



PLANIFICACION DE REDES DE RADIOFRECUENCIA UTILIZANDO EL SOFTWARE RADIOMOBILE

Realizado Por: Juan Carlos Andrade

1.- OBJETIVOS.

- Realizar la Planificación y el diseño de una red interuniversitaria de banda ancha inalámbrica que soporte datos y VoIP.
- Desarrollar criterios de diseño para la elección de los diferentes parámetros de los componentes de la red, a fin de alcanzar los resultados deseados, optimizando los recursos disponibles.
- Realizar el cálculo de capacidad de cada enlace en función al número de usuarios y parámetros estadísticos establecidos.

2.- INTRODUCCIÓN

En este proyecto se realizara un estudio de radio propagación, en donde se escogerá la zona óptima dentro de esta región para establecer un enlace punto a punto y cobertura. Para esto se realizará análisis de propagación, y un reporte del costo de infraestructura necesaria (enlace de SHF, para transportar la información hacia la red formada entre las universidades ESPE, PUCE, UCE, UIDE, Inst. Rumiñahui, Colegio Paulo VI, UDLA. Además se verificará que tengan una buena calidad de servicio, también se evaluarán los posibles puntos geográficos impuestos por nosotros para ubicar los enlaces de la red como repetidores para mejora de nuestra red.

3.-DESARROLLO

Calcule la capacidad necesaria para cada enlace, a partir de los datos de las instituciones participantes.

$$\left. \begin{array}{l} \text{Uplink}=150 \text{ [Kbps]} \\ \text{Downlink}=300\text{[Kbps]} \end{array} \right\} 450\text{[Kbps]}$$

- **ESPE:**

Número de usuarios=72

En la Hora Cargada → 4.21 llamadas/hora

Duración c/llamada=175seg=0.048611horas

PB=5%

$$A = \frac{\#usuarios * \frac{\#llamadas}{hora} * duracion\ c/llamada[horas]}{1\ hora(HC)}$$

$$A = \frac{72usuarios * \frac{4.21\ llamadas}{hora} * 0.048611[horas]}{1\ hora(HC)}$$

$$A = 14.73 \text{ [Erlang]}$$

$$PB(14.73\ Erlang, \# canales) = 5\%$$

segun la tabla Erlang B \rightarrow #canales = 20

$$\begin{aligned} \text{Tasa Minima} &= 450[Kbps] * \#canales = 450[Kbps] * 20canales = 9000[Kbps] \\ &= 9[Mbps] \end{aligned}$$

- **UCE:**

Número de usuarios=56

En la Hora Cargada \rightarrow 1.22 llamadas/hora

Duración c/llamada=120seg=0.033333horas

PB=5%

$$A = \frac{\#usuarios * \frac{\#llamadas}{hora} * duracion\ c/llamada[horas]}{1\ hora(HC)}$$

$$A = \frac{56usuarios * \frac{1.22\ llamadas}{hora} * 0.033333[horas]}{1\ hora(HC)}$$

$$A = 2.27 \text{ [Erlang]}$$

$$PB(2.27\ Erlang, \# canales) = 5\%$$

segun la tabla Erlang B \rightarrow #canales = 6

$$\begin{aligned} \text{Tasa Minima} &= 450[Kbps] * \#canales = 450[Kbps] * 6canales = 2700[Kbps] \\ &= 2.7[Mbps] \end{aligned}$$

- **UIDE:**

Número de usuarios=42

En la Hora Cargada → 2.36 llamadas/hora

Duración c/llamada=145seg=0.040278horas

PB=5%

$$A = \frac{\#usuarios * \frac{\#llamadas}{hora} * duracion\ c/llamada[horas]}{1\ hora(HC)}$$

$$A = \frac{42usuarios * \frac{2.36\ llamadas}{hora} * 0.040278[horas]}{1\ hora(HC)}$$

$$A = 4[\text{Erlang}]$$

$$PB(4\ Erlang, \# canales) = 5\%$$

segun la tabla Erlang B → #canales = 8

$$\begin{aligned} \text{Tasa Minima} &= 450[\text{Kbps}] * \#canales = 450[\text{Kbps}] * 8canales = 3600[\text{Kbps}] \\ &= 3.6[\text{Mbps}] \end{aligned}$$

- **PUCE:**

Número de usuarios=50

En la Hora Cargada → 2.05 llamadas/hora

Duración c/llamada=130seg=0.036111horas

PB=5%

$$A = \frac{\#usuarios * \frac{\#llamadas}{hora} * duracion\ c/llamada[horas]}{1\ hora(HC)}$$

$$A = \frac{50usuarios * \frac{2.05\ llamadas}{hora} * 0.036111[horas]}{1\ hora(HC)}$$

$$A = 3.701[\text{Erlang}]$$

$$PB(3.701\ Erlang, \# canales) = 5\%$$

segun la tabla Erlang B → #canales = 7

$$\begin{aligned} \text{Tasa Minima} &= 450[\text{Kbps}] * \#canales = 450[\text{Kbps}] * 7canales = 3150[\text{Kbps}] \\ &= 3.15[\text{Mbps}] \end{aligned}$$

- **UDLA:**

Número de usuarios=36

En la Hora Cargada → 1.87 llamadas/hora

Duración c/llamada=80seg=0.022222horas

PB=5%

$$A = \frac{\#usuarios * \frac{\#llamadas}{hora} * duracion\ c/llamada[horas]}{1\ hora(HC)}$$

$$A = \frac{36usuarios * \frac{1.87\ llamadas}{hora} * 0.022222[horas]}{1\ hora(HC)}$$

$$A = 1.4959[Erlang]$$

$$PB(1.4959\ Erlang, \# canales) = 5\%$$

segun la tabla Erlang B → #canales = 4

$$\begin{aligned} Tasa\ Minima &= 450[Kbps] * \#canales = 450[Kbps] * 4canales = 1800[Kbps] \\ &= 1.8[Mbps] \end{aligned}$$

- **Instituto Rumiñahui:**

Número de usuarios=36

En la Hora Cargada → 1.13 llamadas/hora

Duración c/llamada=100seg=0.027778horas

PB=5%

$$A = \frac{\#usuarios * \frac{\#llamadas}{hora} * duracion\ c/llamada[horas]}{1\ hora(HC)}$$

$$A = \frac{36usuarios * \frac{1.13\ llamadas}{hora} * 0.027778[horas]}{1\ hora(HC)}$$

$$A = 1.13[Erlang]$$

$$PB(1.13 \text{ Erlang}, \# \text{ canales}) = 5\%$$

segun la tabla Erlang B \rightarrow #canales = 4

$$\begin{aligned} \text{Tasa Minima} &= 450[\text{Kbps}] * \# \text{canales} = 450[\text{Kbps}] * 4 \text{canales} = 1800[\text{Kbps}] \\ &= \mathbf{1.8[\text{Mbps}]} \end{aligned}$$

- **Colegio Paulo VI:**

Número de usuarios=30

En la Hora Cargada \rightarrow 0.85 llamadas/hora

Duración c/llamada=110seg=0.030556horas

PB=5%

$$A = \frac{\# \text{usuarios} * \frac{\# \text{llamadas}}{\text{hora}} * \text{duracion c/llamada}[\text{horas}]}{1 \text{ hora}(\text{HC})}$$

$$A = \frac{50 \text{ usuarios} * \frac{0.85 \text{ llamadas}}{\text{hora}} * 0.030556[\text{horas}]}{1 \text{ hora}(\text{HC})}$$

$$A = \mathbf{0.779[\text{Erlang}]}$$

$$PB(0.779 \text{ Erlang}, \# \text{ canales}) = 5\%$$

segun la tabla Erlang B \rightarrow #canales = 3

$$\begin{aligned} \text{Tasa Minima} &= 450[\text{Kbps}] * \# \text{canales} = 450[\text{Kbps}] * 3 \text{canales} = 1350[\text{Kbps}] \\ &= \mathbf{1.35[\text{Mbps}]} \end{aligned}$$

- **Colegio Paulo VI:**

Número de usuarios=30

En la Hora Cargada \rightarrow 0.85 llamadas/hora

Duración c/llamada=110seg=0.030556horas

PB=5%

$$A = \frac{\# \text{usuarios} * \frac{\# \text{llamadas}}{\text{hora}} * \text{duracion c/llamada}[\text{horas}]}{1 \text{ hora}(\text{HC})}$$

$$A = \frac{50 \text{ usuarios} * \frac{0.85 \text{ llamadas}}{\text{hora}} * 0.030556 [\text{horas}]}{1 \text{ hora} (HC)}$$

$$A = 0.779 [\text{Erlang}]$$

$$PB(0.779 \text{ Erlang}, \# \text{ canales}) = 5\%$$

$$\text{segun la tabla Erlang B} \rightarrow \# \text{ canales} = 3$$

$$\begin{aligned} \text{Tasa Minima} &= 450 [\text{Kbps}] * \# \text{ canales} = 450 [\text{Kbps}] * 3 \text{ canales} = 1350 [\text{Kbps}] \\ &= 1.35 [\text{Mbps}] \end{aligned}$$

- **Concentrador Mira valle:**

Número de usuarios=14

En la Hora Cargada → 0.27 llamadas/hora

Duración c/llamada=180seg=0.05horas

PB=5%

$$A = \frac{\# \text{ usuarios} * \frac{\# \text{ llamadas}}{\text{hora}} * \text{ duracion c/llamada} [\text{horas}]}{1 \text{ hora} (HC)}$$

$$A = \frac{14 \text{ usuarios} * \frac{0.27 \text{ llamadas}}{\text{hora}} * 0.05 [\text{horas}]}{1 \text{ hora} (HC)}$$

$$A = 0.189 [\text{Erlang}]$$

$$PB(0.189 \text{ Erlang}, \# \text{ canales}) = 5\%$$

$$\text{segun la tabla Erlang B} \rightarrow \# \text{ canales} = 2$$

$$\begin{aligned} \text{Tasa Minima} &= 450 [\text{Kbps}] * \# \text{ canales} = 450 [\text{Kbps}] * 2 \text{ canales} = 900 [\text{Kbps}] \\ &= 0.9 [\text{Mbps}] \end{aligned}$$

Para el tráfico que cursara en el enlace Pichincha-Miravalle tendremos también el tráfico de la ESPE, UIDE y el Instituto Rumiñahui.

$$A = 0.189 + 4 + 14.7 + 1.13 = 20.02 [\text{Erlang}]$$

$$\text{segun la tabla Erlang B} \rightarrow \# \text{ canales} = 25$$

$$\text{Tasa Minima} = 450 [\text{Kbps}] * \# \text{ canales} = 450 [\text{Kbps}] * 25 \text{ canales} = 11,25 [\text{Mbps}]$$

• **Cerro Pichincha:**

Número de usuarios=6

En la Hora Cargada → 0.1 llamadas/hora

Duración c/llamada=70seg=0.019444horas

PB=5%

$$A = \frac{\#usuarios * \frac{\#llamadas}{hora} * duracion\ c/llamada[horas]}{1\ hora(HC)}$$

$$A = \frac{6usuarios * \frac{0.1\ llamadas}{hora} * 0.019444[horas]}{1\ hora(HC)}$$

$$A = 0.011[Erlang]$$

$$PB(0.011\ Erlang, \# canales) = 5\%$$

segun la tabla Erlang B → #canales ≅ 1

$$\begin{aligned} Tasa\ Minima &= 450[Kbps] * \#canales = 450[Kbps] * 1canales = 450[Kbps] \\ &= 0.45[Mbps] \end{aligned}$$

INSTITUCIÓN	Trafico [Erlang B]	# Canales	Tasa Min [Mbps]
ESPE	14.7	20	9
UCE	2.27	6	2.7
UIDE	4	8	3.6
PUCE	3.7	7	3.15
UDLA	1.49	4	1.8
Inst. Rumiñahui	1.13	4	1.8
Colegio Paulo VI	0.779	3	1.35
Cont. Mira valle	0.189	2	11,25
Repet. Pichincha	0.011	1	0.45

Tabla 1 Datos para el diseño de Nuestra red

Diseñe la red, con tecnología 802.11 a, b ó g, definiendo los sistemas, asociando a éstos las antenas más apropiadas y estableciendo las alturas de las torres necesarias.

Decida si es necesario ubicar algún repetidor o repetidores adicionales para enlazar todos los puntos y cuál es el emplazamiento más adecuado para ubicarlos.

Se puede observar en la siguiente figura los parámetros correspondientes a todos los enlaces que fueron necesarios utilizar para completar el diseño de la red. De donde se puede distinguir que se trabaja con una frecuencia de 2.4Ghz que es la que el estándar **IEEE 802.11g** utiliza.

Se observa que se han utilizado 11 enlaces con los siguientes parámetros que definen el modelo de propagación.

Método estadístico: difusión.

Requisitos de variabilidad: 90% del tiempo, 90% de las localizaciones, 80% del resto de situaciones. Pérdida adicional por entorno Ciudad al 10% (si trabaja con Radio Mobile 10.0 o superior este dato no aplica).

Clima: continental templado.

Antenas:

Antena Omnidireccional (omni.ant): 16 dBi de ganancia.

Antena Directiva Parabólica (yagi.ant): 14 o 28 dBi de ganancia.

Las alturas de las torres: entre 10m y 30m

Transmisor: Potencia de Tx 400mW.

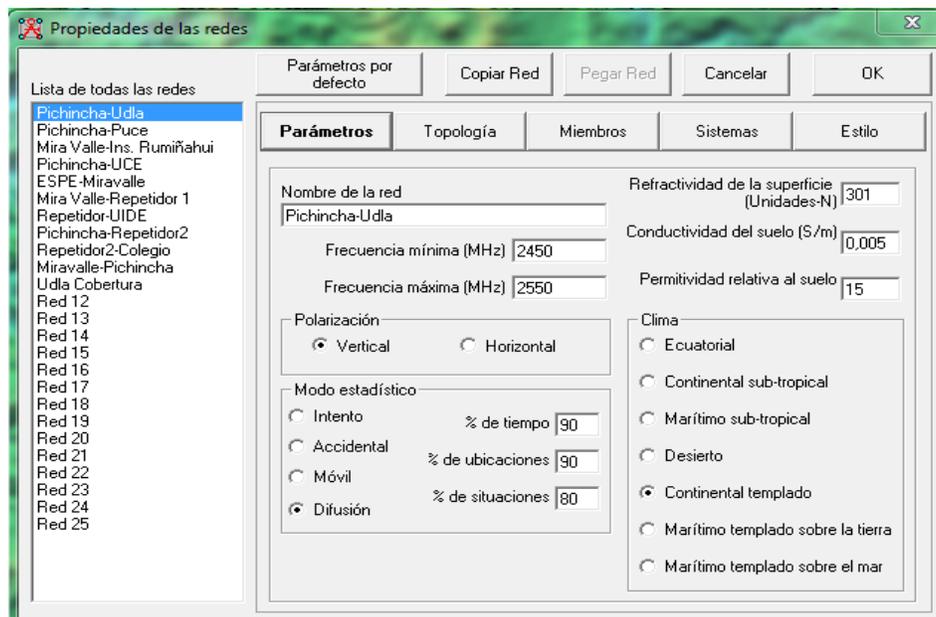


Imagen 1 Parámetros de Nuestra red

La topología de la red que se utiliza es Red de Datos con topología tipo estrella (Maestro -Esclavo)

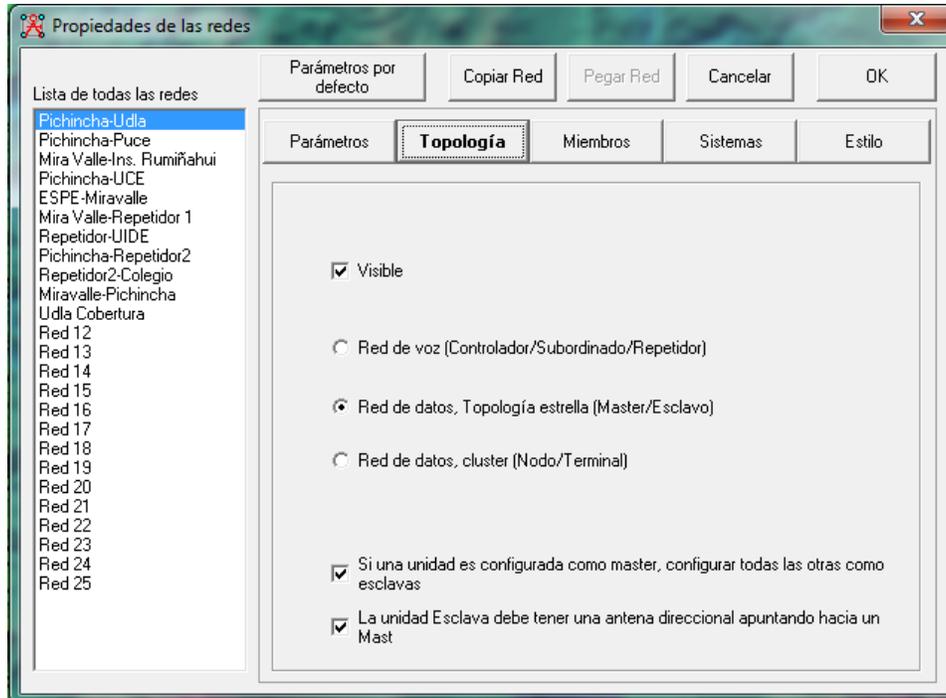


Imagen 2 Topología de la Red

En el sistema colocaremos los parámetros del transmisor y del receptor.

INSTITUCIÓN	Tasa Min [Mbps]	Sensibilidad[dBm]
ESPE	9	-91
UCE	2.7	-94
UIDE	3.6	-94
PUCE	3.15	-94
UDLA	1.8	-94
Inst. Rumiñahui	1.8	-94
Colegio Paulo VI	1.35	-94
Cerro. Mira valle	11.25	-90
Cerro. Pichincha	0.45	-94

Tabla02. Sensibilidad

- Perdidas de línea=0.5[dB]
- Tipo de antena yagi de 14 o 28[dBi]

- Alturas de las antenas 10m a 30m según se requiera.
- Perdidas adicional de cable por metro =0 [dBm/m]

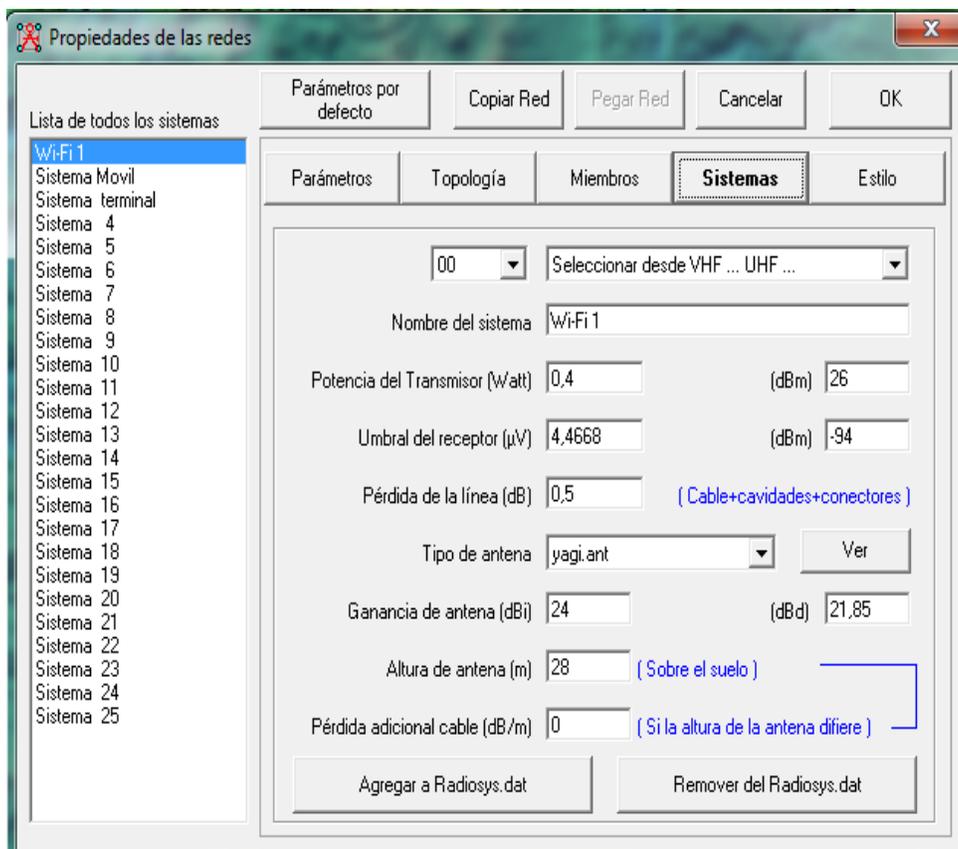


Imagen 3 Parámetros del Sistema

En la Imagen siguiente se muestra el diseño total de la red.



Imagen4 Diseño de la red

Enlace Repetidor Pichincha - UDLA

Enlace de Radio

Editar Ver Invertir

Azimut=89.9°	Ang. de elevación=-10.013°	Despeje a 0,05km	Peor Fresnel=7,7F1	Distancia=5,82km
Espacio Libre=115,8 dB	Obstrucción=-1,8 dB	Urbano=0,0 dB	Bosque=0,0 dB	Estadísticas=19,8 dB
Pérdidas=133,8dB	Campo E=60,9dBμV/m	Nivel Rx=-60,7dBm	Nivel Rx=205,64μV	Rx relativo=33,3dB

Transmisor

PICHINCHA

Rol: Master

Nombre del sistema Tx: Wi-Fi 1

Potencia Tx: 0,4 W (26,02 dBm)

Pérdida de línea: 0,5 dB

Ganancia de antena: 24 dBi (21,8 dBd)

Potencia radiada: PIRE=89,55 W (PRE=54,6 W)

Altura de antena (m): 24,5

Receptor

UDLA

Rol: Esclavo

Nombre del sistema Rx: Wi-Fi 1

Campo E requerido: 27,67 dBμV/m

Ganancia de antena: 24 dBi (21,8 dBd)

Pérdida de línea: 0,5 dB

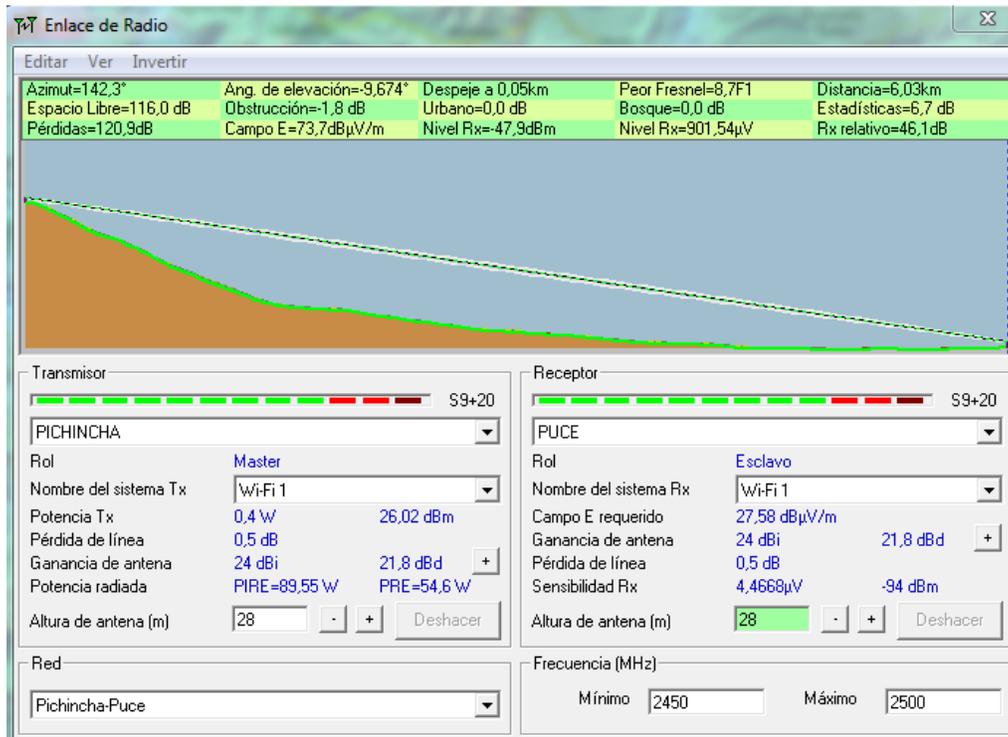
Sensibilidad Rx: 4,4668μV (-94 dBm)

Altura de antena (m): 29,5

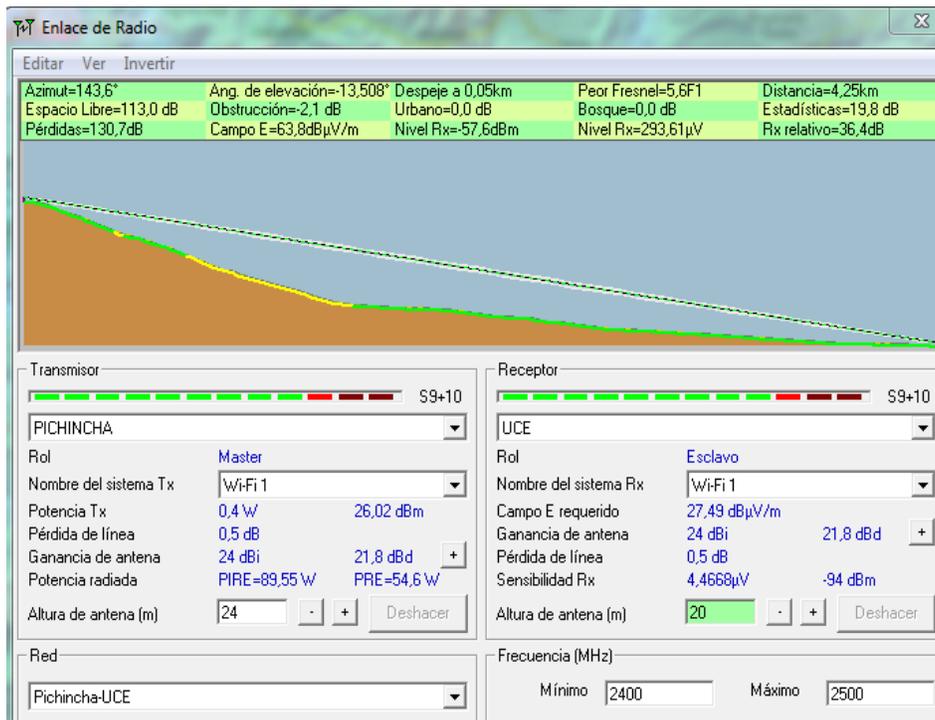
Red: Pichincha-Udla

Frecuencia (MHz): Mínimo 2450, Máximo 2550

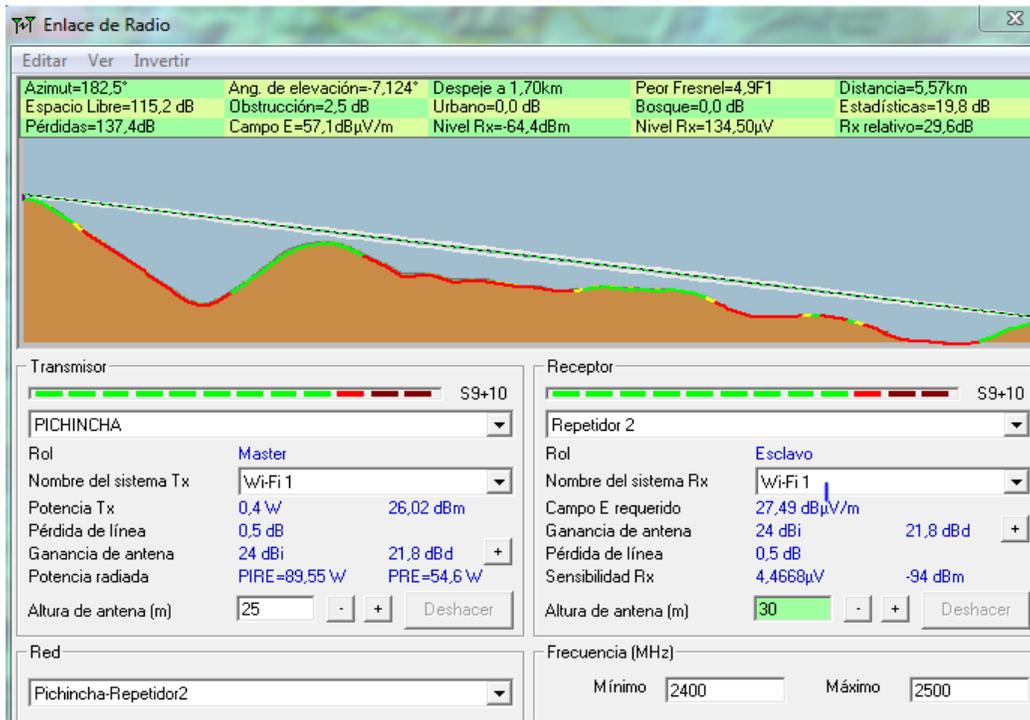
Enlace Cerro Pichincha-PUCE



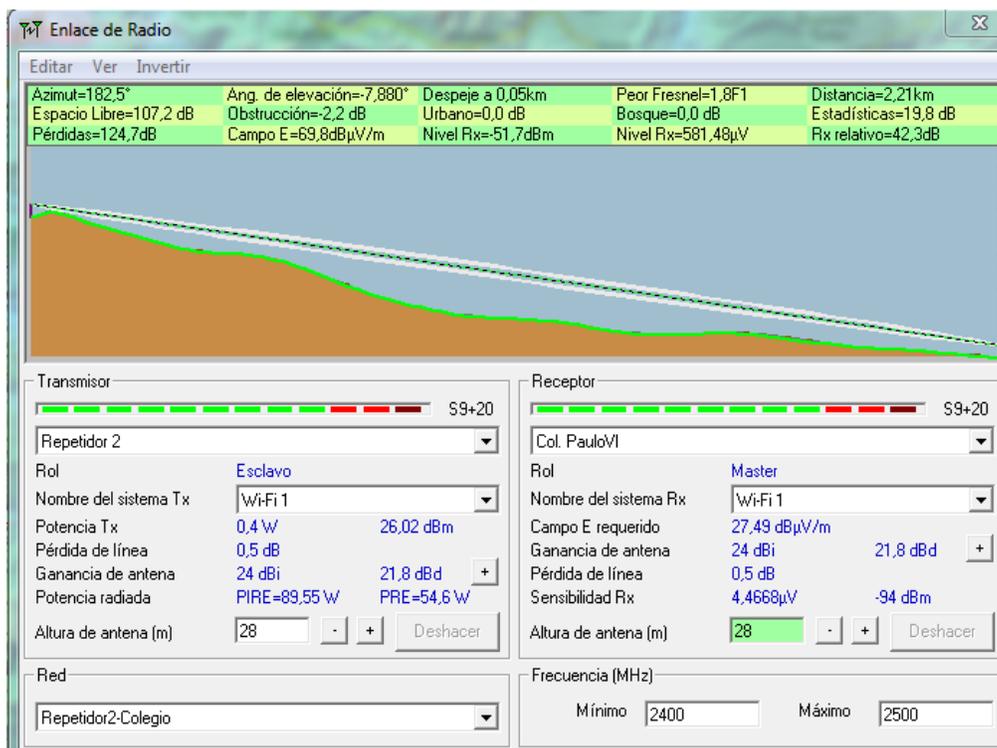
Enlace Cerro Pichincha- UCE



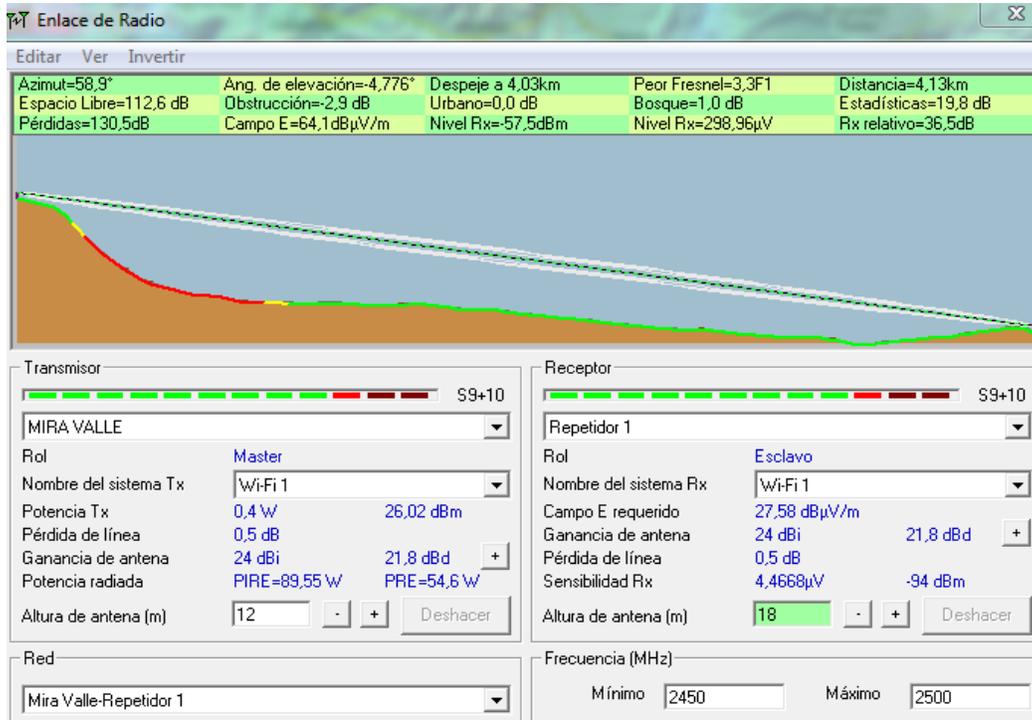
Enlace Cerro Pichincha- Repetidor 2



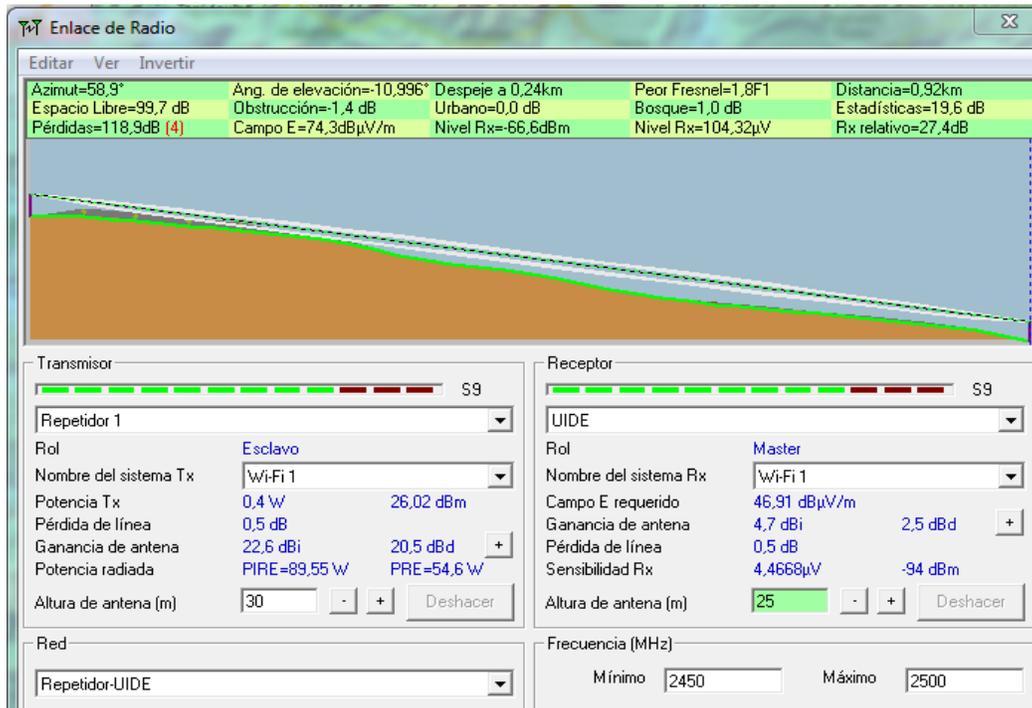
Enlace Repetidor 2 - Colegio Paulo VI



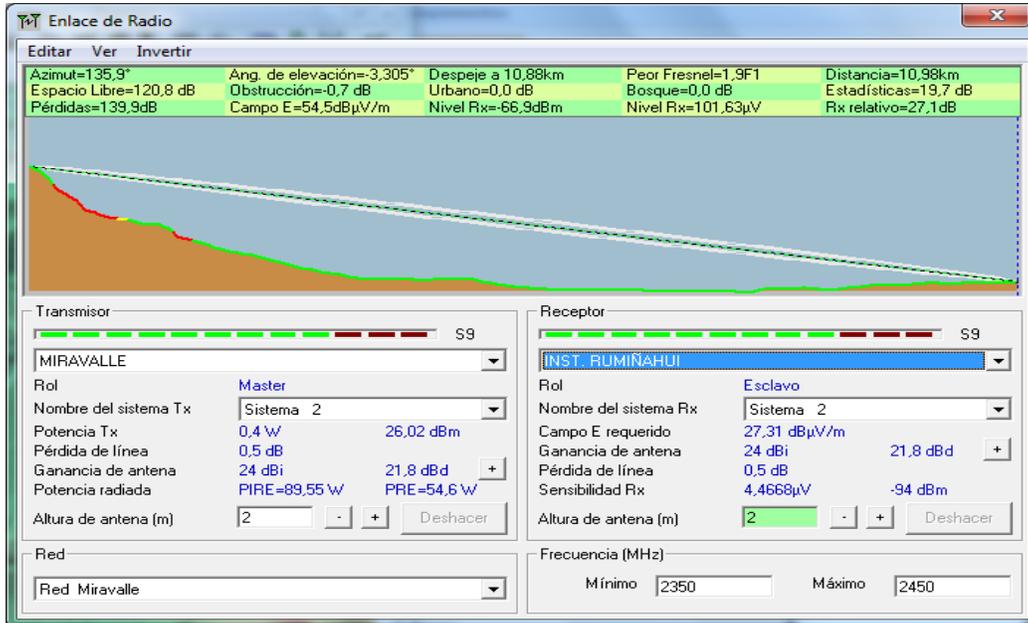
Enlace Mira valle – Repetidor 1



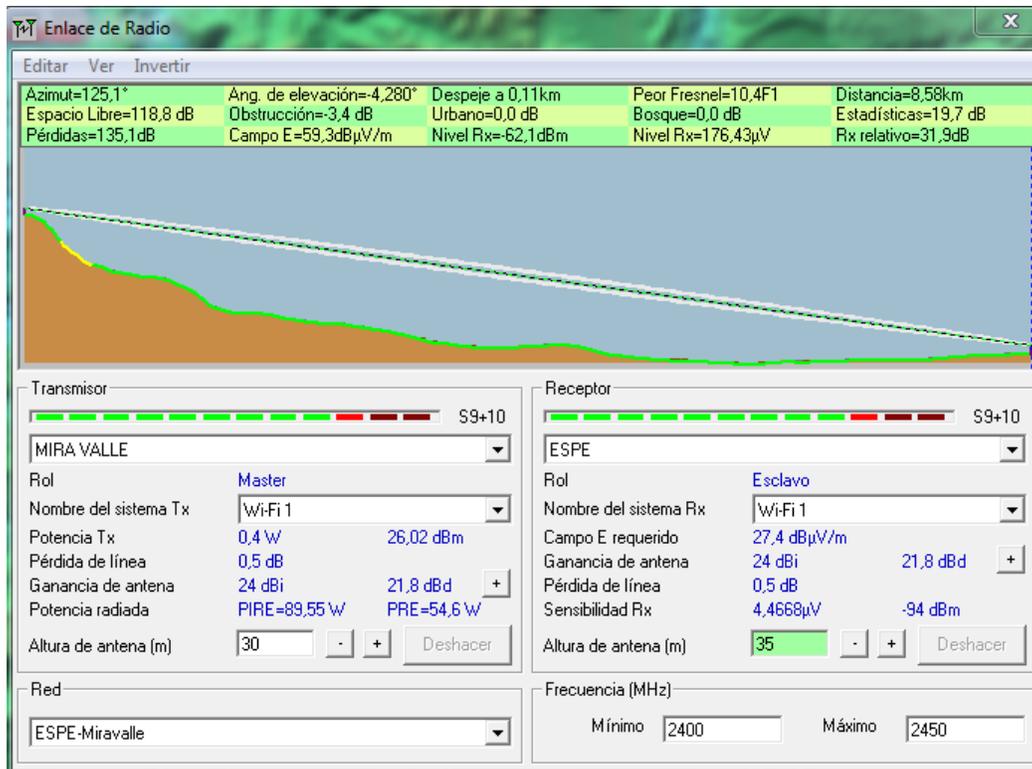
Enlace Repetidor 1- UIDE



Enlace Concentrador Mira valle - Instituto Rumiñahui



Enlace Concentrador Mira valle - ESPE



COBERTURAS

Para realizar las coberturas en Radio Mobile utilizamos dos sistemas aparte del creado uno para la estación transmisora y la otra para el equipo terminal, con los siguientes parámetros.

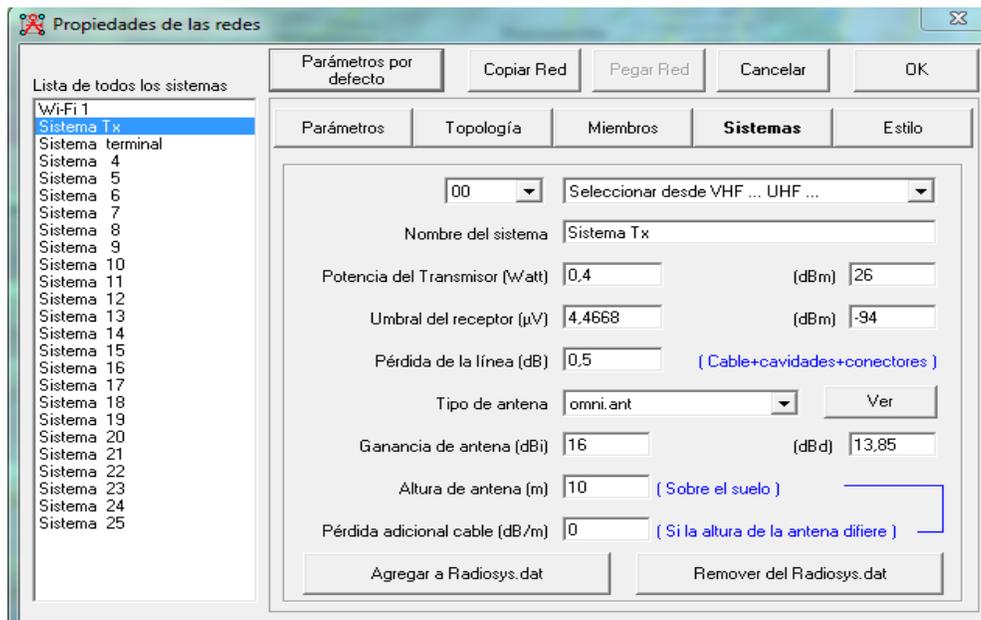


Imagen del Sistema del Transmisor

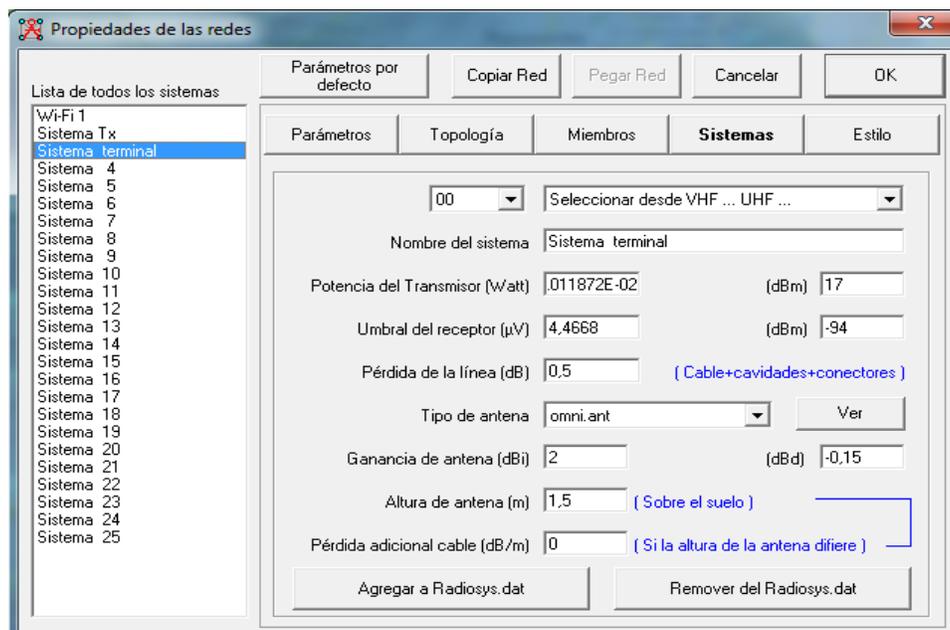
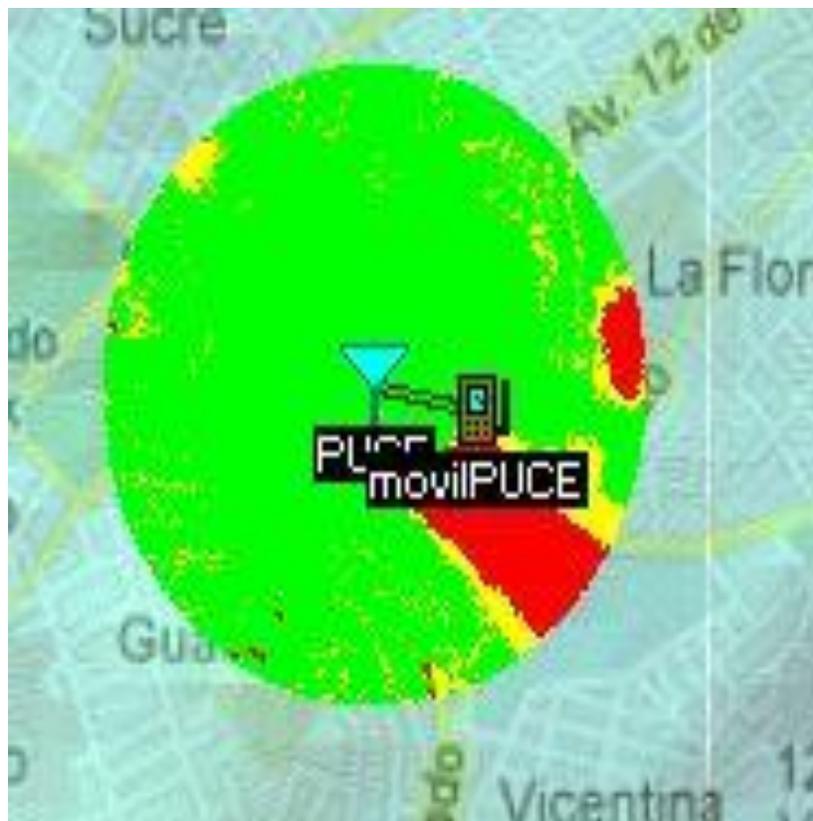


Imagen del Sistema del Terminal

- Cobertura UCE



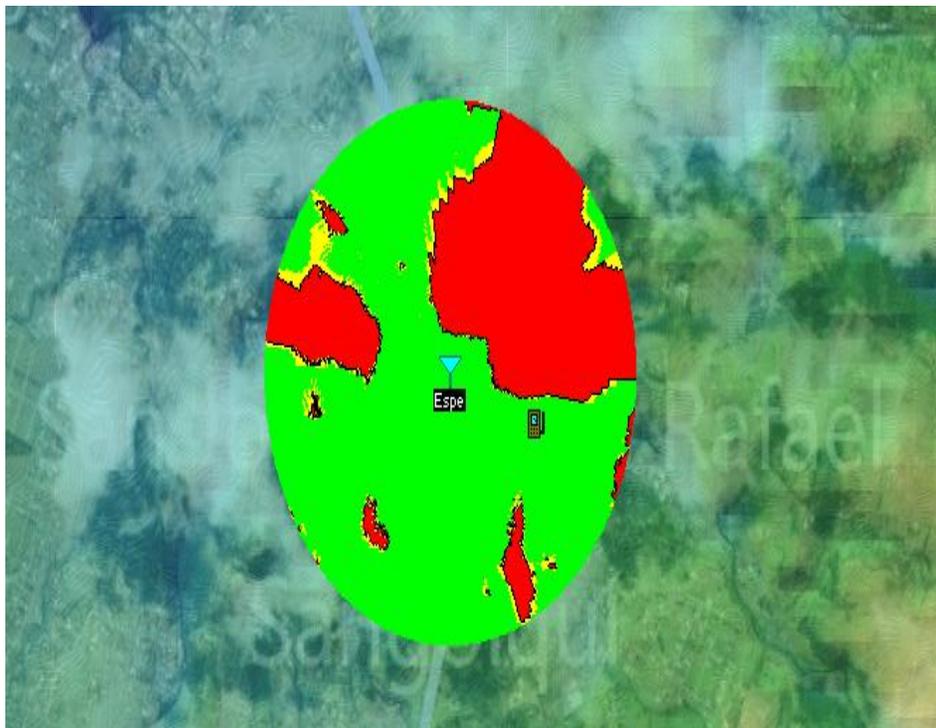
- Cobertura PUCE



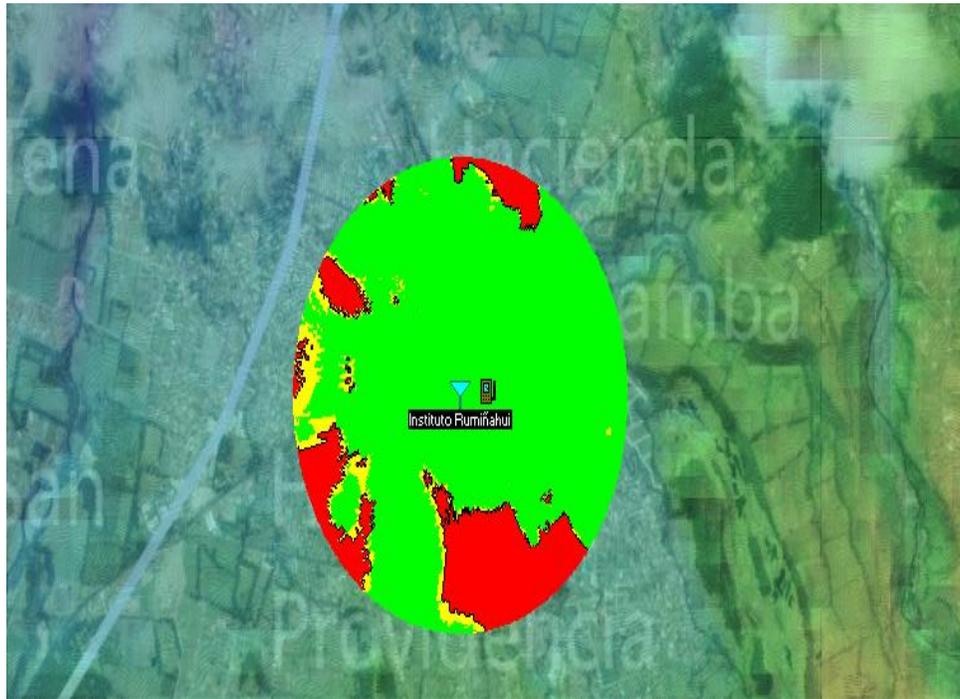
- Cobertura UDLA



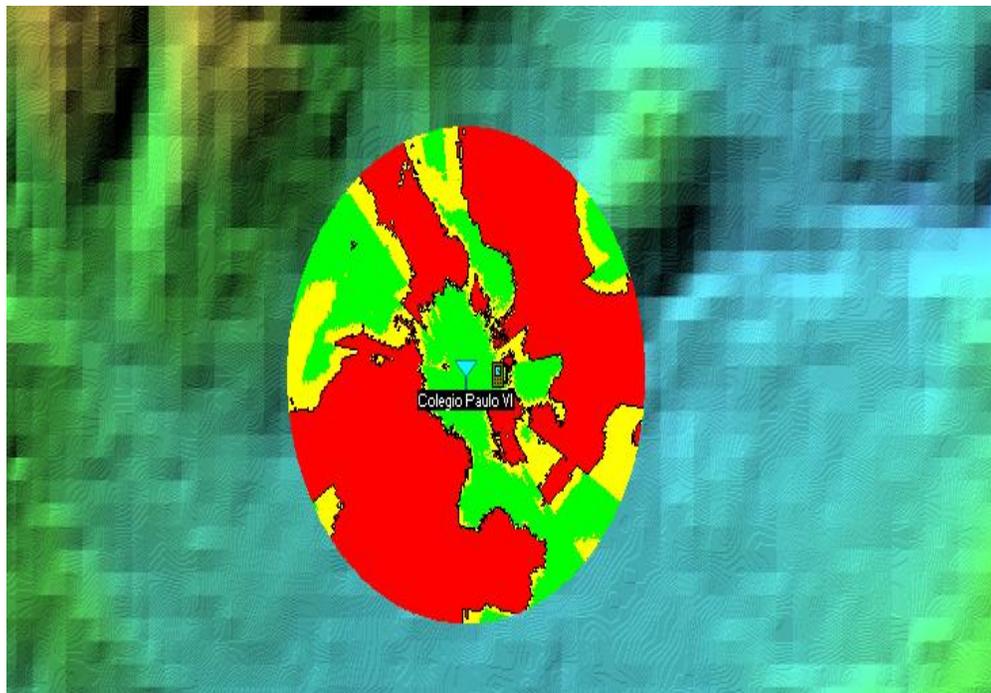
- Cobertura ESPE



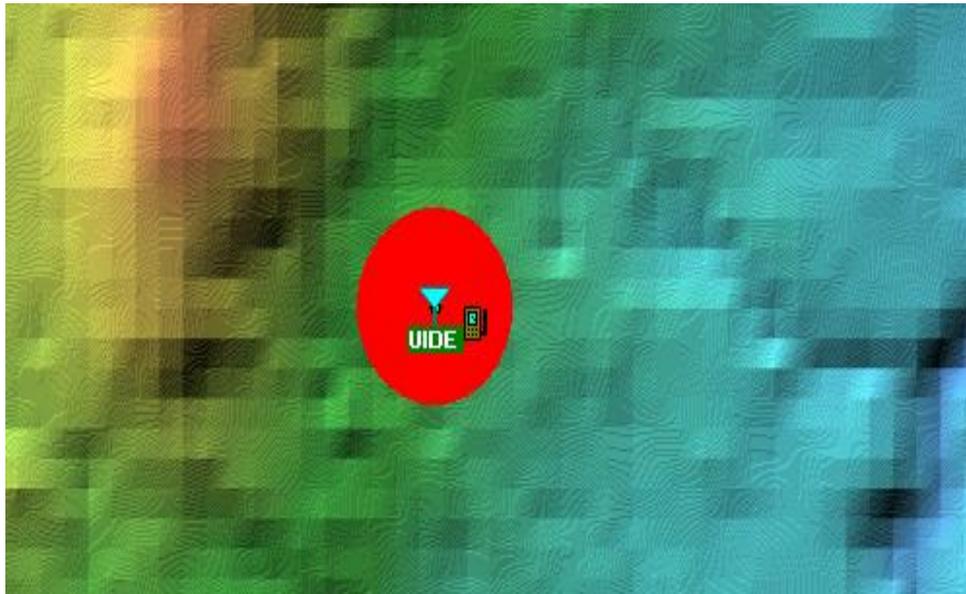
- Cobertura Instituto Rumiñahui



- Cobertura Colegio Pablo VI



- Cobertura UIDE



Para obtener estas coberturas las obtenemos en la opción cobertura polar.

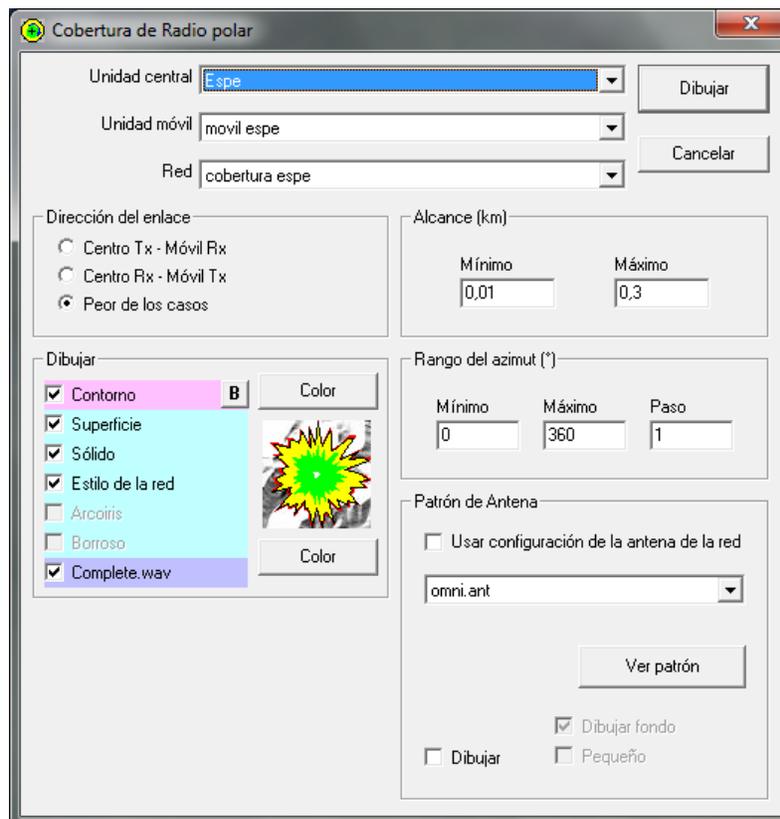


Imagen de Cobertura de radio Polar

Identificador de Canal	Frecuencia en MHz	Dominios Reguladores				
		América (-A)	EMEA (-E)	Israel (-I)	China (-C)	Japón (-J)
1	2412	x	x	—	x	x
2	2417	x	x	—	x	x
3	2422	x	x	x	x	x
4	2427	x	x	x	x	x
5	2432	x	x	x	x	x
6	2437	x	x	x	x	x
7	2442	x	x	x	x	x
8	2447	x	x	x	x	x
9	2452	x	x	x	x	x
10	2457	x	x	—	x	x
11	2462	x	x	—	x	x
12	2467	—	x	—	—	x
13	2472	—	x	—	—	x
14	2484	—	—	—	—	x

Para nuestra tabla de frecuencias utilizamos los canales ya establecidos por la regulación IEEE 802.11b.

4.- CONCLUSIONES:

- En este proyecto se trató de ubicar nuestras torres en el mejor sitio posible, esto para evitar un coste más elevado, y brindar más facilidades para la construcción, el mantenimiento de las estaciones base, repetidoras y equipos eléctricos, esta ubicación la hicimos mediante herramientas digitales.
- Se brindó el mejor desempeño en nuestra Red respetando todo los requerimientos y obteniendo el diseño más óptimo para la red.
- Con el software Radio Mobile obtuvimos una herramienta muy importante para el cálculo de nuestros radioenlaces, esto no ahorro mucho tiempo para la realización del proyecto.

5.- RECOMENDACIONES:

- Se recomienda que los sitios de construcción de las torres deban tener acometida eléctrica, y caminos mínimos de tercer orden.
- Como sugerencia se puede decir que sería mejor la construcción de las torres antes que alquilarlas, ya que al ser nuestras las torres podremos brindar proyectos futuros a las regiones aledañas.