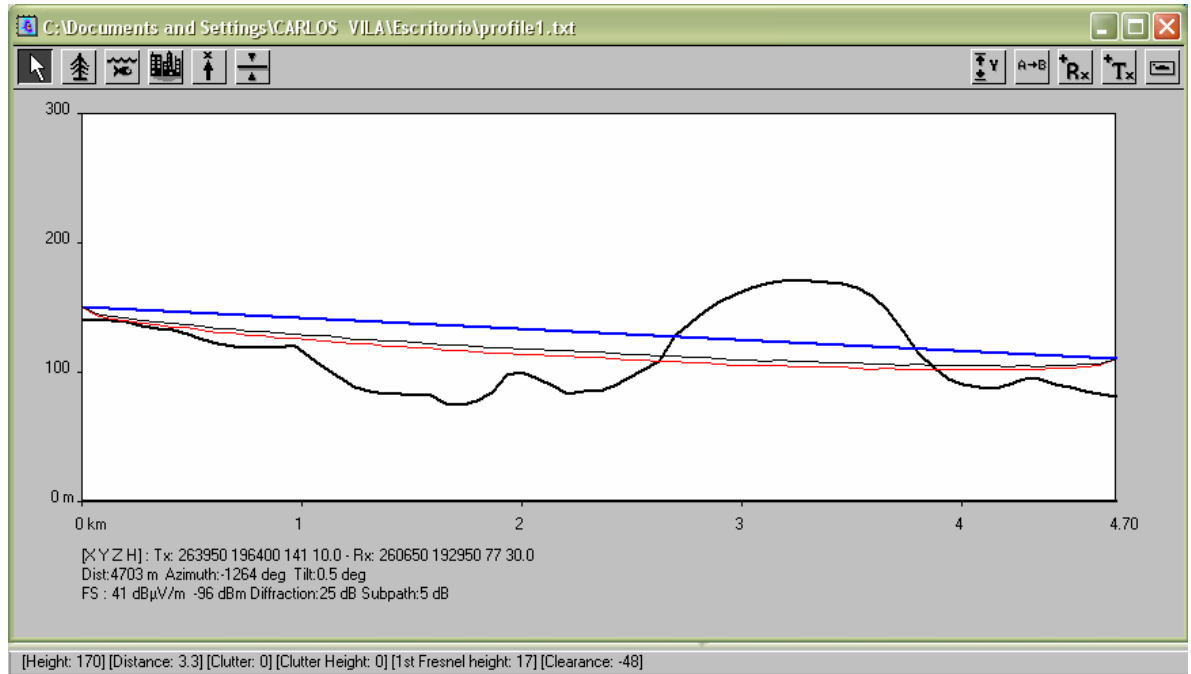


Figura 5.6 Enlace Inalámbrico simulado en Hertz Mapper con la antena transmisora mas alta que la receptora.

En la figura 5.6 se puede ver que la primera zona de Fresnel tiene un radio de 17 metros en el obstáculo, un claro de 48 metros y una potencia de recepción de -42.1 dBm. Así también se tiene un obstáculo de 170 metros de altura a 3.3 kilómetros de la antena transmisora que es la montaña más relevante del enlace.

5.1.2.1.- Comparación con el enlace simulado en MATLAB

En la figura 5.7 se tiene el mismo enlace inalámbrico pero simulado en MATLAB en donde se logra una potencia de recepción de -92.95 dB y así también se puede ver que los dos programas liberan un radio de la primera zona de Fresnel en el obstáculo de 17 metros. En el programa hecho en MATLAB aparte de calcular la potencia de recepción, también se pueden ver dos sugerencias para mejorar el enlace y liberar el 55% de la primera zona de Fresnel.

A comparación con la simulación realizada en Hertz Mapper se tiene una potencia de recepción de -42.1 dBm, mientras que el programa en MATLAB arroja una potencia de recepción de -62.92 dBm

Como se puede observar en la figura 5.7 se tiene que si se sube la antena transmisora 210 metros o la antena receptora 90 metros se mejora el enlace considerablemente como se tiene en la figura 5.8.

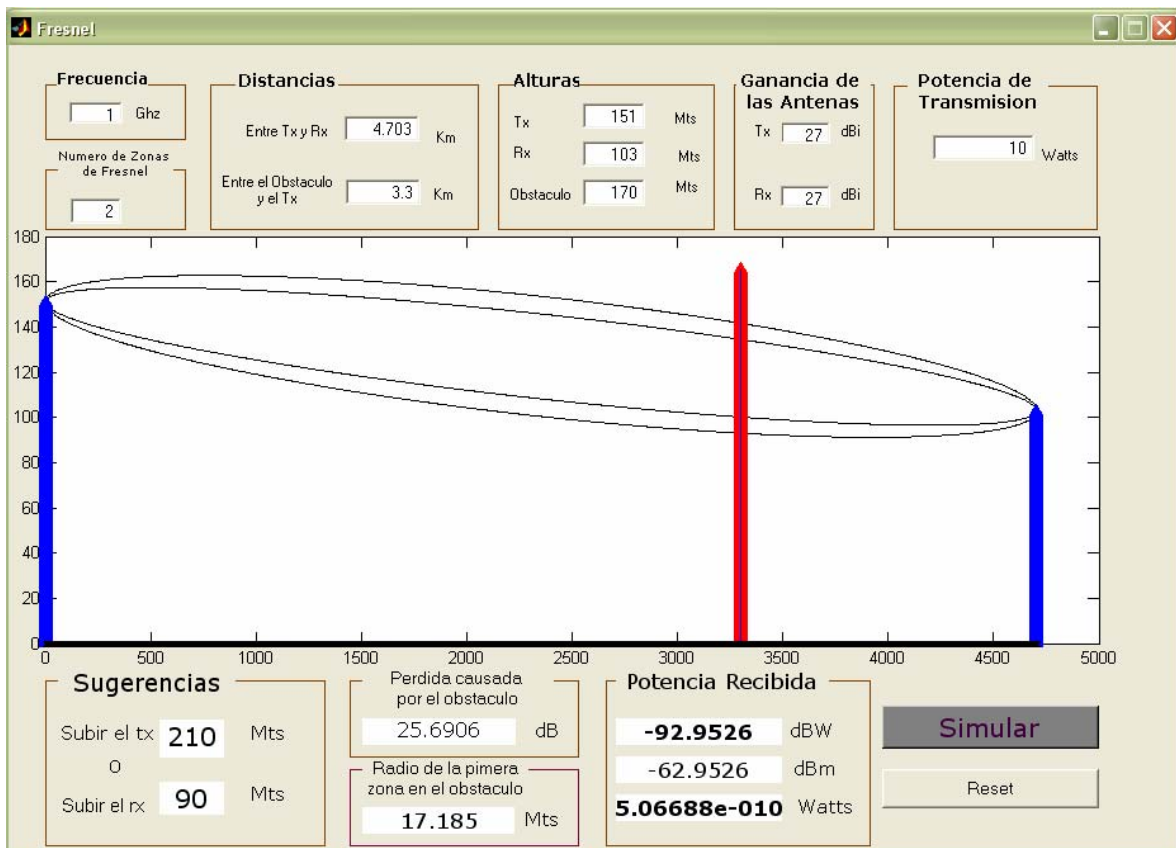


Figura 5.7 Enlace de la figura 5.6 simulado en MATLAB.

Como nos podemos dar cuenta en la figura 5.8 se tiene una mejora del enlace subiendo la potencia de recepción de -92 dB a -67 dB lo que hace mas confiable la transmisión.

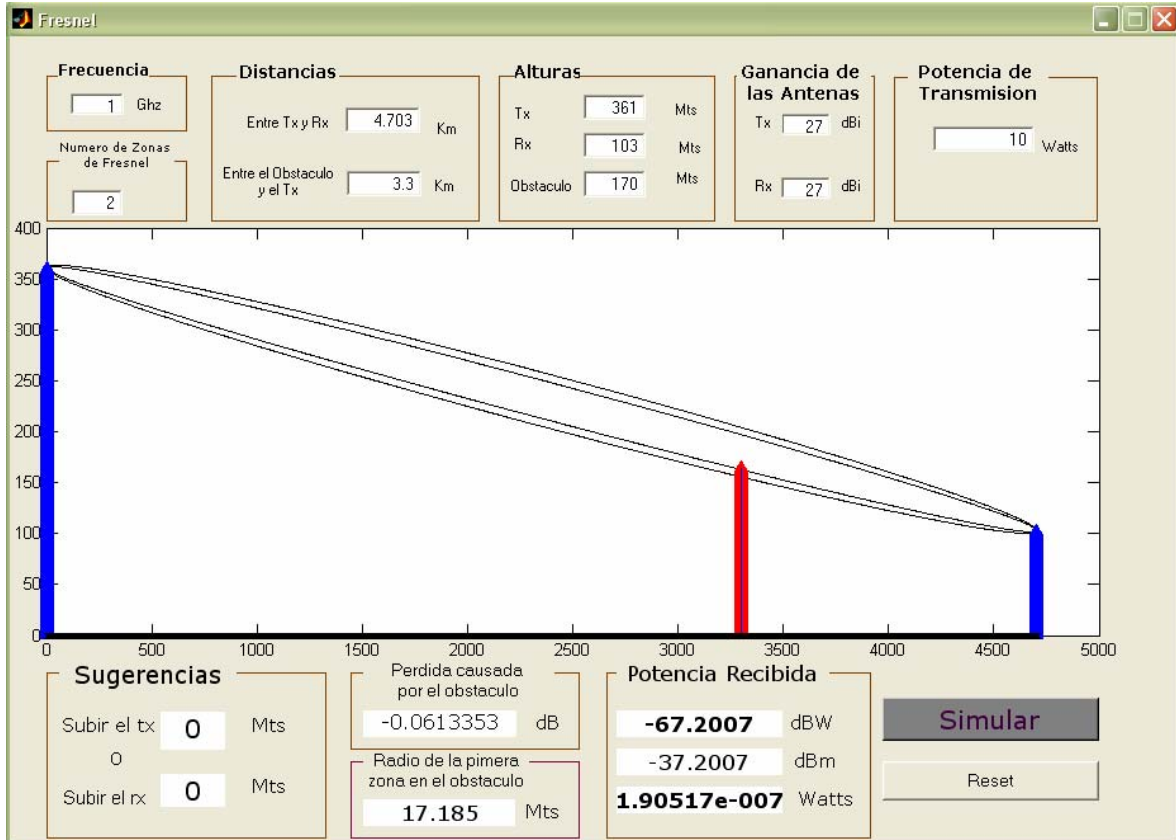


Figura 5.8 Enlace Simulado en MATLAB tomando en cuenta la sugerencia arrojada por enlace simulado en la figura 5.7.

En este caso podemos concluir que tomando en cuenta las sugerencias se puede obtener grandes mejoras en el enlace, y usando el simulador se pueden tener mas resultados que el software realizado por Hertz Mapper.

5.1.3.- Enlace simulado en Hertz Mapper con la misma altura de las antenas transmisora y receptora.

En este otro caso se tiene un enlace de 13.483 kilómetros y para las dos antenas se tiene la misma altura que es de 169 metros, la antena transmisora tiene una estructura de

10 metros mientras que la receptora de 18 metros, se tiene también un radio de la primera zona de Fresnel en el obstáculo de 19 metros y una potencia de recepción de -92.6 dBm.

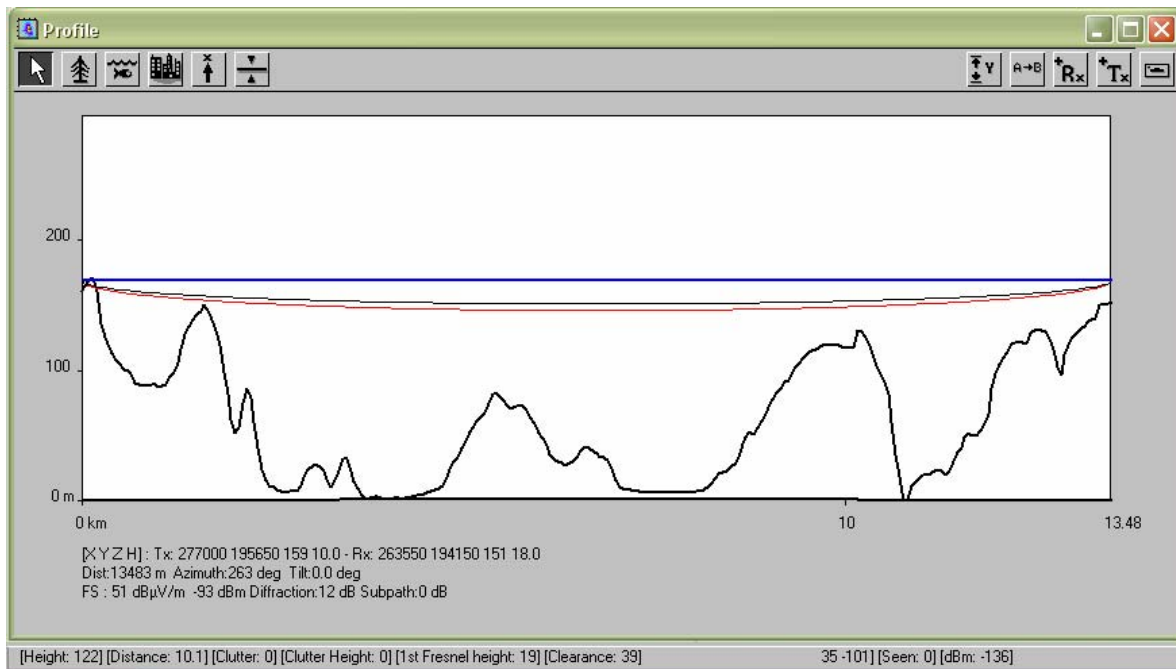


Figura 5.9 Simulación en Hertz Mapper con La misma altura de las 2 antenas a 2 GHz.

En el enlace se tiene la montaña mas alta a 10.1 kilómetros del transmisor con una altura de 122 metros, que a simple vista no daña de ninguna manera la potencia de recepción.

5.1.3.1.- Comparación del enlace realizado en Hertz Mapper con el enlace en MATLAB con la misma altura de las antenas.

El mismo enlace que en la sección 5.1.3 simulado en MATLAB se tiene que el radio de la primera zona de Fresnel de de 19.5 metros difiriendo medio metro con el software Hertz Mapper, así también se tiene una potencia de recepción de -52.43 dBm que son 40 dBm mas que el programa en Hertz Mapper. En este caso no se arrojó

sugerencia alguna debido a que no se daña naturalmente la primera zona de Fresnel en lo más mínimo.

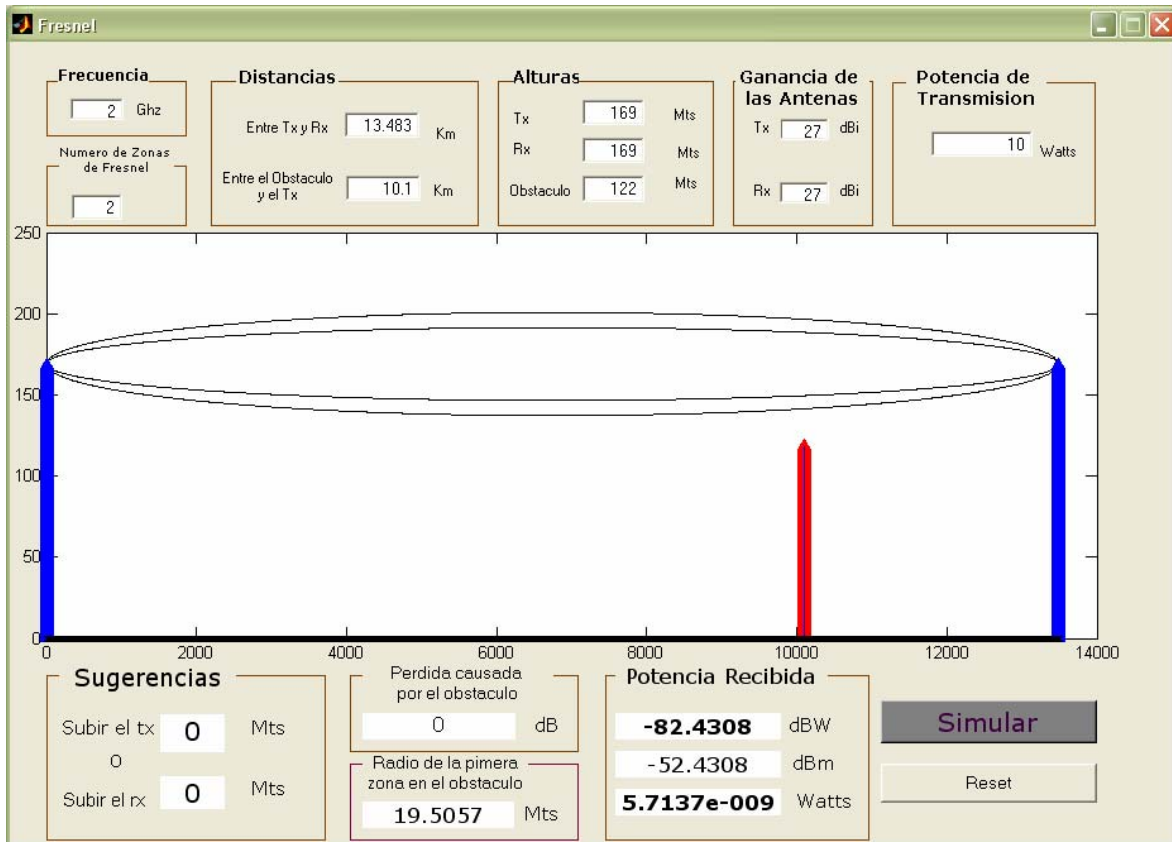


Figura 5.10 Enlace de la figura 5.9 simulado en MATLAB.

5.2.- Relación analítica de pruebas y resultados.

En esta sección se planea comparar analíticamente las pruebas aplicadas en este capítulo tomado en cuenta distintos factores como potencia de transmisión, frecuencia de la portadora, alturas de las antenas, altura y distancia del obstáculo con los diferentes resultados arrojados por los programas como potencia de recepción y radio de la primera zona de Fresnel.

En este capítulo se vieron 3 enlaces representados en la tabla 5.1 en la que se muestran sus distintas características todos trabajando con antenas de 27 dBi de ganancia.

Datos de Entrada						
Numero de prueba	Distancia entre las antenas	Frecuencia	Altura del Tx	Altura del Rx	Altura del Obstaculo	Distacia del Obs. al Tx
1	18.5 Km	1.7 GHz	90 m	150 m	99 m	7.3 Km
2	4.703 Km	1 GHz	151 m	103 m	170 m	3.3 Km
3	13.483 Km	2 GHz	169 m	169 m	122 m	10.1 Km

Tabla 5-1 Tabla de pruebas realizadas en Hertz Mapper y MATLAB.

Datos de Salida (Radios)		
Numero de prueba	Radio de la 1ra zona de Fresnel en Hertz Mapper	Radio de la 1ra zona de Fresnel en MATLAB
1	28 m	27.92 m
2	17 m	17.18 m
3	19 m	19.5 m

Tabla 5-2 Relación de Radios de la 1ra Zona de Fresnel de las 3 pruebas realizadas.

Como se puede observar en la tabla 5.2 se tienen radios muy similares para los dos programas teniendo la mayor diferencia en el tercer enlace cuando se trabajó con una frecuencia de 2 GHz mostrado en la tabla 5.1.

Datos de Salida (Potencias)		
Numero de prueba	Potencia de Recepción en Hertz Mapper	Potencia de Recepción en MATLAB
1	-63.8 dBm	-58.94 dBm
2	-42.1 dBm	-62.92 dBm
3	-92.6 dBm	-52.43 dbm

Tabla 5-3 Relación de las potencias de recepción de las 3 pruebas realizadas.

Por otro la potencia de recepción tiene diferencias en los distintos enlaces al usar frecuencias diferentes. En el primer enlace se tiene una diferencia de 5 dBm comparando entre los dos programas. En el segundo enlace se tiene una mayor diferencia trabajando en los 1.7 GHz de 20dBm y en el tercer enlace se tiene una diferencia de 40dBm cuando se trabaja a los 2 GHz. Esto es debido a que el programa Hertz Mapper no toma en cuenta a los obstáculos para el cálculo de la potencia de recepción.

