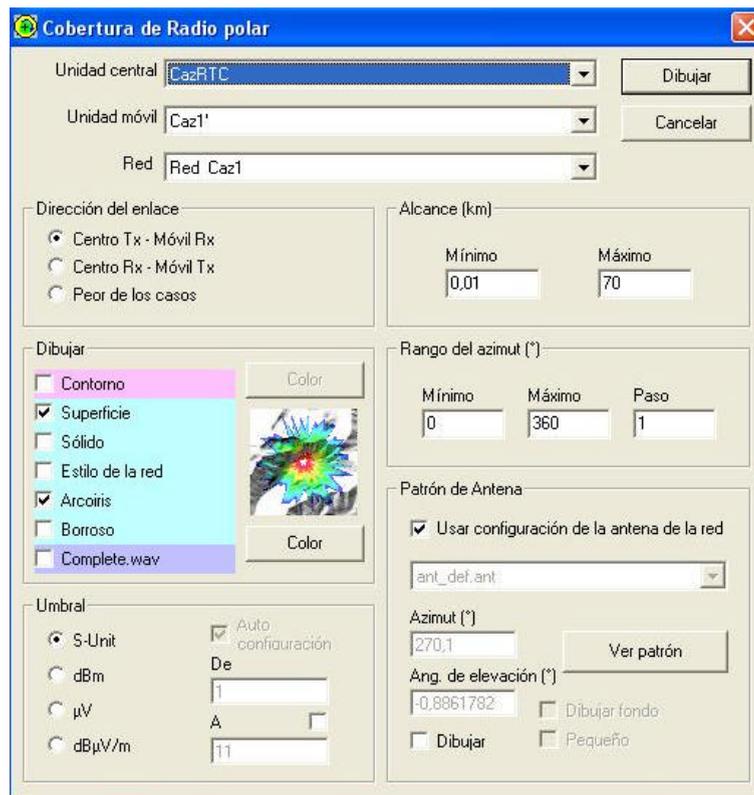


## 9. - ESTUDIOS DE COBERTURA Y OTRAS UTILIDADES DE RADIO MOBILE

### 9.1- DISTINTOS MÉTODOS Y CONCEPTOS DE COBERTURA RADIO

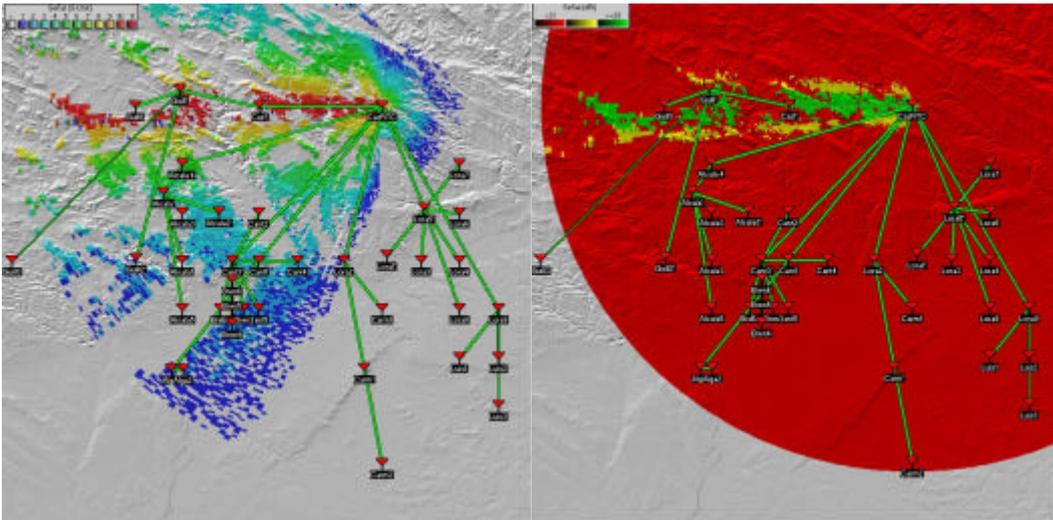
La herramienta Cobertura de Radio nos dibuja el área de cobertura ofrecida por una estación radio fija usando varias representaciones gráficas. La metodología usada es similar a la que emplea Radio Link excepto que el punto destino del enlace es una unidad móvil.

**Polar simple:** Se simula la cobertura para una única estación transmisora estática, realizando un barrido radial en torno a la misma de acuerdo a las coordenadas polares ( $\theta$ ,  $r$ ) marcadas. Se especifican los intervalos de alcance, rango del azimut y tamaño de paso. El sistema calcula radioenlaces en vanos lineales a incrementos programables del azimut y dentro de un determinado intervalo de distancias. El mapa representado puede mostrarnos el contorno del área de cobertura, su superficie, usar los colores del arcoiris para resaltar los distintos niveles o emplear los valores fijados en la pestaña “Estilo”. Para la definición de los umbrales medidos puede emplearse la unidad-S (relativa a la sensibilidad del receptor) o  $\mu\text{V}$ , dBm y  $\mu\text{V}/\text{m}$ . El plano de cobertura sólo puede superponerse al mapa de elevaciones original, nunca a las ampliaciones.



**Figura 9.1- Ventana “Cobertura de Radio polar”**

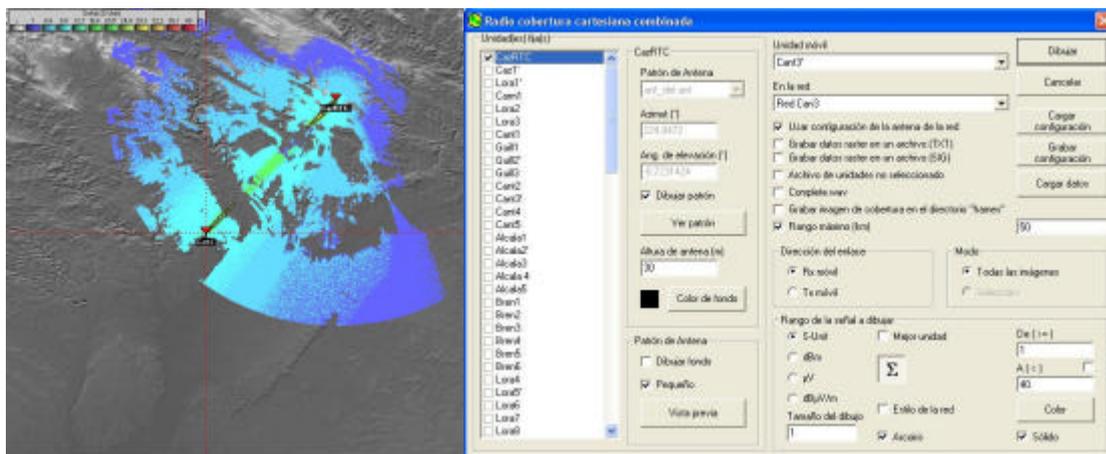
En la figura 9.2 vemos claramente cómo le resulta imposible a la señal transmitida desde CazRTC alcanzar a la unidad Guill1, motivo por el cual hemos tenido que instalar el repetidor Guill’ en nuestra red.



**Figura 9.2 - Área de cobertura de la antena direccional situada en CazRTC que cubre Caz1' representada usando la opción "Arcoiris" y "Estilo de la red"**

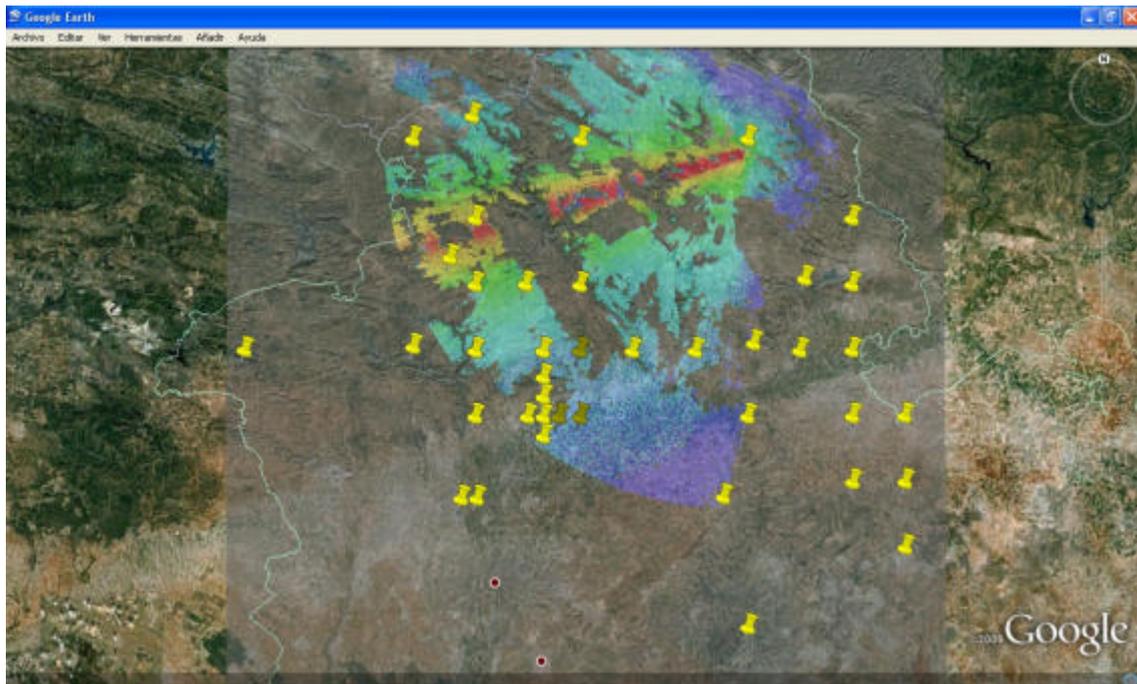
**Cartesiano combinado:** Este modo nos permite representar la cobertura dada por una o varias estaciones fijas a una unidad móvil, usando coordenadas cartesianas para ello. Al tratarse de varios equipos transmisores la cobertura que podemos representar puede ser la correspondiente a la señal combinada (S) o escoger la mejor señal recibida en cada caso. El mapa de cobertura sí puede aplicarse sobre imágenes ampliadas de la región.

En la estructura que nos ocupa este tipo de cobertura no aporta nada nuevo respecto a la cobertura polar simple debido a que nuestras antenas no son ni omnidireccionales ni sectoriales, sino altamente directivas con lo cual hablar de cobertura combinada no tiene mucho sentido. Otro de los motivos que secundan la teoría anterior es que en nuestro proyecto hemos optado por definir una red diferente por cada par de estaciones extremos de un radioenlace por lo que resulta imposible definir dos unidades fijas que hagan el papel de transmisor y que pertenezcan a una misma red para ver su efecto sobre la estación receptora.



**Figura 9.3 - Área de cobertura del nodo dispuesto en CazRTC y que cubre Cant3' resultado de la configuración mostrada en la ventana de la derecha**

Si nos centramos en la ventana de la aplicación nos damos cuenta de que son muchas las posibilidades que se nos ofrecen, pero una de ellas en concreto resulta especialmente interesante y es la correspondiente a la casilla “Grabar imagen de cobertura en el directorio frames”. Si la marcamos se genera un directorio con ese nombre dentro de la carpeta donde esté contenido el programa y en ella se crean 5 archivos con las siguientes extensiones: .bmp, .dat, .geo, .inf y .kml. Se nos ocurre por ejemplo abrir en Google Earth el mapa de cobertura combinada y superponerle una capa creada exportando todas las unidades de la red.



**Figura 9.4 - Mapa de cobertura dada por la antena de CazRTC que apunta a Alcalá4, representado en Google Earth y obtenido con la herramienta Cartesiano combinado de Radio Mobile**

**Fresnel:** A estas alturas creemos que ha quedado claro que la visibilidad en el diseño del radioenlace es fundamental para que la comunicación pueda llevarse a cabo. Es necesario realizar estudios de LOS (Line of Sight) para comprobar la viabilidad de establecer un enlace entre dos emplazamientos. En Radio Mobile esta circunstancia queda reflejada en la importancia de la existencia de un despejamiento suficiente de la primera zona de Fresnel que tanto se ha resaltado en el estudio de la herramienta “Enlace de Radio”. En ese apartado nos limitábamos a ver el efecto de obstaculizar el área Fresnel en situaciones punto a punto pero con la cobertura Fresnel vamos más allá.

Nos permite representar con un único color la superficie del mapa de elevaciones que cumplen con un intervalo de despejamiento de F1 determinado, fijando previamente la unidad central y la móvil. En la figura 9.5 vemos concretamente el valor asociado al radioenlace entre CazRTC y Caz1'. Si comparamos con la figura 5.6 nos cuadra con lo anterior que Caz1' se encuentre en el límite de la zona azul.

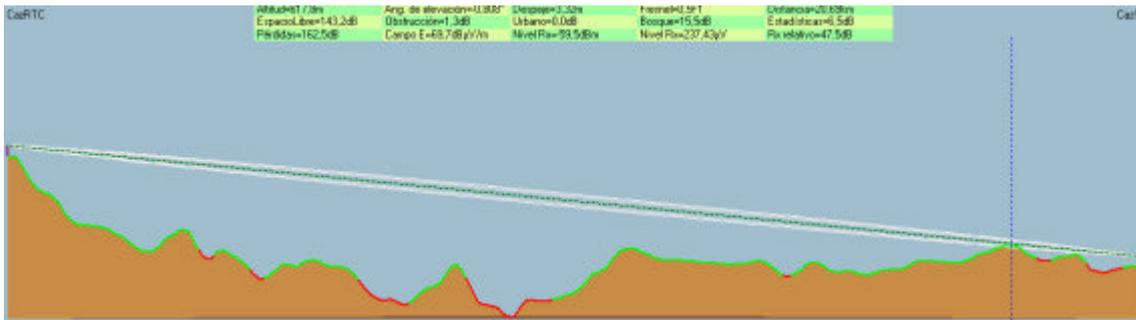


Figura 9.5 – Enlace CazRTC - Caz1 con un valor mínimo de despeje de 0,5 F1

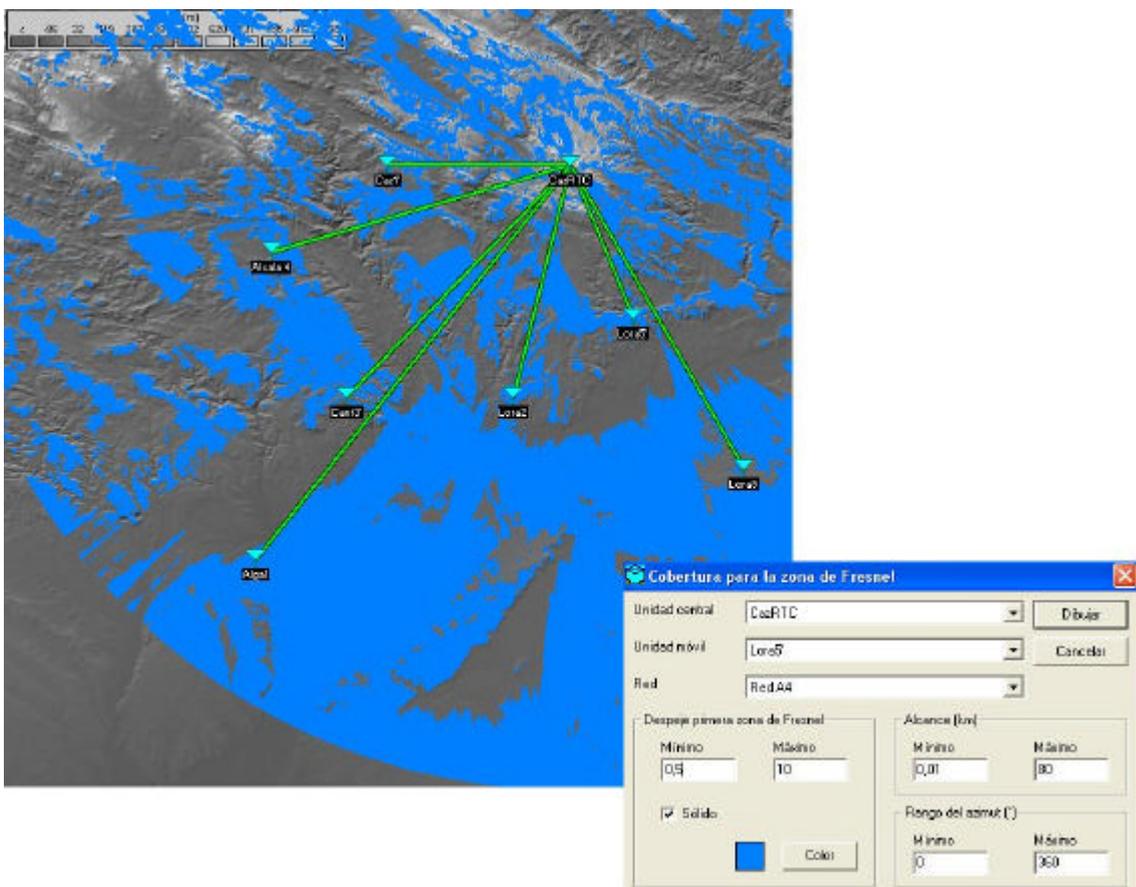
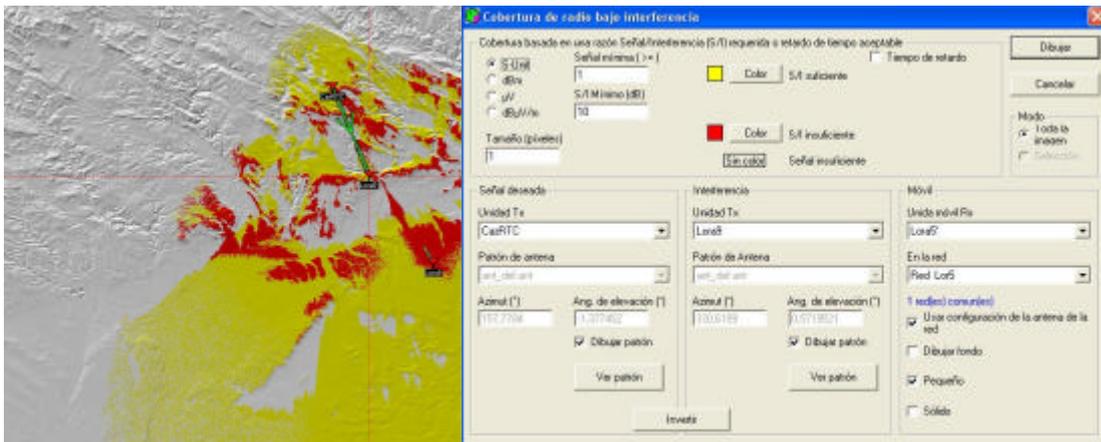


Figura 9.6 – Cobertura Fresnel entre la RNC y los nodos B concentradores

**Interferencia:** Si queremos analizar algún punto de la estructura de red donde sospechamos que pueden producirse dificultades en la comunicación debido problemas de interferencia nos será muy útil esta herramienta. Si fijamos un nivel mínimo de señal requerido y establecemos un margen de interferencia exigido podremos representar un mapa que nos muestre las zonas que mantengan una relación señal/ruido aceptable y las que no.

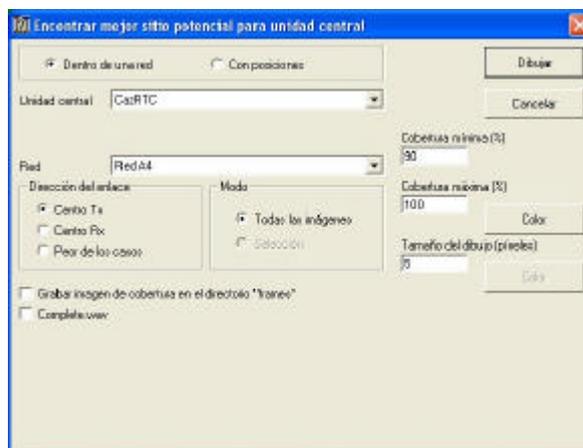
Para ver un ejemplo de mapa de interferencia definiremos una red hipotética compuesta por el nodo CazRTC que hace el rol de unidad de control y dos unidades subordinadas, una de ellas es Lora5' a la cual apunta la antena de CazRTC y la otra es Lora9 que está radiando en dirección al nodo de control e interfiriendo por lo tanto a Lora5' que se encuentra a mitad de camino entre ambos.

En la figura 9.7 observamos que la localización real de Lora5' estaría en la franja límite entre el área roja (la relación S/I es insuficiente) y el área amarilla (S/I suficiente).

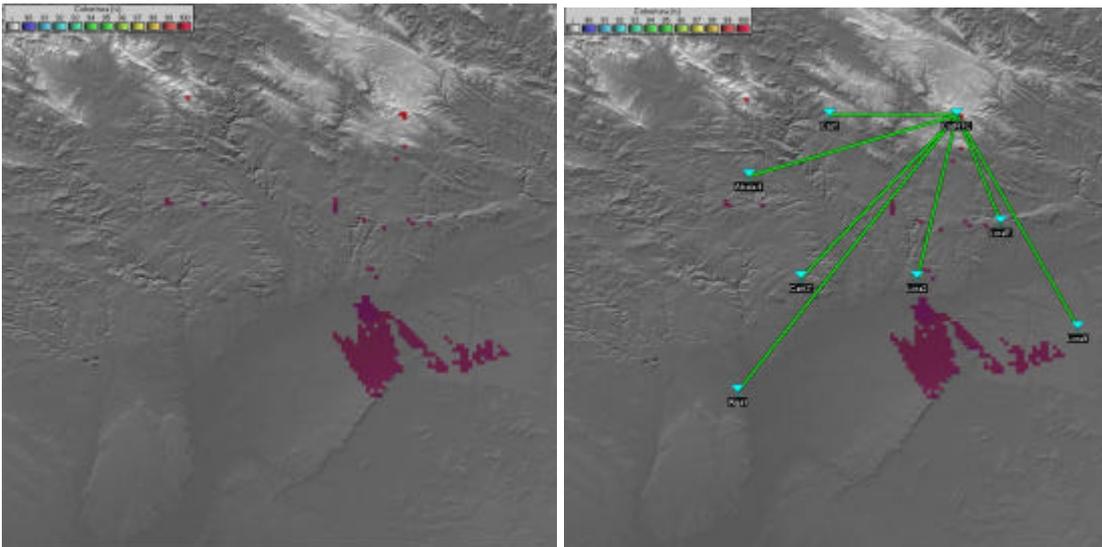


**Figura 9.7 – Ejemplo de mapa de interferencia producido por Lora9 sobre el radioenlace CazRTC – Lora 5'**

**Encontrar el mejor sitio:** Su función es localizar el mejor emplazamiento para una antena transmisora que definimos como “unidad central” con el objetivo de ofrecer el mayor porcentaje de cobertura posible a un conjunto de equipos terminales receptores. Creamos una red que contenga sólo y exclusivamente los nodos B concentradores y donde el sistema de CazRTC es sustituido por uno con una antena omnidireccional. En la figura 9.9 se observan coloreados los puntos en los cuales podríamos situar nuestra RNC para que la cobertura oscile entre el 99% y el 100% y distinguimos que una de las posiciones señaladas por la herramienta coincide con la que habíamos determinado desde el inicio.



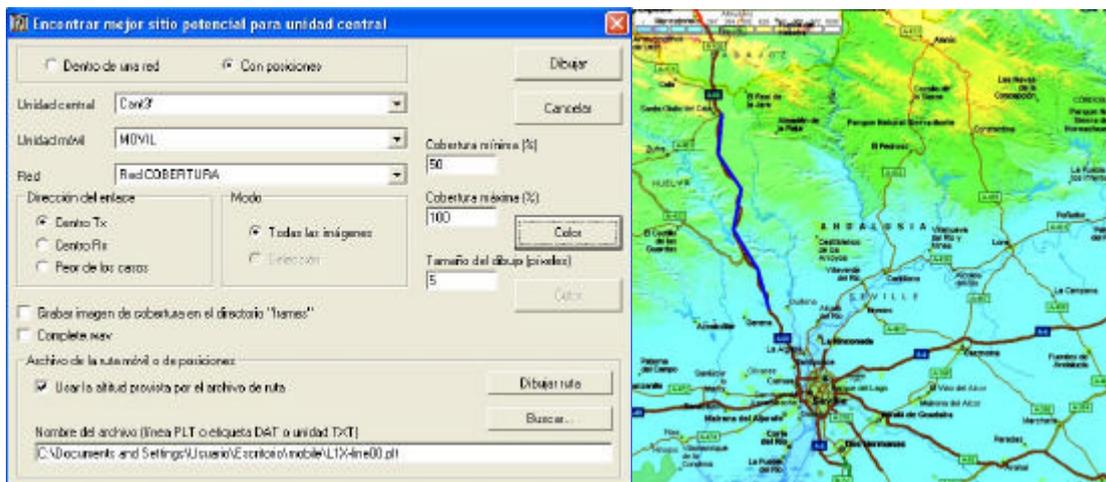
**Figura 9.8 – Ventana “Encontrar el mejor sitio” dentro de una red**



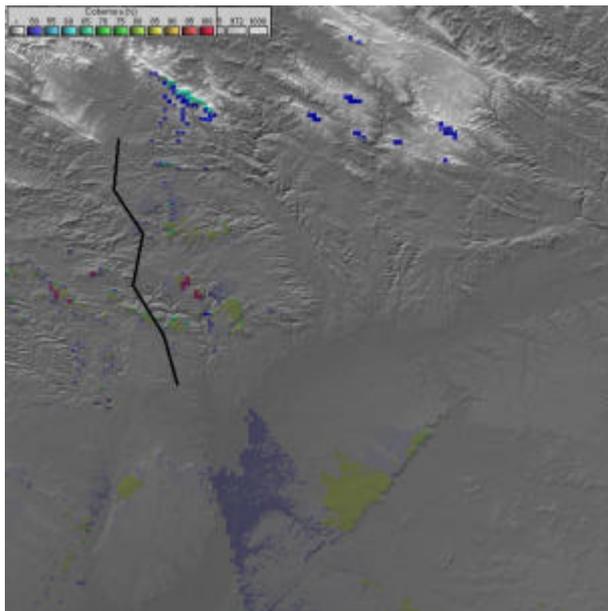
**Figura 9.9 – Mapa de cobertura “encontrar el mejor sitio” para CazRTC**

La ventana de la figura 9.8 nos ofrece dos posibilidades. La primera es la que hemos visto anteriormente, en la que los puntos de interés corresponden a las localizaciones de unidades pertenecientes a una red definida. La otra opción está orientada a cubrir puntos sueltos de mapa de trabajo, teniendo que definir para ello una serie de posiciones que pueden considerarse como situaciones independientes marcadas con etiquetas o constituir una ruta.

Definimos una nueva red compuesta por el nodo B Cant3' que ejercerá el papel de unidad central y por una nueva unidad que nombramos como MOVIL, asignándole a ambos un nuevo equipo llamado Sistema 2 en el que el patrón de la antena pasa a ser omnidireccional. Con la herramienta Editor de objeto creamos una ruta que se supone será la que siga la unidad móvil en su desplazamiento. Usando “Encontrar el mejor sitio” obtendremos un mapa que nos indicará para cada posición el porcentaje de cobertura que podemos conseguir al intentar cubrir dicha ruta si el nodo Cant3' se emplaza en ese sitio. El plano de cobertura obtenido podemos verlo en la figura 9.11.

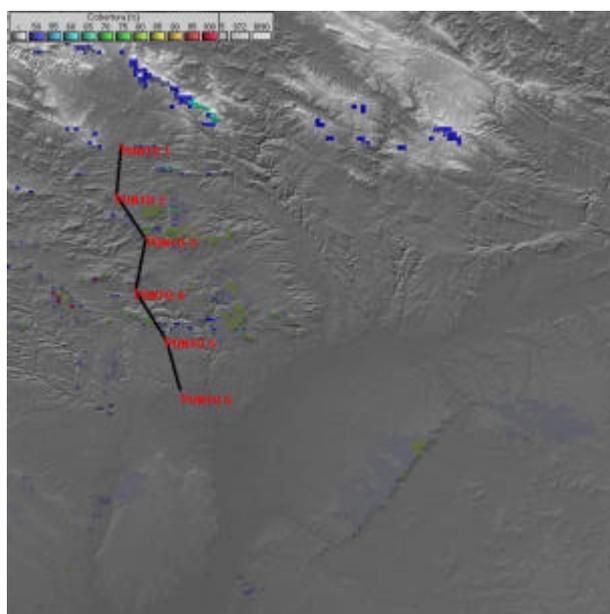


**Figura 9.10 – Herramienta “encontrar el mejor sitio” aplicada a una ruta**



**Figura 9.11 – Mapa de las mejores localizaciones para Cant3' con el objetivo de cubrir la ruta señalada con un porcentaje de cobertura determinado**

En el caso de que lo que creamos con el Editor de objeto no sea un fichero de línea sino de etiquetas (.dat) y las marquemos prácticamente indicando el mismo trazo que en el ejemplo anterior, el mapa será similar al del caso de la ruta pero no idéntico, ya que lo que importa en este caso no es el camino que sigue la unidad móvil sino las posiciones aisladas que se han etiquetado.



**Figura 9.12 – Mapa de las mejores localizaciones para Cant3' con el objetivo de cubrir una serie de posiciones independientes marcadas por etiquetas**

**Ruta:** Sirviéndonos de la ruta generada en el apartado anterior, podemos estudiar la cobertura ofrecida por Cant3' desde su localización original a la unidad MOVIL en su desplazamiento a lo largo de ese camino. Del mismo modo que cuando llevábamos a cabo el estudio del enlace radio, al mapa de trabajo se le superpondrá una ventana que nos permite mover la unidad móvil a lo largo de la ruta y ver los resultados asociados al radioenlace con Cant3' originado en cada lugar del trayecto.

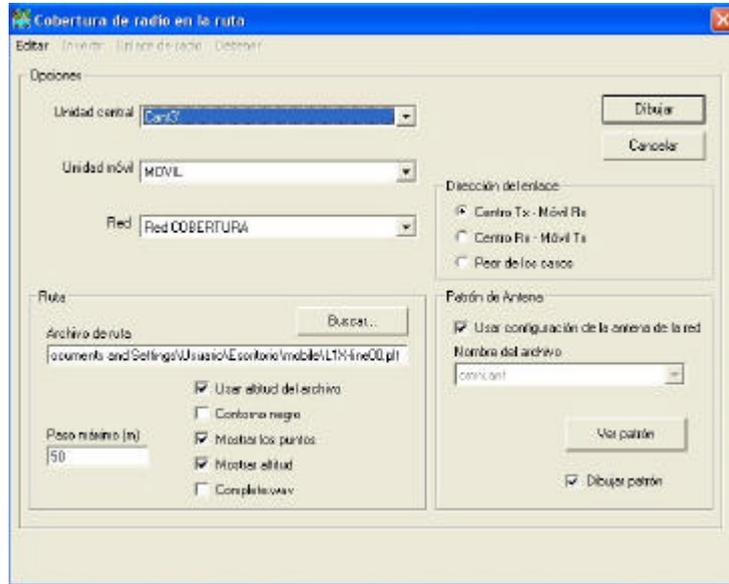


Figura 9.13 – Ventana “Cobertura de radio en la ruta”

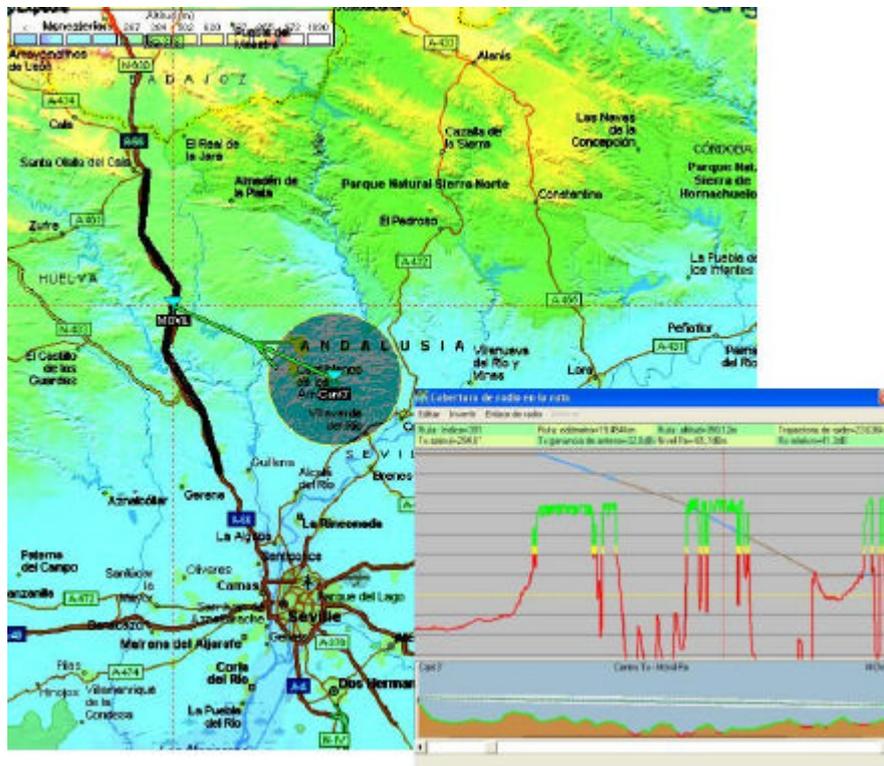


Figura 9.14 – Cobertura en la ruta seguida por la unidad móvil

La figura 9.14 nos puede servir para mejorar nuestra comprensión de la herramienta. Se trata de la posibilidad de estudiar un radioenlace, tal y como lo hacíamos con Radio Link, sólo que el receptor es una unidad móvil que se desplaza sobre una línea fijada con anterioridad.

## 9.2 – EDITOR DE OBJETO: CREACIÓN DE LÍNEAS Y ETIQUETAS

En el menú Herramientas > Editor de objeto podemos crear dos tipos de ficheros. Si definimos una línea el archivo que generamos tiene extensión “.plt”. Los pasos para ello son:

- Seleccionar Archivo > Nuevo > Líneas.
- Elegir el color y la anchura del trazo.
- Ir haciendo clic sobre la imagen del mapa para ir añadiendo las coordenadas de la secuencia de puntos que al unirse formarán la línea.
- Cuando hayamos terminado el recorrido hacer clic en “Detener añadir” y para ver el camino creado seleccionar “Dibujar” en el menú superior.

Pueden crearse varias secuencias en un mismo fichero, lo que permite que se generen líneas independientes entre sí. Con “Iniciar Próxima Secuencia” comenzamos un nuevo recorrido diferente al anterior. En el ejemplo de la figura 9.15 vemos que se han trazado dos trayectos que se superponen a dos de las carreteras que atraviesan la provincia. No hay que olvidarse de grabar la ruta para que podamos usarla posteriormente en la representación del plano de cobertura.

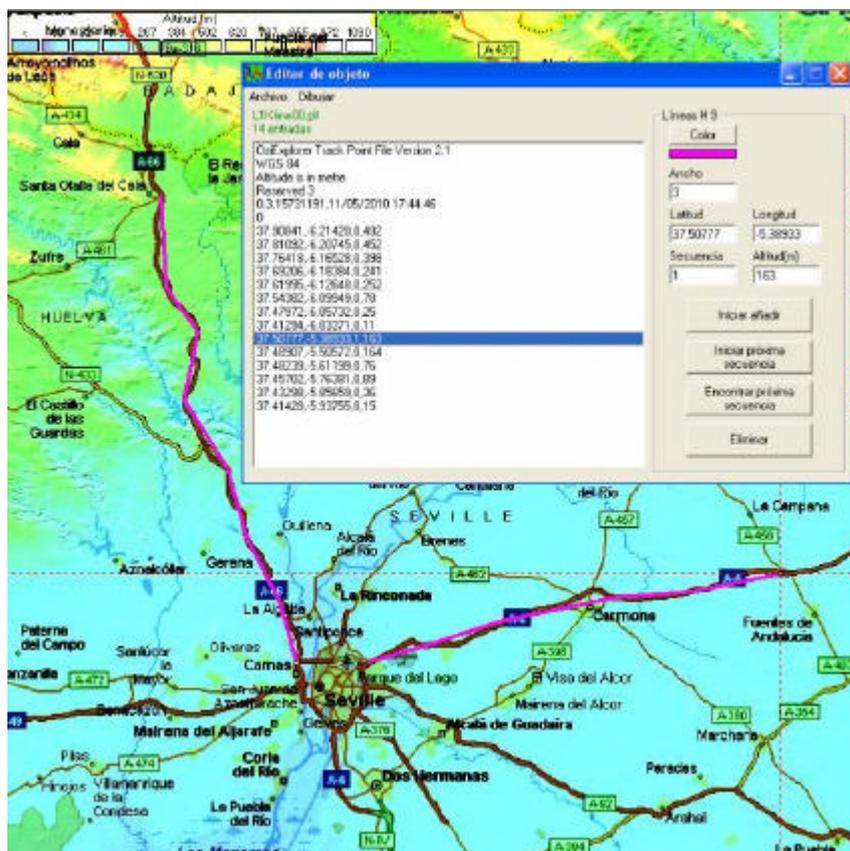


Figura 9.15 – Creación de un fichero “.plt” compuesto por 2 secuencias

Si lo que buscamos no es fijar una ruta sino una serie de coordenadas inconexas entre si el procedimiento es muy similar a lo que se ha explicado para el caso de las líneas.

- Seleccionar Archivo > Nuevo > Etiquetas (“Labels”).
- Hacer clic sobre el mapa de elevaciones para añadir una nueva etiqueta. Podemos variar el color de la fuente, el color de fondo o hacerlo transparente, el texto y la posición en la que aparecerá respecto al punto marcado.
- Cuando finalicemos marcamos “Detener añadir” y con “Dibujar” vemos como ha quedado. Con “Grabar” guardamos el objeto en un fichero del tipo “.dat”.

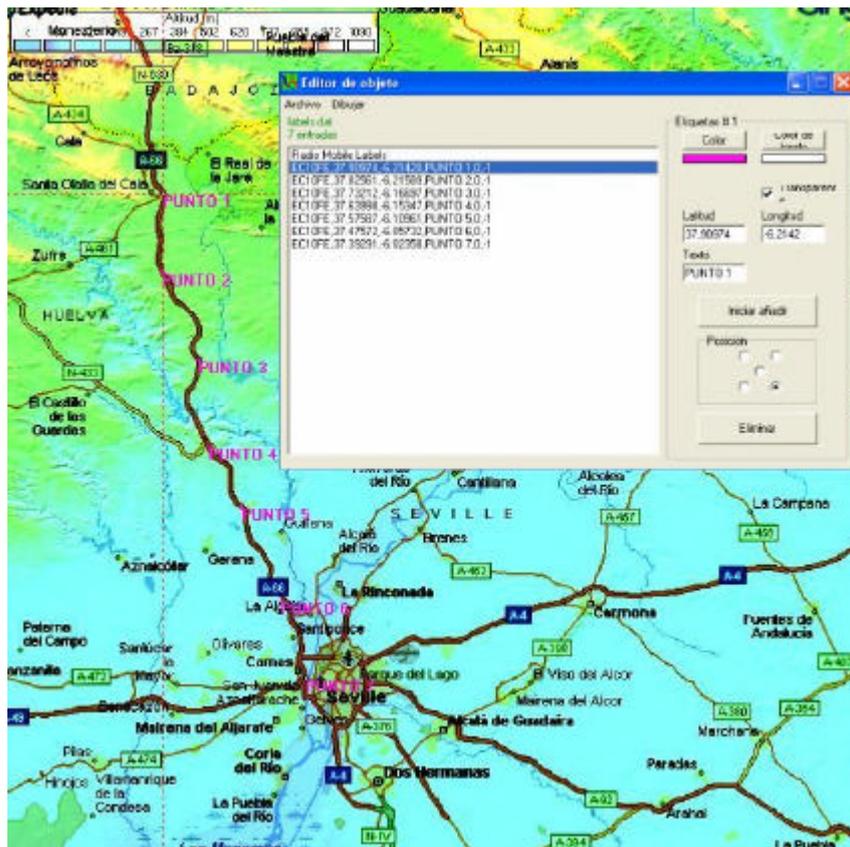


Figura 9.16 – Creación de un fichero “.dat”

### 9.3 – COBERTURA VISUAL, HORIZONTE VISIBLE Y REPORTE DE RED

**Cobertura visible:** Partiendo de una unidad transmisora determinada, es posible conocer, para cada valor del azimut, la distancia máxima visible. Hay que concretar las alturas sobre el suelo del sensor de medida y del objetivo a medir.

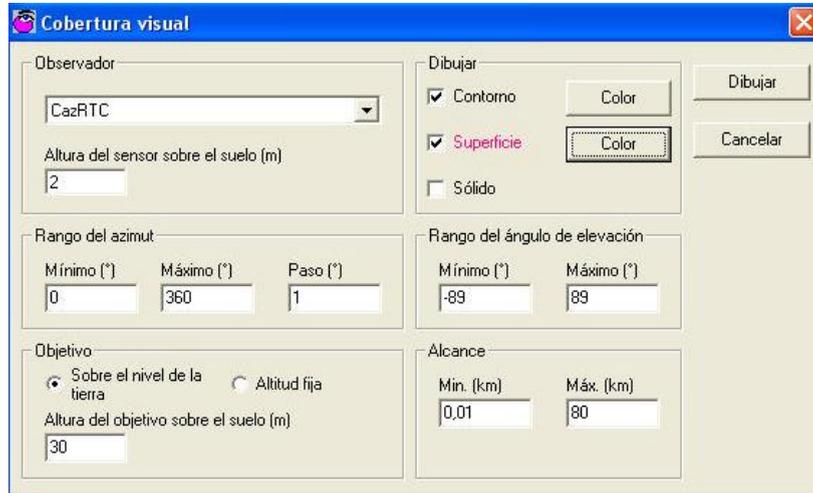


Figura 9.17 – Ventana de “Cobertura visual”

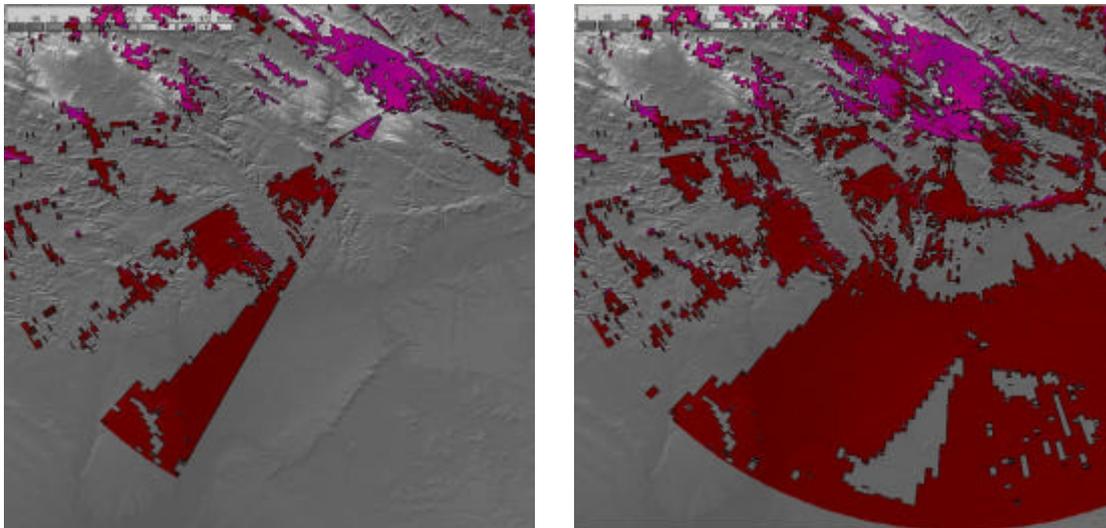


Figura 9.18 – Comparativa de los mapas de cobertura visual para una altura del sensor observador sobre el suelo de 2 m frente a 30 m

**Horizonte visible:** Trabaja de forma similar a la Cobertura visible. Partiendo de una estación que haga de transmisor y estableciendo una altitud para el punto desde el que “miramos” al horizonte nos calcula para cada valor del azimut, el ángulo de elevación concreto para la antena emisora que se corresponde con la máxima altitud para la que tenemos visibilidad en esa dirección. La aplicación nos permite exportar los datos a un fichero de texto y la lectura es mucho más sencilla.



Figura 9.19 – Valores del ángulo de elevación de la antena situada en CazRTC correspondientes a los puntos de altura máxima visible

horizonte.txt - Bloc de notas									
Archivo Edición Formato Ver Ayuda									
observar desde	Latitud(°)	Longitud(°)	Altitud(m)	Altura del sensor(m)	Altura del objetivo(m)				
CazRTC	37°55'31"N	005°36'04"O	875,7	0030,0	0030,0				
Azmut (°)	Ángulo de elevación (°)	Distancia (km)		Latitud	Longitud	Altitud(m)			
000	-00,842	014,212	38°03'43"N	005°36'07"O	0681,0				
001	-00,850	014,915	38°03'34"N	005°35'55"O	0681,0				
002	-00,844	014,767	38°03'29"N	005°35'49"O	0680,0				
003	-00,867	014,321	38°03'14"N	005°35'36"O	0705,0				
004	-00,893	014,173	38°03'10"N	005°35'24"O	0682,0				
005	-00,900	017,883	38°03'10"N	005°35'00"O	0579,0				
006	-00,886	017,957	38°03'10"N	005°34'48"O	0571,9				
007	-00,866	011,502	38°03'43"N	005°35'12"O	0682,9				
008	-00,906	011,427	38°03'38"N	005°35'00"O	0659,9				
009	-00,906	020,332	38°03'22"N	005°33'59"O	0539,0				
010	-00,906	011,353	38°03'33"N	005°34'48"O	0686,0				
011	-00,900	011,205	38°03'29"N	005°34'42"O	0709,0				
012	-00,886	011,131	38°03'24"N	005°34'30"O	0719,0				
013	-00,866	020,109	38°03'07"N	005°33'05"O	0556,0				
014	-00,906	020,258	38°03'07"N	005°32'46"O	0551,9				
015	-00,906	020,033	38°03'58"N	005°32'34"O	0532,0				
016	-00,906	020,109	38°03'58"N	005°32'22"O	0527,0				
017	-00,900	020,033	38°03'33"N	005°32'10"O	0549,0				
018	-00,906	012,140	38°03'57"N	005°33'28"O	0701,0				
019	-00,866	013,208	38°02'17"N	005°33'11"O	0655,0				
020	-00,866	012,140	38°03'53"N	005°33'11"O	0667,0				
021	-00,866	012,466	38°03'48"N	005°33'05"O	0677,0				
022	-00,866	012,392	38°03'43"N	005°32'58"O	0683,0				
023	-00,900	018,254	38°04'30"N	005°31'15"O	0536,0				
024	-00,900	012,244	38°03'33"N	005°32'40"O	0662,0				
025	-00,866	012,169	38°03'29"N	005°32'34"O	0659,0				

Figura 9.20 – Resultados de la figura 9.19 exportados al bloc de notas

Además de las simulaciones de cobertura, es posible llevar a cabo estudios de triangulación, mediante la herramienta Caza del zorro y realizar el cálculo del HAAT (Height Above Average Terrain) para el análisis de la cobertura de redes VHF y UHF de radiodifusión.

**Reporte de red:** Es otra de las “Herramientas” que nos ofrece Radio Mobile. Se trata de un informe de red que podemos guardar como un documento de texto o imprimirlo directamente. En el anexo vemos el reporte de nuestra estructura definitiva.

El fichero se organiza en los siguientes bloques:

- 1.- Información general ? Nombre del archivo de red (.net) y del mapa (.map), coordenadas del centro y tamaño del mapa.
- 2.- Información de las unidades ? Nombre, ubicación y altitud.

3.- Información de los distintos sistemas ? Nombre del equipo, potencia transmitida, pérdidas, umbral de recepción, ganancia y tipo de antena.

4.- Información de cada una de las redes definidas ? Topología, parámetros de funcionamiento y miembros que componen la red.

#### 9.4 – RESULTADOS DE COBERTURA POLAR PARA NUESTRA RED DE NODOS B CONCENTRADORES

