

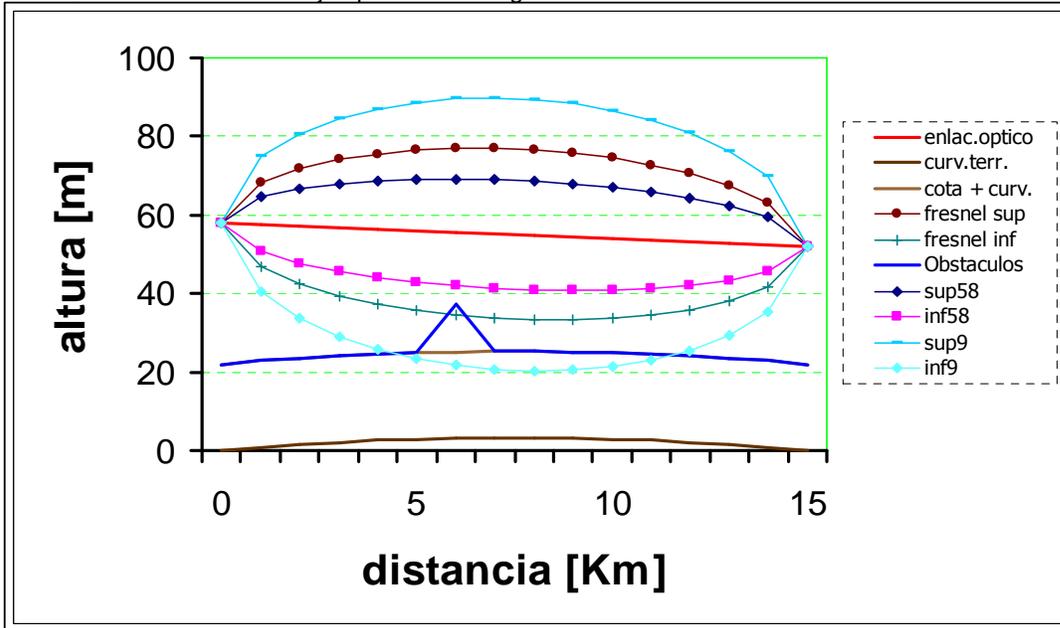
6 ELIPSOIDE DE FRESNEL

6.1 La señal de radio no viaja exclusivamente por una línea entre antena y antena sino que a medida que se aparta de la antena transmisora se forma un haz que se va expandiendo. Este haz circular tiene un radio llamado Radio de Fresnel y que depende también de la frecuencia utilizada.

6.2 De la otra punta, la antena receptora también recibe con un haz similar.

6.3 El conjunto del enlace, por un lado la potencia que emite el transmisor y la que recibe el receptor conforman una figura que es el "elipsoide de fresnel" que no es más que una argucia matemática para definir por donde vá la potencia de un lado al otro. Esto no tiene nada que ver con el tipo de antena utilizada, que veremos luego.

6.4 Vemos unos ejemplos en forma gráfica



Analizamos las distintas curvas:

Abajo (marron) es la curvatura de la tierra

Siguiente (azul) cota de 22m s.n.m. en zona plana

El pico representa un obstáculo de 12m

Mástiles de 36m en est. A y 30m en est B

Línea recta (roja) enlace óptico

Par de curvas cercanas al óptico: elipsoide de fresnel para 5,8 GHz

Par de curvas siguientes: elipsoide de fresnel para 2,4 GHz

Par de curvas exteriores: elipsoide de fresnel para 900 MHz

Vemos que:

En 900 MHz el elipsoide está cortado por la tierra lisa

En 2,4 GHz el obstáculo corta parte del elipsoide

En 5,8 GHz no hay obstáculo.

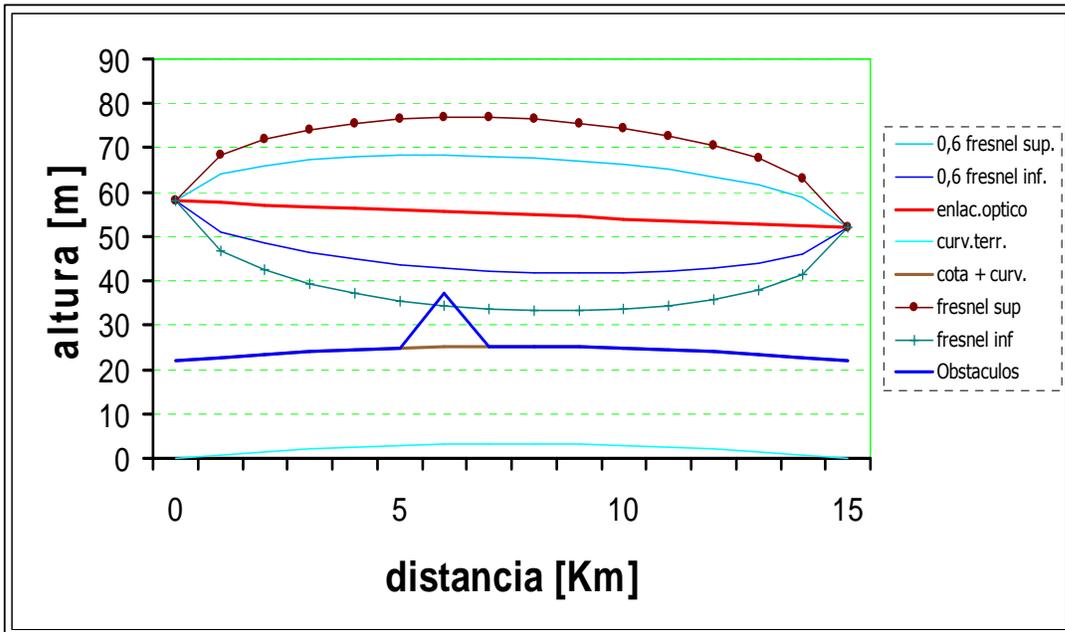
Conclusiones:

Para 900 MHz no alcanza la altura de los mástiles y el enlace no es óptico.

Para 2,4 GHz si bien el obstáculo molesta, podría funcionar si no se busca de conseguir el máximo rendimiento.

En 5,8 GHz podría andar perfectamente.

6.5 Veamos un segundo gráfico



La curva exterior es el elipsoide para el caso de 2,4 GHz.
En ella el Radio de Fresnel esta definido por la fórmula:

$$R_f = 17,32 * [(d_1 * d_2) / (d * f)] ^{1/2}$$

Para un punto separado d1 de la est A y d2 de la B en [Km]
Trabajando a la frecuencia f en [GHz] y una distancia de enlace d en [Km]
Rf es el radio de fresnel en [m]

Definimos ahora el "0,6 Rf" representado por las 2 curvas interiores. Se considera que por el tubo de radio 0,6 Rf circula el 90% de la potencia del enlace. No obstante obstáculos como el marcado, no harían bajar notablemente la señal que llega al receptor, pero sí al producirse reflexiones queda afectada la velocidad final.

Conclusion:

Nó a las obstrucciones dentro del 0,6 Rf
Mucho cuidado con las que estan entre el 0,6 Rf y el Rf.
Al diseñar el enlace relevar posibles obstrucciones al Rf tanto en el sentido vertical como en el horizontal (p.e. querer pasar entre 2 edificios)
Tener en cuenta la distancia y la banda de la frecuencia elegida

6.6 En el caso de tierra plana lisa, con mástiles similares en ambas estaciones, el valor más crítico está en el centro del enlace, no ocurre así cuando no se trata de tierra plana, por lo que es necesario relevar los obstáculos y las cotas en todo el trayecto, realizando la gráfica correspondiente.

6.7 Unos valores nos dan una visión de la importancia de este factor Rfmáx

d [Km]	915 MHz	2,4 GHz	5,8 GHz	alt x curvat terr [m]
1	9	6	4	0
10	29	18	11	4,2
100	90	56	36	200