



ESPE

UNIVERSIDAD DE LAS FUERZAS ARMADAS

INNOVACIÓN PARA LA EXCELENCIA

DEPARTAMENTO DE ELÉCTRICA Y ELECTRÓNICA

CARRERA DE INGENIERÍA ELECTRÓNICA E INSTRUMENTACIÓN

PROYECTO DE GRADO:

“Análisis De Cobertura Y Calidad Del Servicio De Telefonía Fija Inalámbrica CDMA 450 De La Corporación Nacional De Telecomunicaciones (CNT. EP.) En La Provincia De Cotopaxi, Cantones Latacunga Y Salcedo”

Autores:

Srta. Mildred Cajas

Sr. Daniel Jaramillo

Tutor: Ing. Mayra Erazo

Cotutor: Ing. David Rivas

Agenda:

- ▶ Introducción
- ▶ Desarrollo
- ▶ Proceso de Mediciones
- ▶ Análisis y Comparación de Resultados
- ▶ Conclusiones y Recomendaciones

Introducción:

- ▶ Desde la invención del telégrafo y posteriormente el teléfono la humanidad ha necesitado mayores y nuevas facilidades para comunicarse rompiendo las barreras de distancia, tamaño de equipos y velocidad de datos.
- ▶ La típica comunicación con cable de cobre, ha sido opacada por la amplia variedad de dispositivos inalámbricos como tabletas, celulares inteligentes y laptops conectados a través de estándares como la 3G, 4G HSPA, HSPA+, etc.



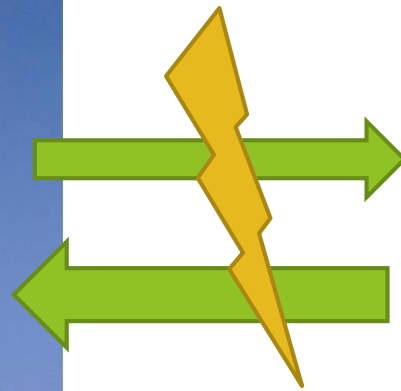
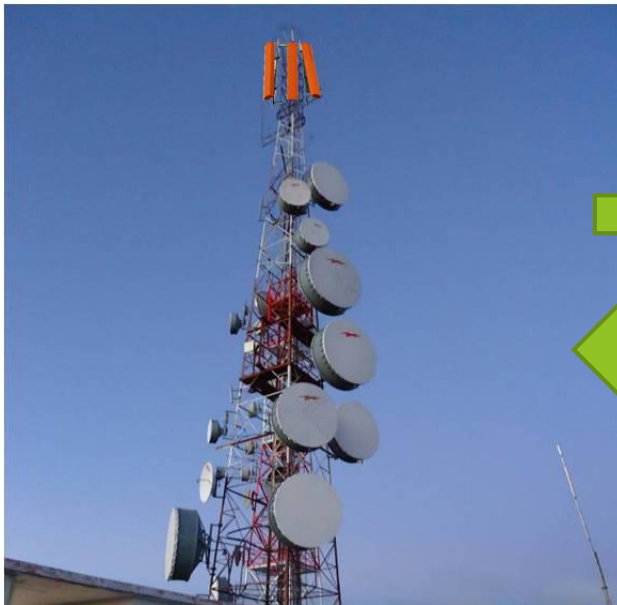
Problema:

- ▶ Muchas comunidades rurales de nuestra provincia hasta el día de hoy no pueden contar con telefonía fija; siendo su único medio de comunicación la telefonía celular, pero no en su totalidad.
- ▶ El alto costo que requeriría brindar el servicio de telefonía fija en las zonas rurales y distantes de centrales o nodos se debe a la construcción de la red de planta externa, que varía entre 400 y 700 dólares por abonado, dependiendo de la ubicación y obras civiles a ejecutarse además de la baja densidad de casas en un área, existente entre hogares de estos sitios.



Problema:

- ▶ Con el fin de llegar con telefonía fija a sitios rurales, la CNT E.P. contrató a Huawei para realizar la instalación del servicio de telefonía fija inalámbrica CDMA en la frecuencia de 450 MHz.
- ▶ Dentro de las comunidades de Latacunga y Salcedo donde se adquirieron muchos de estos teléfonos se comenzaron a presentar quejas de no poder realizar ni recibir llamadas, no se podía establecer una llamada sin que esta se corte, entre otros relacionados con la deficiencia del servicio.



Introducción:

► Objetivo Principal:

Realizar un análisis de cobertura y calidad de servicio de telefonía fija inalámbrica CDMA 450 de la Corporación Nacional de Telecomunicaciones (CNT. EP) en la provincia de Cotopaxi, cantones Latacunga y Salcedo.

Objetivos Específicos

- ▶ Conocer el estado actual la red CDMA 450 existente en el cantón Latacunga y el cantón Salcedo (Provincia Cotopaxi)
- ▶ Realizar las simulaciones del área de cobertura de las BTS's del Guango y Pilisurco en Radio Mobile, Sirenet y Path Loss.
- ▶ Realizar mediciones de campo de los diferentes parámetros de la señal del sistema CDMA 450 en el cantón Latacunga y Salcedo.
- ▶ Determinar cuál modelo de simulación se aproxima más a la realidad de la cobertura de la comunicación CDMA 450 mediante una comparativa entre las simulaciones y la medición en campo.
- ▶ Determinar cuáles son los problemas que existe en la telefonía fija inalámbrica CDMA 450 en los cantones Latacunga y Salcedo.
- ▶ Determinar las soluciones con los cuales se podría mejorar el servicio en las comunidades rurales que se han presentado reclamos de los cantones Latacunga y Salcedo.

Justificación

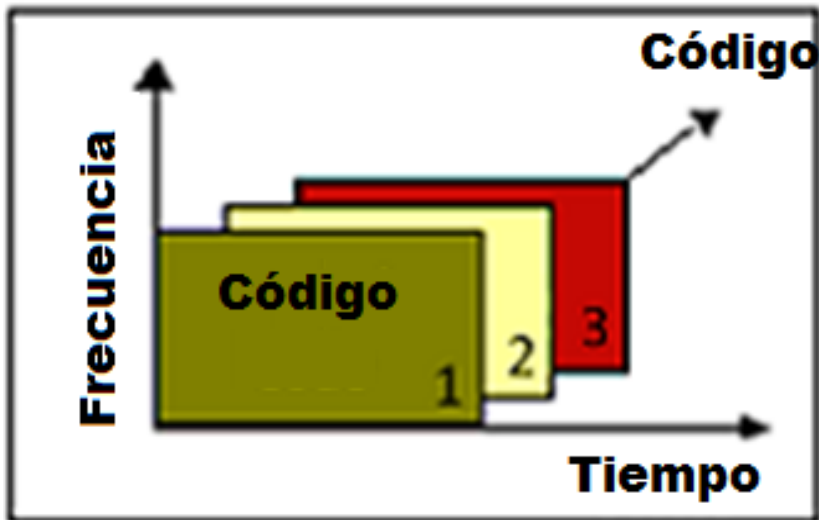
- ▶ Es necesario evaluar la actual condición de la red, su cobertura y calidad de servicio mediante simulaciones que utilizan los modelos de propagación Longley Rice (o ITM) y Deygouth, para posteriormente mediante un análisis del espectro en campo determinar cuáles son las posibles causas de los problemas que experimenta este servicio; al tiempo de evaluar cual modelo es el más cercano al diseño y análisis de este sistema de comunicación en la geografía de los cantones antes mencionados de la provincia de Cotopaxi.

ANTECEDENTES:

- ▶ La Corporación Nacional de Telecomunicaciones CNT, en el año 2012 inicia un Proyecto para brindar el servicio de telefonía fija inalámbrica CDMA en la banda 450MHz, a las provincias de Cotopaxi y Tungurahua, con alrededor de 15.000 líneas.
- ▶ Siendo las BTS que brindan cobertura a los cantones Latacunga y Salcedo, ubicadas en El Guango y Pilisurco.
- ▶ CDMA450 nace como una idea específica para zonas rurales, cuya ventaja es que con la utilización de una sola estación base BTS y sin la presencia de obstáculo en su trayectoria pueda cubrir hasta 50 Km.

Estándar de Comunicación CDMA

- ▶ El sistema de Acceso Múltiple por División de Código se define como un método de acceso al medio en el cual la información se encuentra distribuida en el ancho de banda debido a que está codificada usando la técnica de Espectro Ensanchado.



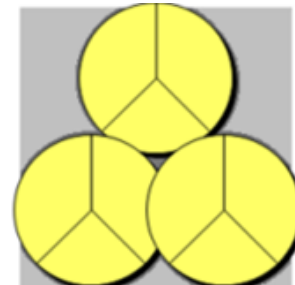
Esta técnica permite la transmisión de varias señales de información (múltiples usuarios) dentro de un mismo canal de forma simultánea

Estándar de Comunicación CDMA

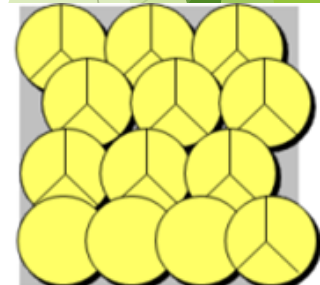
- ▶ CDMA es una tecnología basada en la técnica de espectro expandido (Spread Spectrum) utilizada inicialmente con fines militares, principalmente usado y desarrollado en la II Guerra Mundial.
- ▶ Entre sus beneficios se puede encontrar:
 - Fortaleza de la señal frente al ruido.
 - La seguridad que provee a la información.
 - Mayor cobertura
 - Uso del espectro (canales que antiguamente eran utilizados para celular)



Frecuencia: 450MHz
Estaciones Base: 1



Frecuencia: 800/900MHz
Estaciones Base: 3 aprox.



Frecuencia: 1800/1900 MHz
Estaciones Base: 11-13 aprox

Descripción de Comunicación CDMA

▶ Control de Potencia:

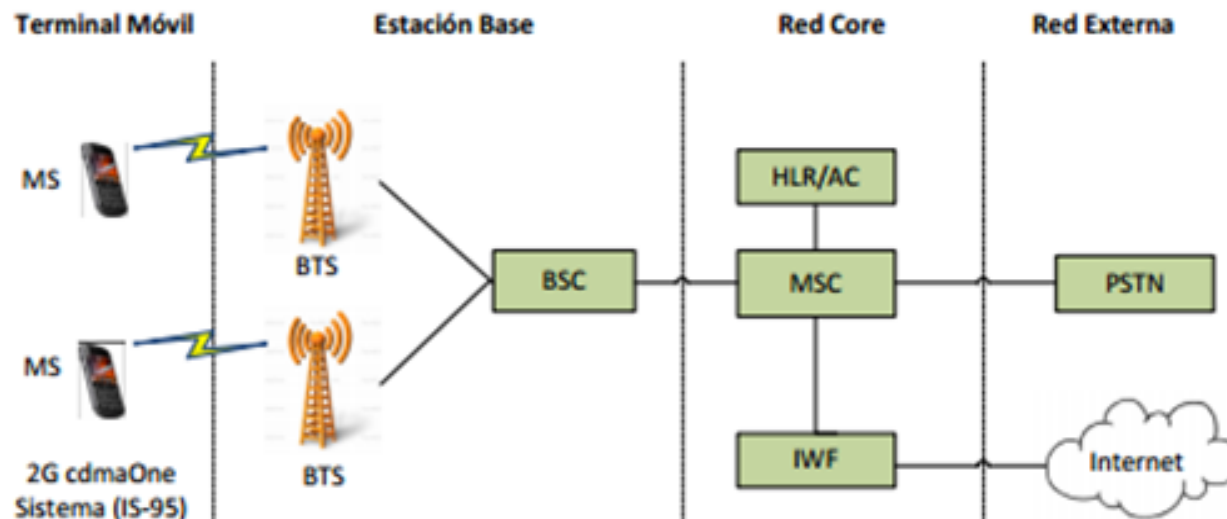
- ▶ Control de lejanía y proximidad de los terminales. De tal manera que los terminales transmitan exclusivamente la potencia necesaria para que la comunicación se realice.
- ▶ Permite ahorro de energía y optimiza la capacidad del sistema debido a que manteniendo a los usuarios con el mínimo nivel de potencia se facilita el ingreso de nuevos usuarios al sistema

▶ Hand Off

- ▶ Sistema utilizado en comunicaciones móviles para transferir el servicio de una estación base a otra cuando la calidad de enlace es insuficiente en una de las estaciones.
- ▶ Garantiza la realización del servicio cuando un móvil se traslada a lo largo de su zona de cobertura

Estándar de Comunicación CDMA

► Arquitectura



MS (Mobile Station o Estación Móvil)

PSTN: Red Pública Conmutada

BTS (Base Station Transceiver o Estación Base Transceptora)

BSC (Base Station Controller o Estación Base de Control)

MSC (Mobile Switching Center o Centro de Conmutación Móvil)

HLR (Home Location Register o Registro de Ubicación Base)

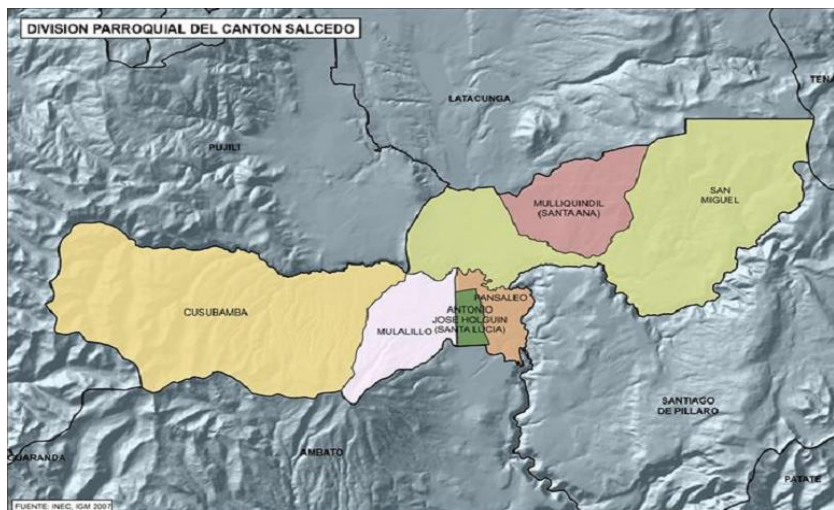
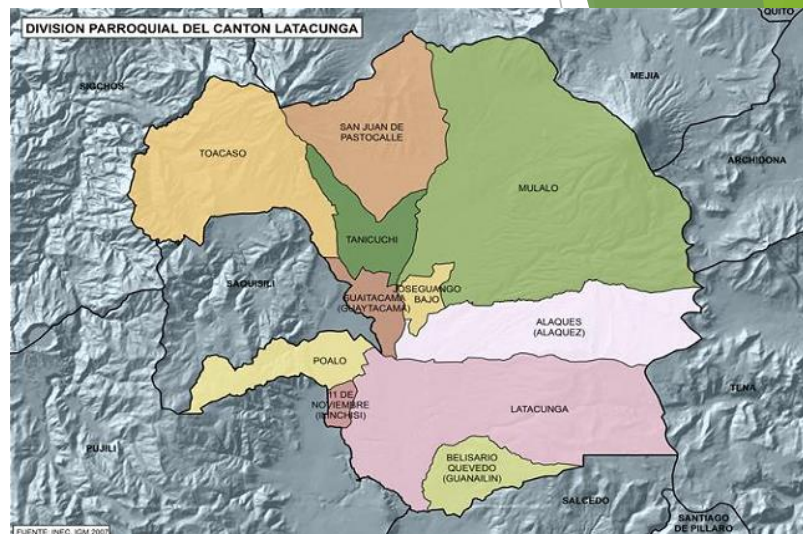
VLR (Visitor Location Register o Registro de ubicación de Visitante)

AC o AuC (Authentication Center o Centro de Autenticación del Usuario)

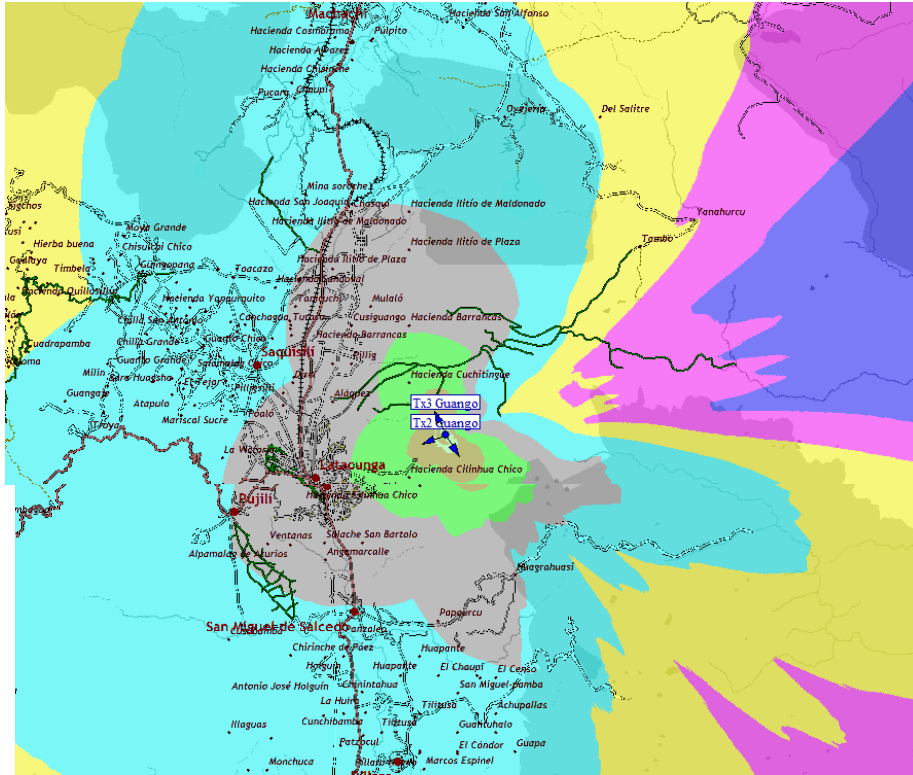
IWF: (Interworking function o Función de Interoperación)

CDMA 450 en Cotopaxi

- ▶ La red implementada en Cotopaxi fue inicialmente instalada para comunicación de voz, con proyección para en un futuro usarlo en datos de banda ancha.



SISTEMA CDMA 450 EN COTOPAXI EN LOS CANTONES LATACUNGA Y SALCEDO



Simulación de la radio cobertura de la BTS El Guango generada mediante la herramienta SIRENET

- ▶ Para poder determinar el nivel de cobertura del sistema CDMA-450 actual, se procedió a utilizar las herramientas de Simulación de Redes Radioeléctricas SIRENET, PATH LOSS Y RADIO MOBILE. Siendo de todos estos SIRENET el más completo y similar a la realidad

Desarrollo:

► Fase de capacitación:



Capacitación del equipo Agilent Fieldfox N9917A en las instalaciones de Componentes Electrónicos S.A.

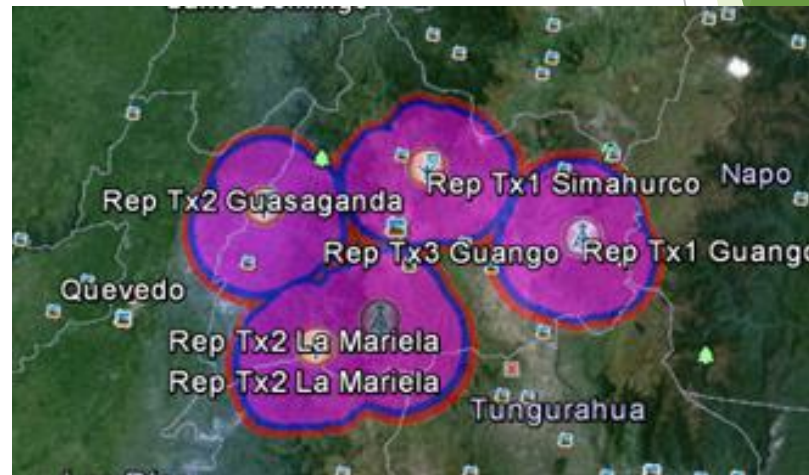
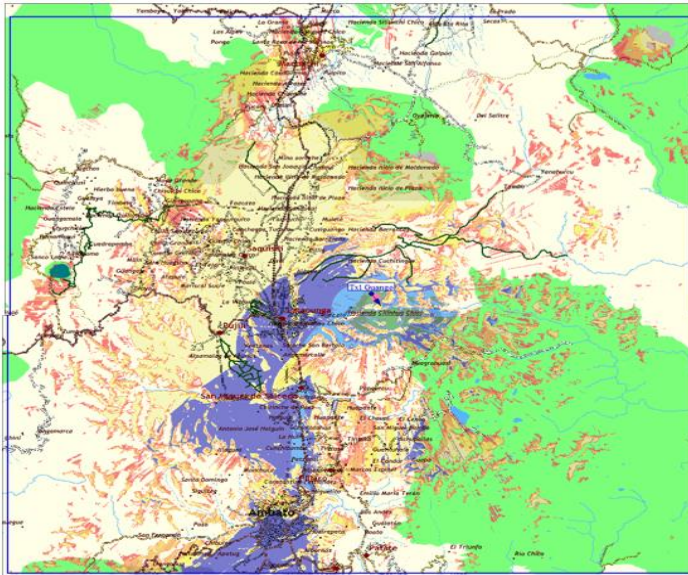


Capacitación y entrega de información por parte del personal de CNT E.P. en el funcionamiento, manejo y detalles técnicos del sistema CDMA 450 en la provincia de Cotopaxi.



Desarrollo:

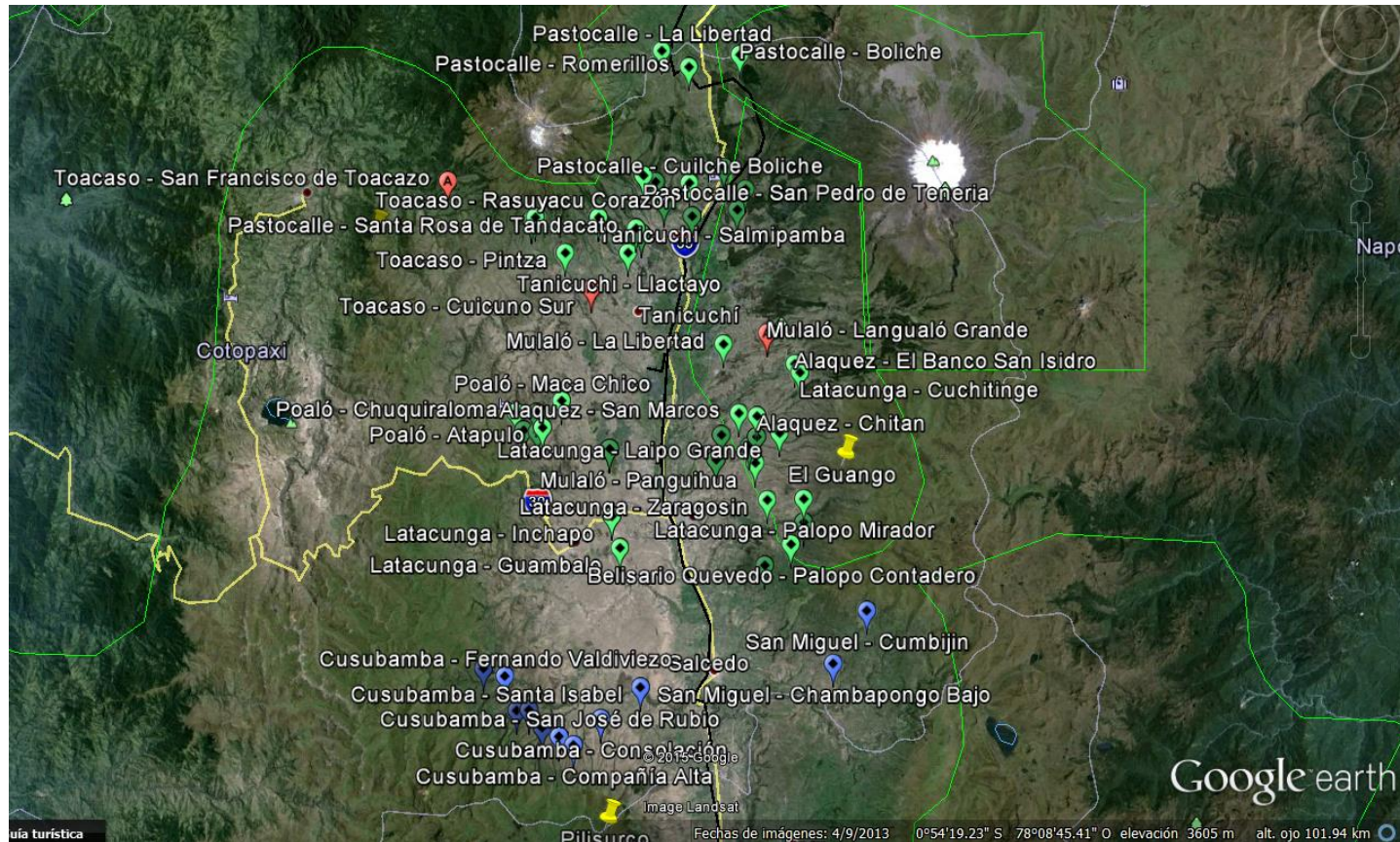
► Fase de capacitación:



Capacitación y guía por parte de la facultad de Ingeniería Electrónica y Telecomunicaciones de la ESPE Matriz en SIRENET.

Desarrollo:

- Ubicación y planificación de viaje a los sitios donde se analizará la cobertura y calidad de servicio.

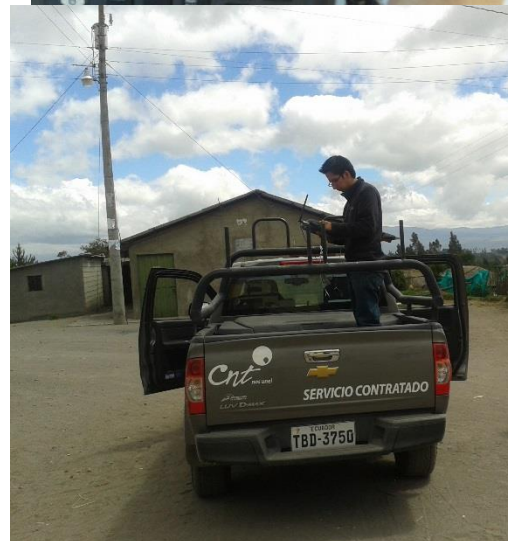


Desarrollo

► Fase de medición:

► Para lo cual se contó con una mini estación de monitoreo en la que constaba:

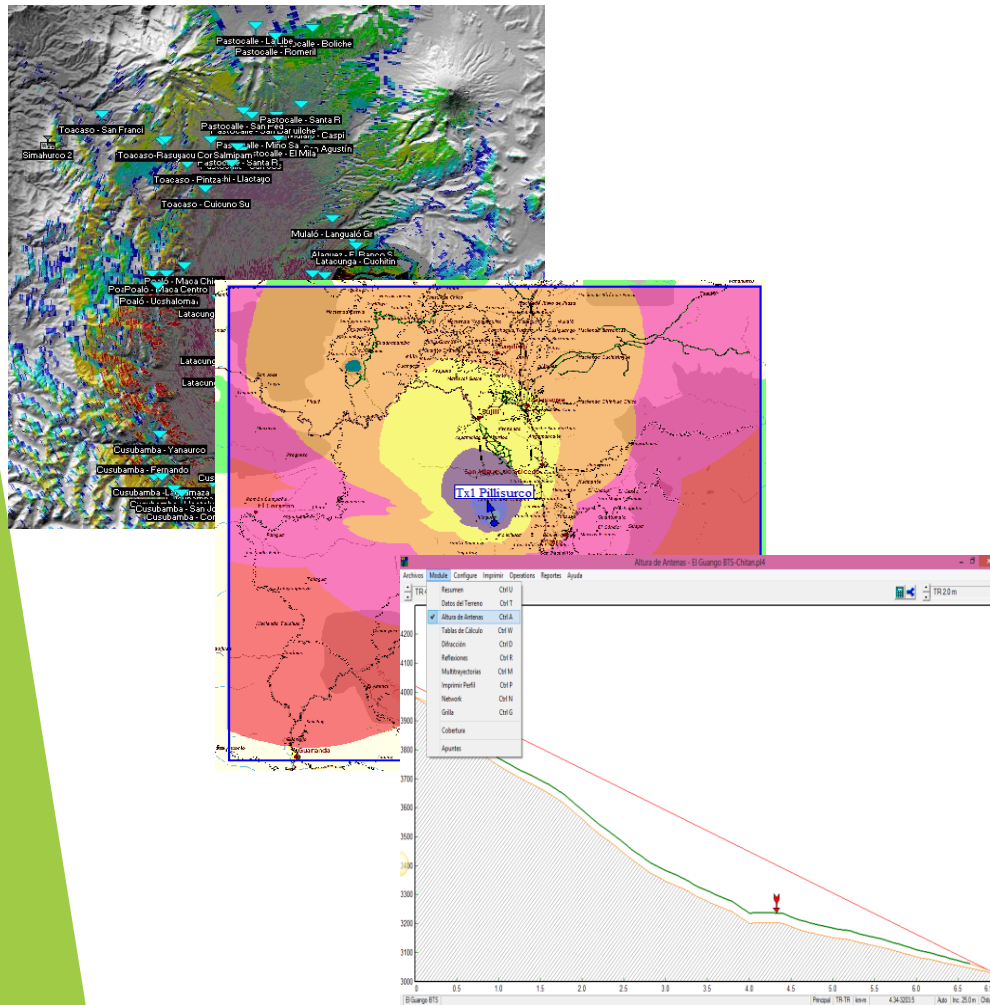
- Teléfono Huawei ETS205X
- Analizador de espectro Agilent FieldFox N9917A
- GPS marca Garmin
- Conversor DC/AC marca Truper
- Computador portátil
- Automóvil disponible para el transporte del equipo.



Desarrollo:

► Fase de simulación:

- Para poder determinar el nivel de cobertura del sistema CDMA-450 actual, se procedió a utilizar las herramientas de Simulación de Redes Radioeléctricas SIRENET, PATH LOSS Y RADIO MOBILE. Siendo de todos estos SIRENET el más completo y potente por la calidad de sus mapas geográficos, y variedad de modelos de propagación disponibles.



Desarrollo:

- ▶ Radio Mobile
 - ▶ Software de simulación de radioenlaces gratuito.
 - ▶ Puede trabajar en frecuencias desde 20 MHz hasta 20 GHz
 - ▶ Se basa en el modelo de propagación ITM (Modelo de Terreno Irregular).



Desarrollo: ► Radio Mobile

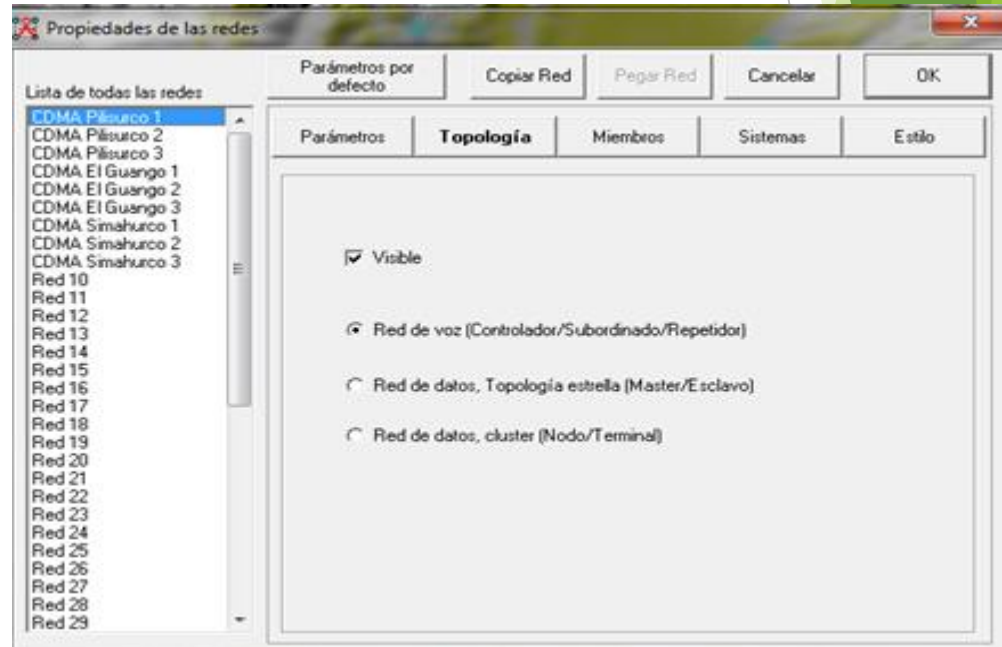
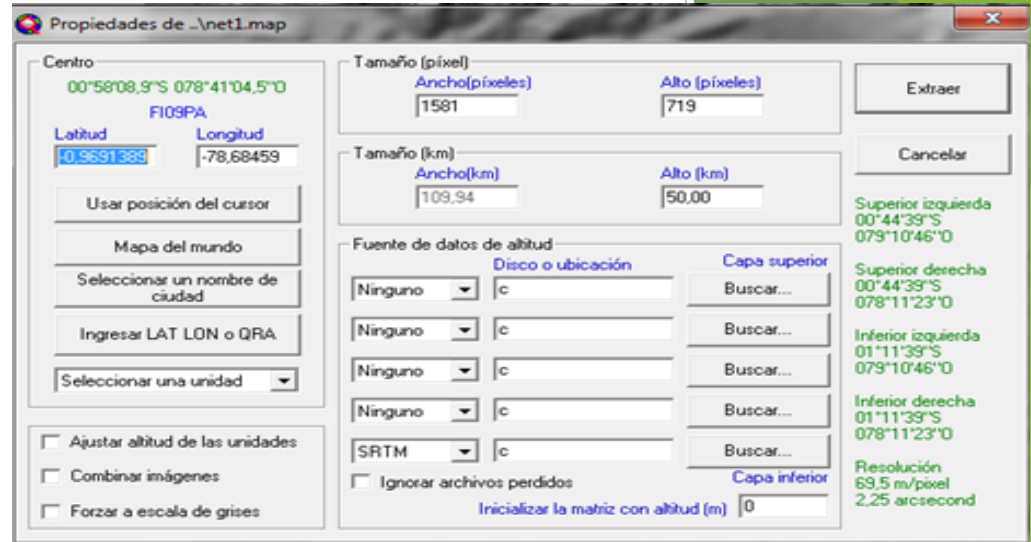
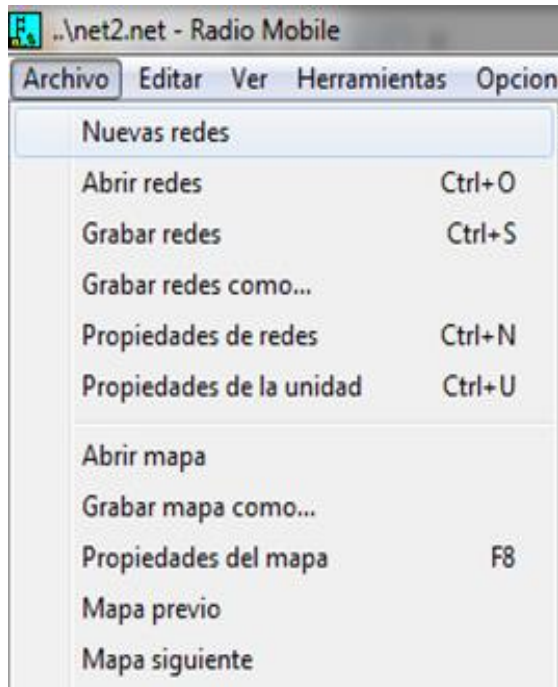
MODELO DE PROPAGACIÓN ITM O LONGLEY RICE

► Es un modelo de propagación semi- empírico el cual predice la posible propagación a larga o media distancia sobre terreno irregular:

- Altura media del terreno (ondulación)
- Refracción de la troposfera
- Perfiles del terreno
- Conductividad y permisividad del suelo
- Clima

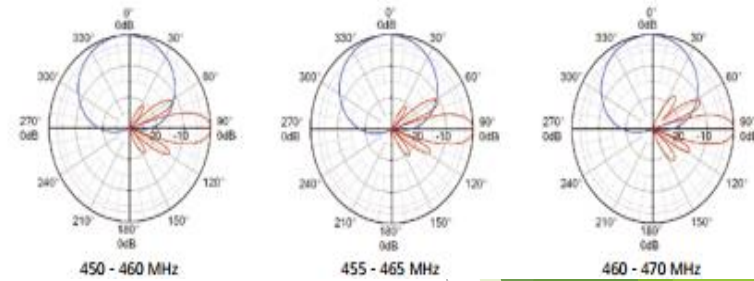
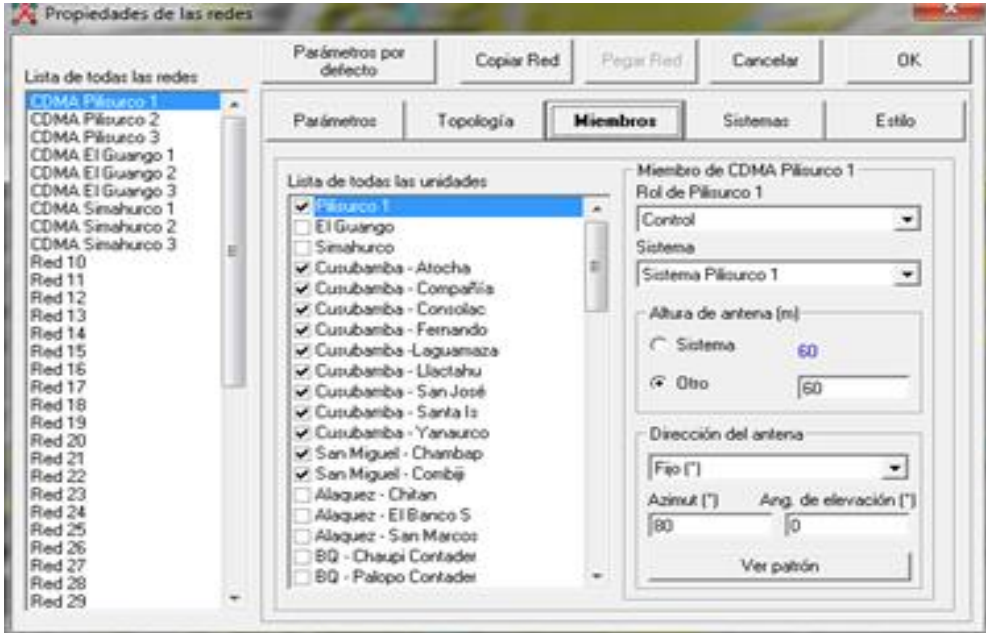
Desarrollo:

- Simulación en Radio Mobile

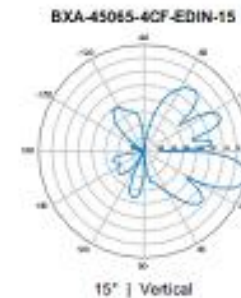
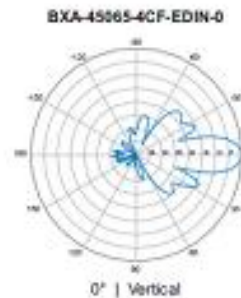
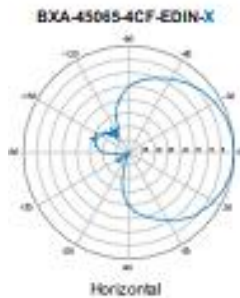


Desarrollo:

► Simulación en Radio Mobile



Patrón de Radiación Antena Agisson
DX-450-470-65-15i-0F



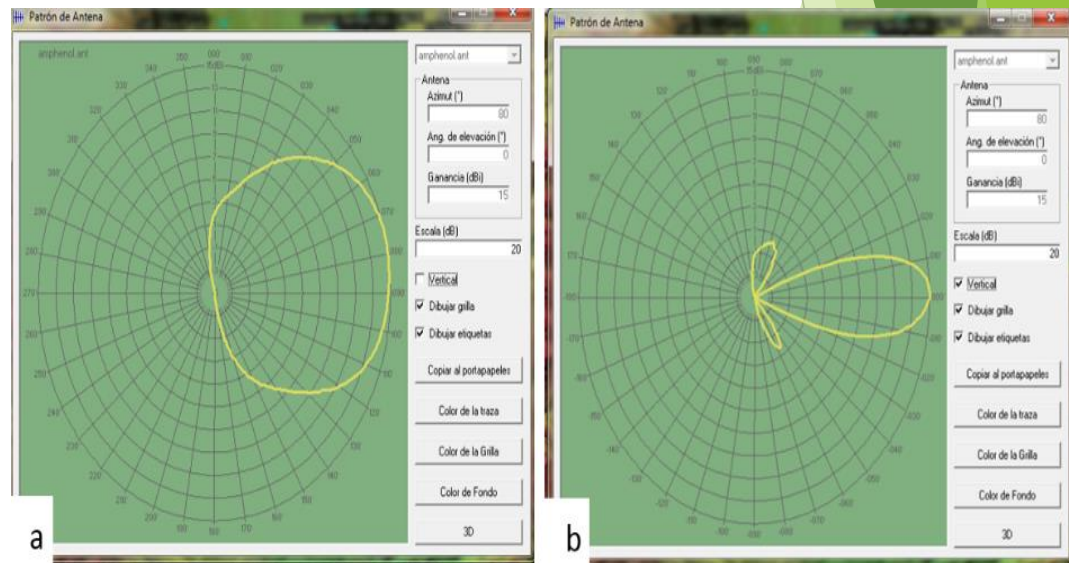
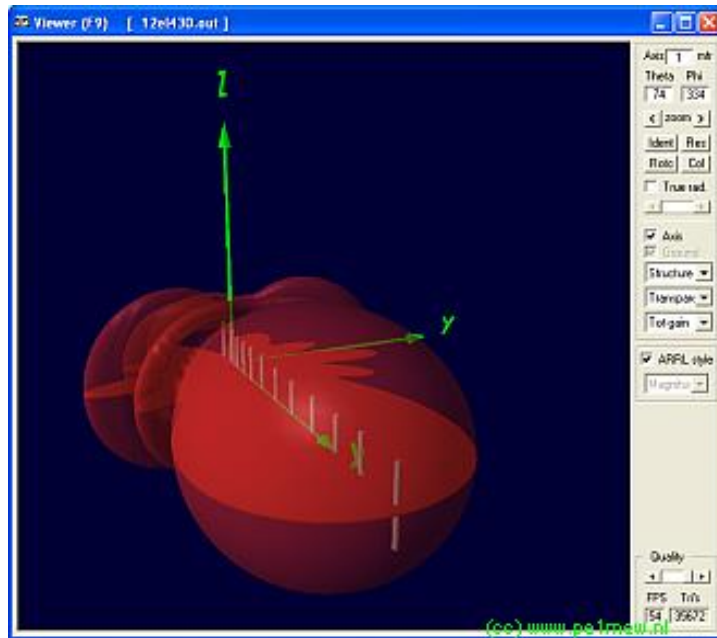
Patrón de Radiación AMPHENOL BX-A-45065-4CF-
EDIN 0

Desarrollo:

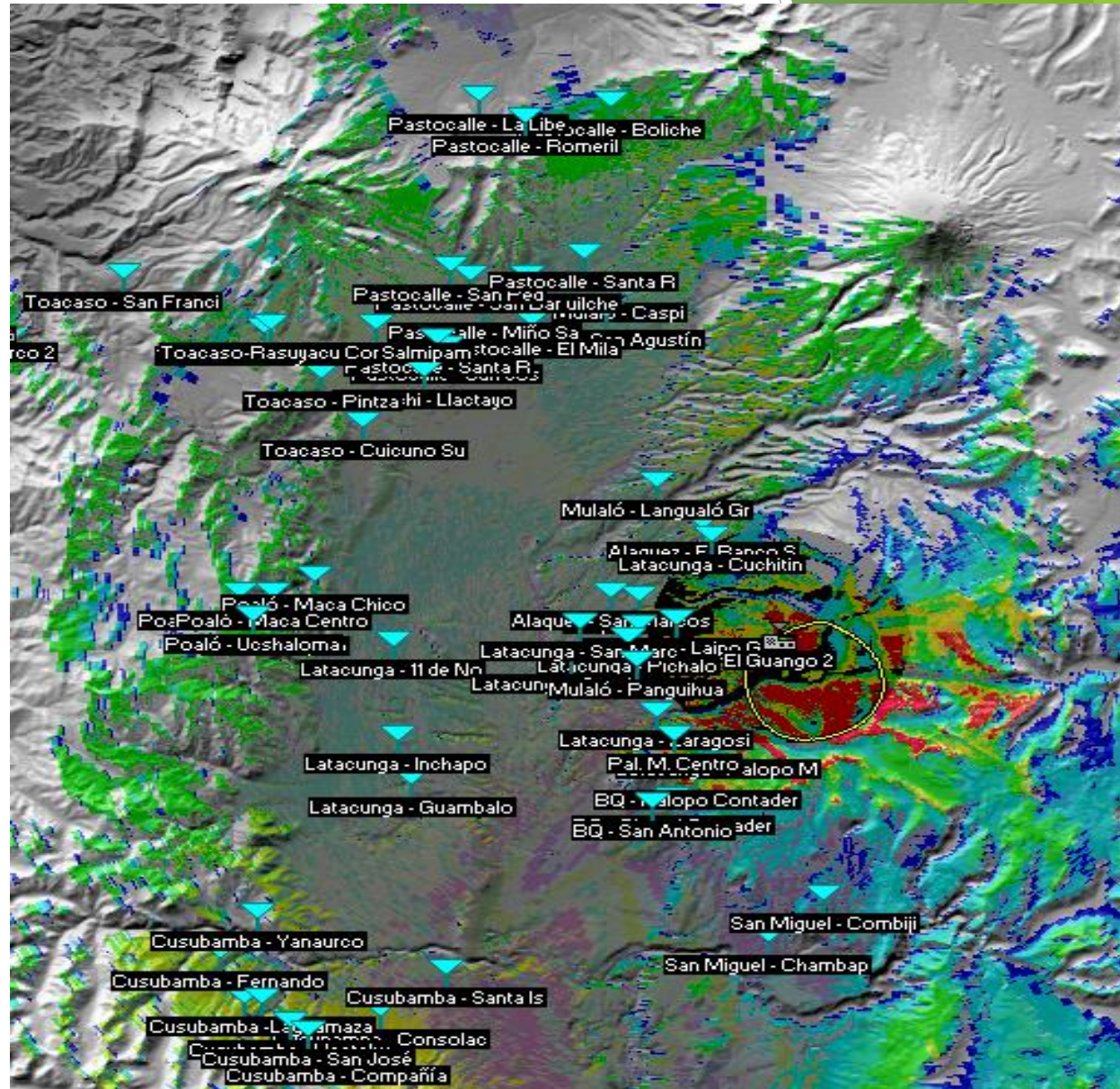
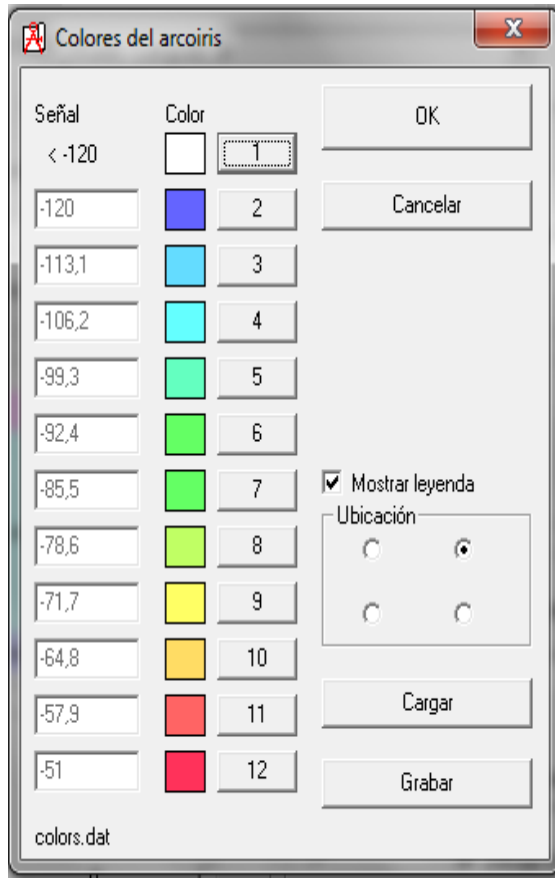
► Simulación en Radio Mobile

Tipo de antena	omni.ant
Ganancia de antena (dBi)	cardio.ant
Altura de antena (m)	corner.ant
	dipole.ant
	ellipse.ant
	yagi.ant

	A	B	C	D	E	F
1	AA	B	XA-45065-	4CF-EDIN-15		
2	AB					
3	AC	S	65 13.0	0		
4	AD	9	4.7 0 Amp	henol BXA-45065-4CF-EDIN-15		
5	AE	H	0.1	12.9		
6	AE	H	1.1	12.9		
7	AE	H	2.1	12.9		
8	AE	H	3.1	12.9		
9	AE	H	4.1	12.9		
10	AE	H	5.1	12.8		
11	AE	H	6.1	12.8		
12	AE	H	7.1	12.8		
13	AE	H	8.1	12.8		
14	AE	H	9.1	12.7		
15	AE	H	10.1	12.7		
16	AE	H	11.1	12.6		
17	AE	H	12.1	12.6		
18	AE	H	13.1	12.5		
19	AE	H	14.1	12.5		
20	AE	H	15.1	12.4		
21	AE	H	16.1	12.3		
22	AE	H	17.1	12.3		



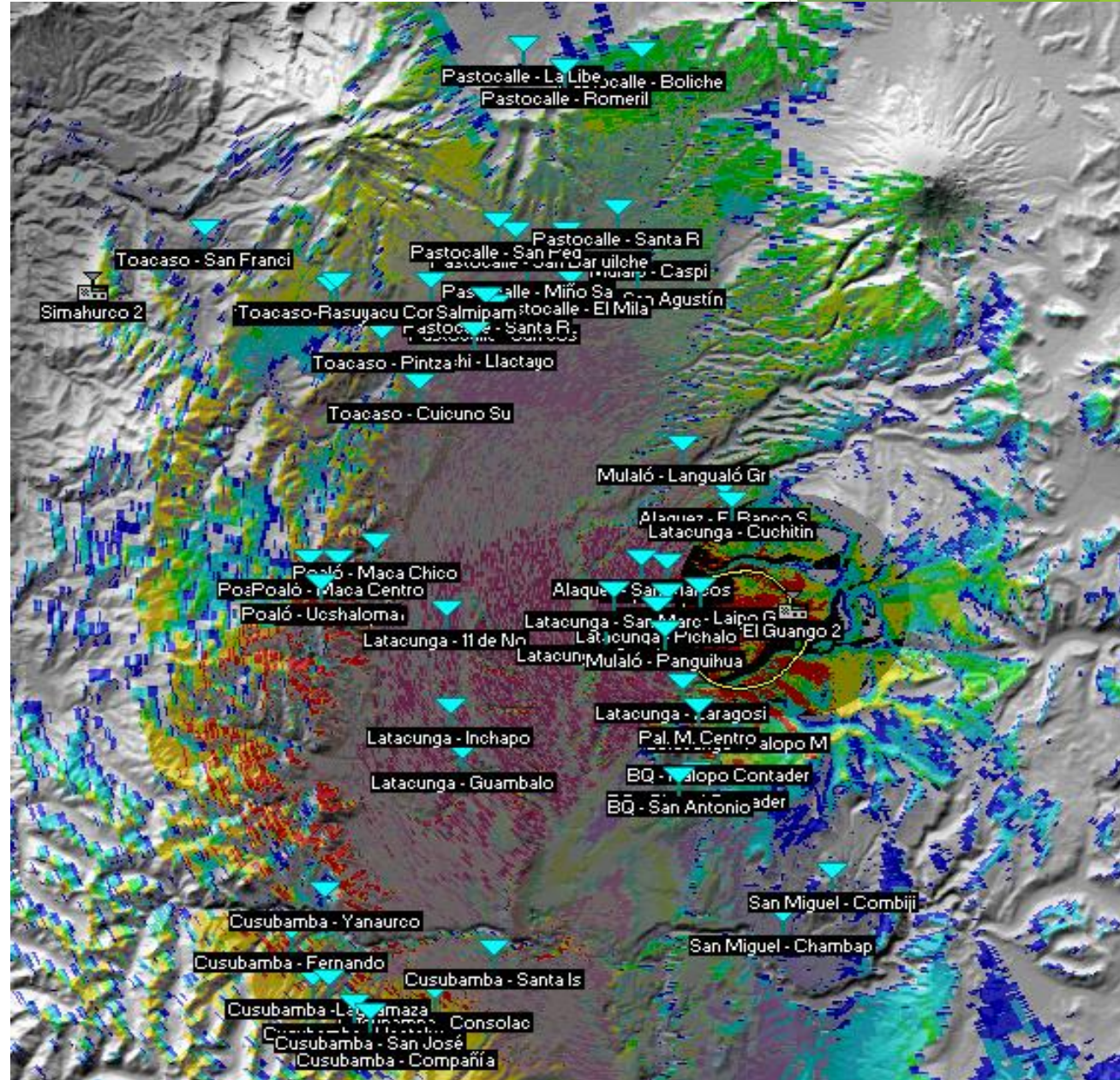
Desarrollo: Simulación en Radio Mobile:



Cobertura Generada por la antena sectorial 0 BTS El Guango

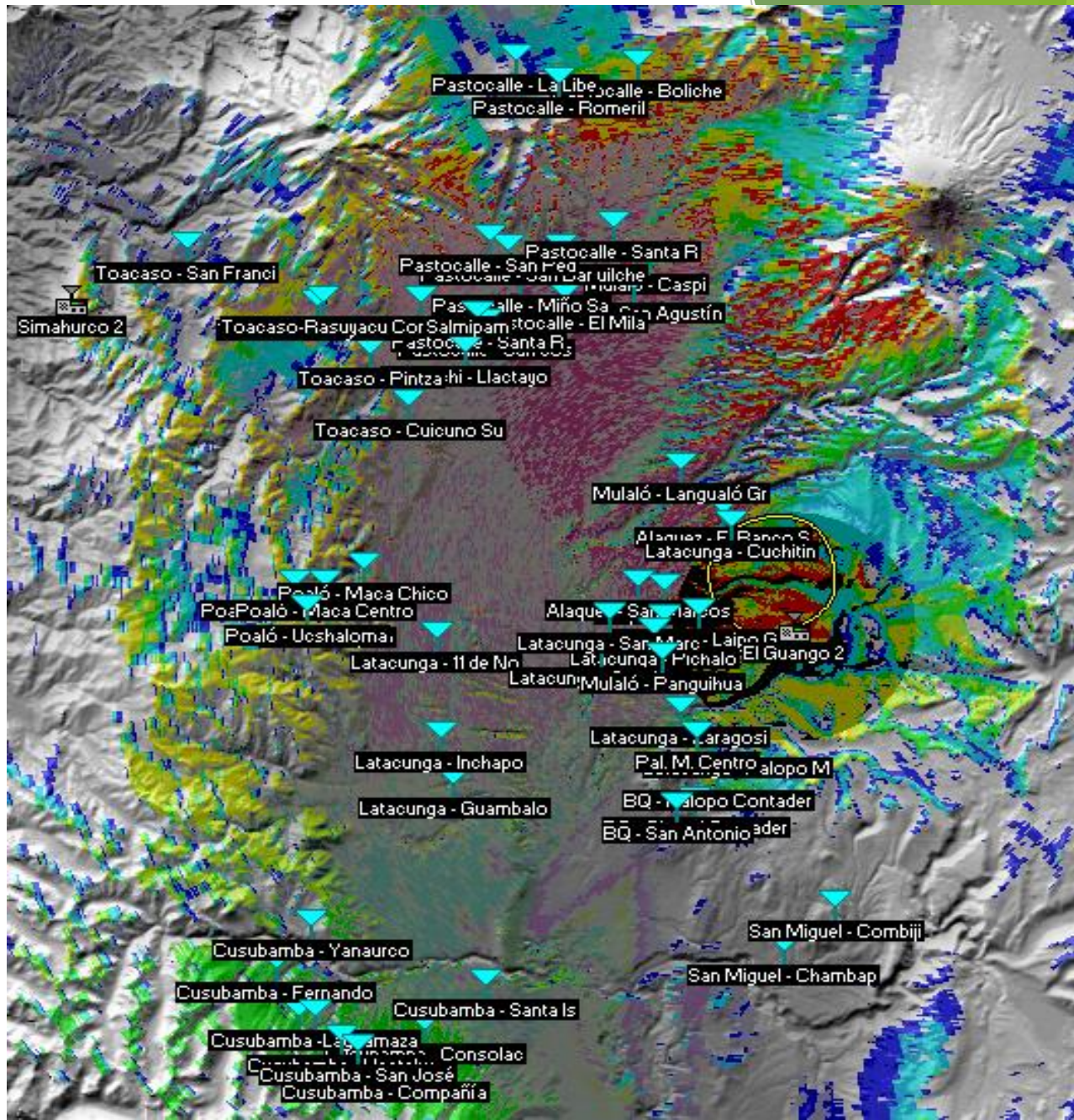
Desarrollo: ▶ Simulación en Radio Mobile:

Cobertura Generada por la antena sectorial 1 BTS El Guango



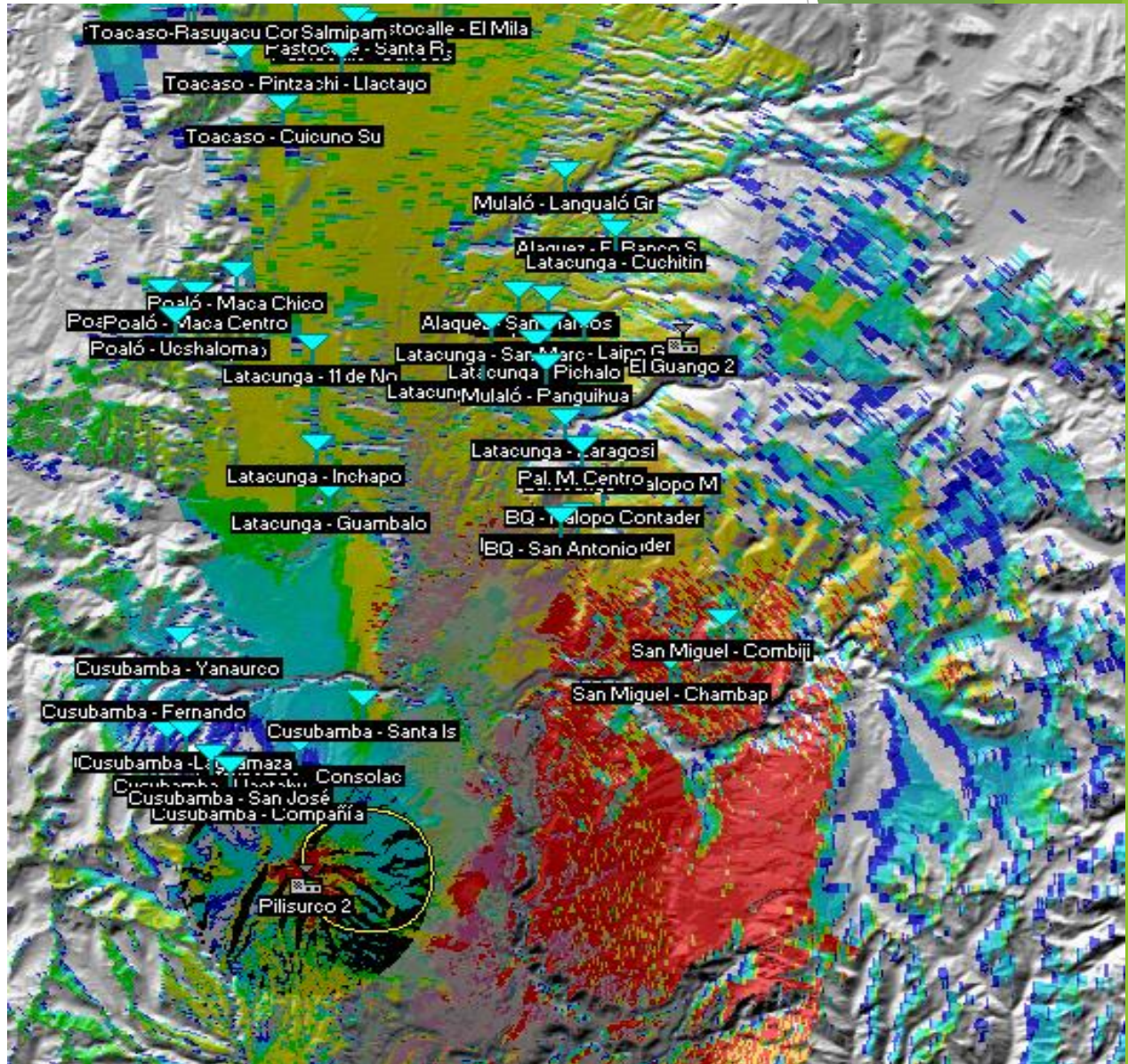
Desarrollo: ► Simulación en Radio Mobile:

Cobertura Generada por la antena sectorial 2 BTS El Guango



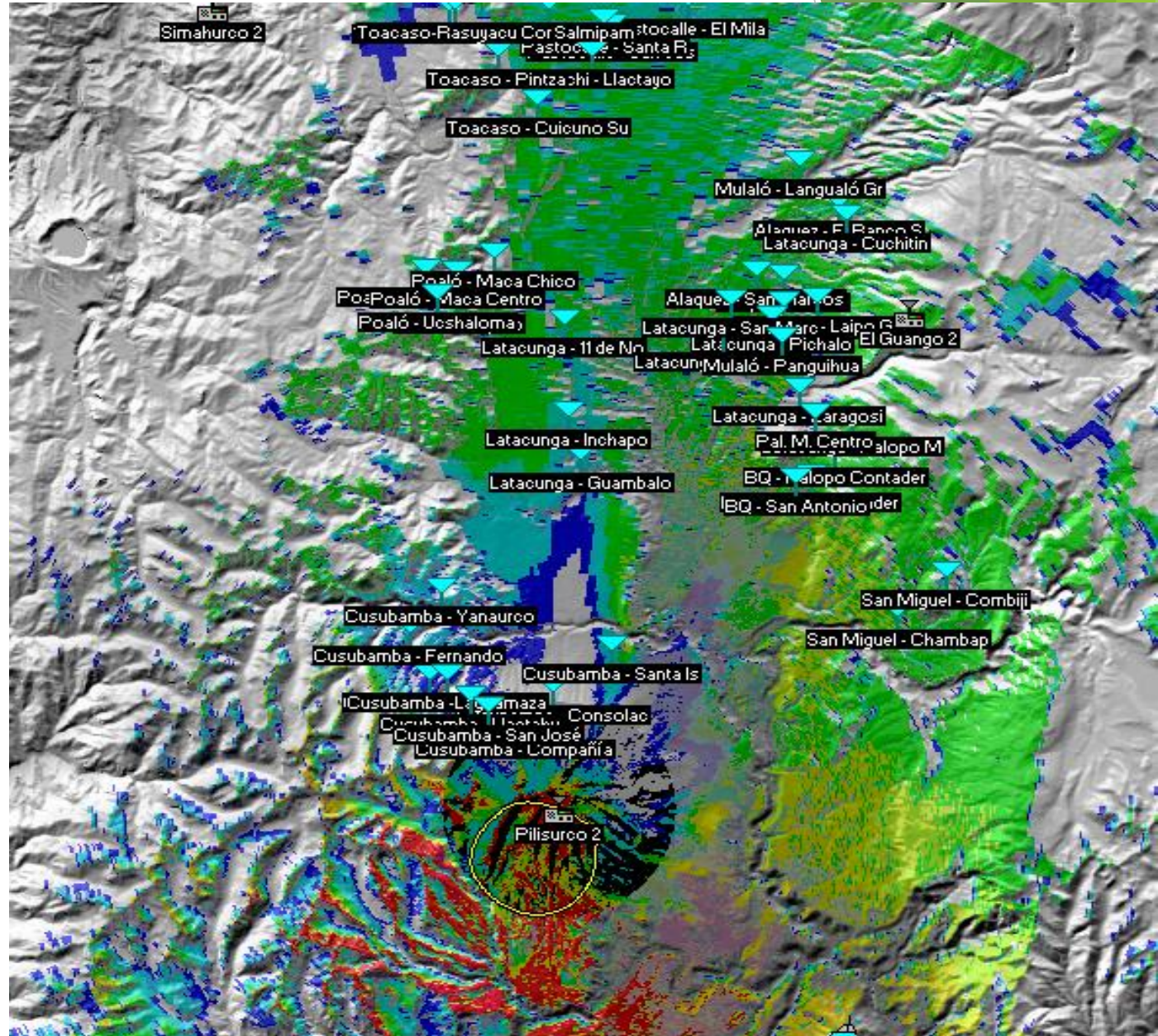
Desarrollo: ▶ Simulación en Radio Mobile:

Cobertura generada por la antena sectorial BTS de Pilisurco 0



Desarrollo:

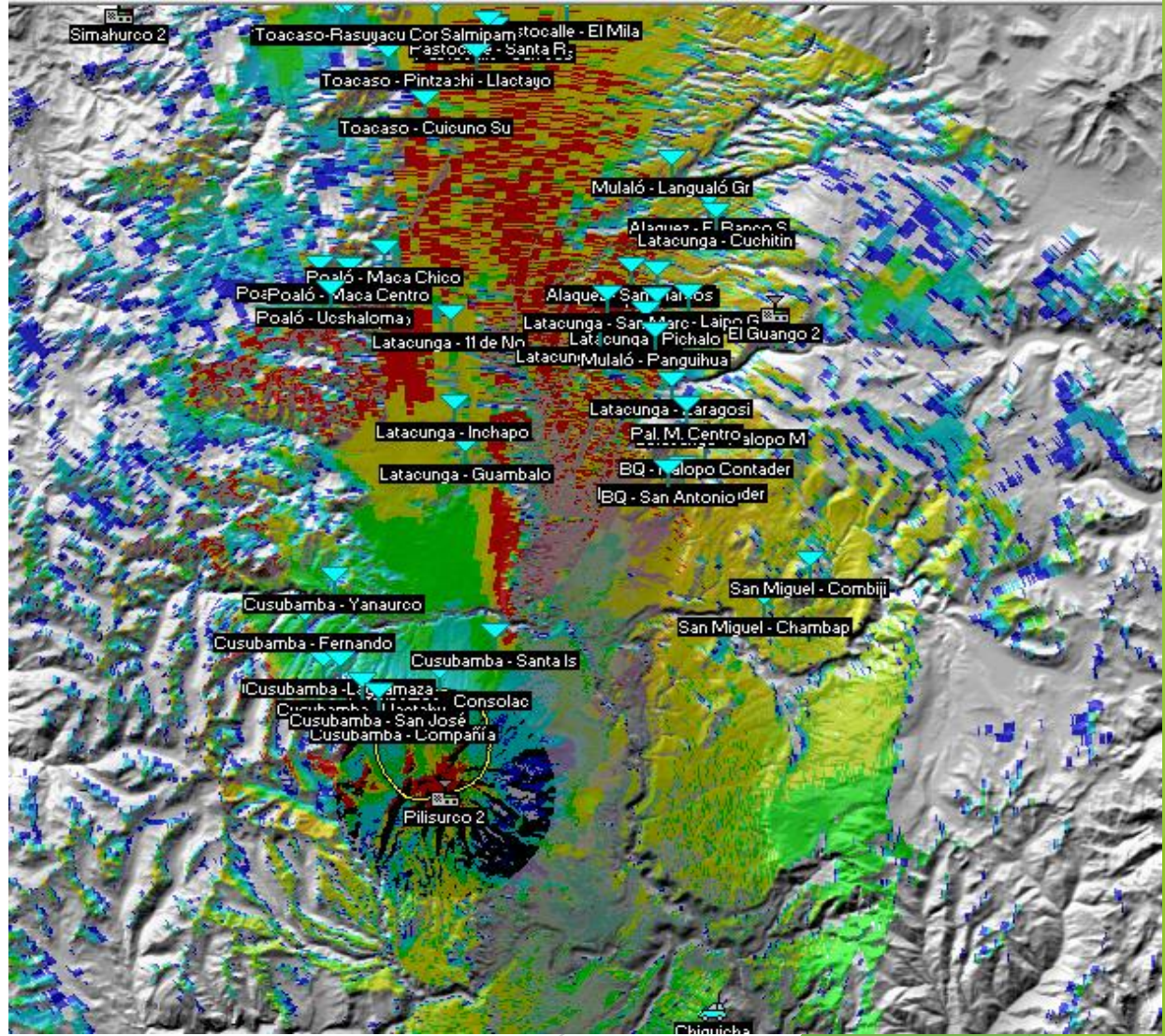
► Simulación en Radio Mobile:



Cobertura generada por la antena sectorial BTS de Pilisurco 1

Desarrollo: ▶ Simulación en Radio Mobile:

Cobertura generada por la antena sectorial BTS de Pilisurco 2



Desarrollo: ► Simulación en Radio Mobile:

Enlace de Radio

Editar Ver Invertir

Azimut=329,26°	Ang. de elevación=-6,928°	Despeje a 3,57km	Peor Fresnel=1,2F1	Distancia=6,44km
Espacio Libre=101,8 dB	Obstrucción=-1,6 dB	Urbano=0,0 dB	Bosque=0,0 dB	Estadísticas=6,6 dB
Pérdidas=106,8dB	Campo E=79,5dBμV/m	Nivel Rx=-46,3dBm	Nivel Rx=1078,95μV	Rx relativo=33,7dB

Transmisor

El Guango 3

Rol: Control

Nombre del sistema Tx: Sistema El Guango 3

Potencia Tx: 20 W (43,01 dBm)

Pérdida de línea: 0,5 dB

Ganancia de antena: 13,4 dBi (11,3 dBd)

Potencia radiada: PIRE=392,67 W (PRE=239,44 W)

Altura de antena (m): 45

Red: CDMA El Guango 3

Receptor

Latacunga - Cuchitin

Rol: Subordinado

Nombre del sistema Rx: Sistema de Recepcion CDMA Tel...

Campo E requerido: 45,87 dBμV/m

Ganancia de antena: 5 dBi (2,8 dBd)

Pérdida de línea: 0,5 dB

Sensibilidad Rx: 22,3872

Altura de antena (m): 2

Frecuencia (MHz): Mínimo 450

Enlace de Radio

Editar Ver Invertir

Copiar

Exportar a... Ctrl+F9

Exportar el perfil

Resolución

Original (93)

Otro

Número de registros: 2000

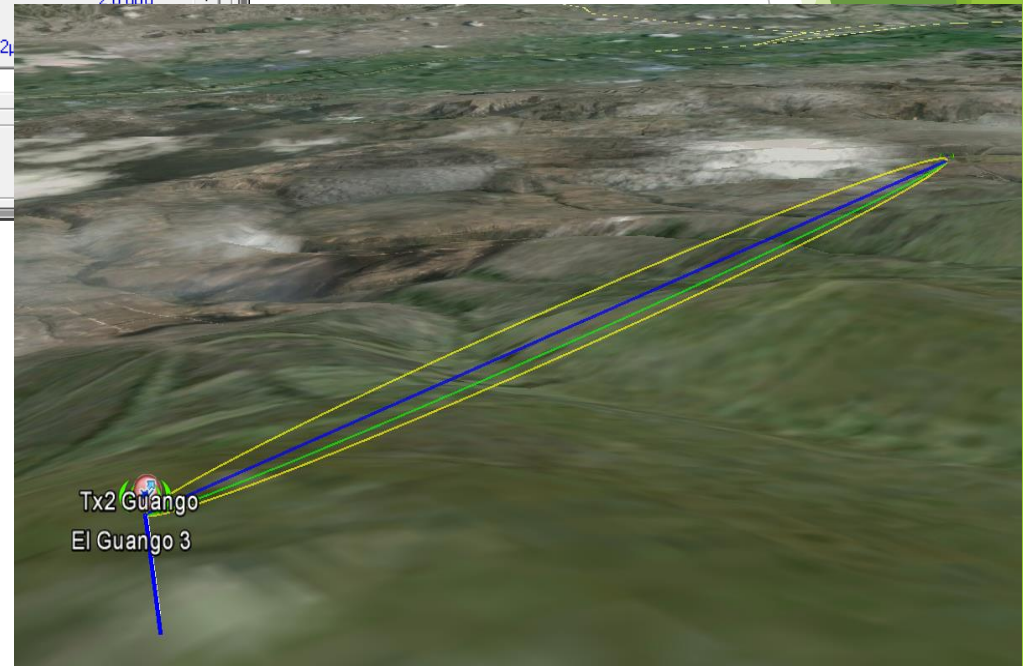
Destino

RMPath

Block de notas

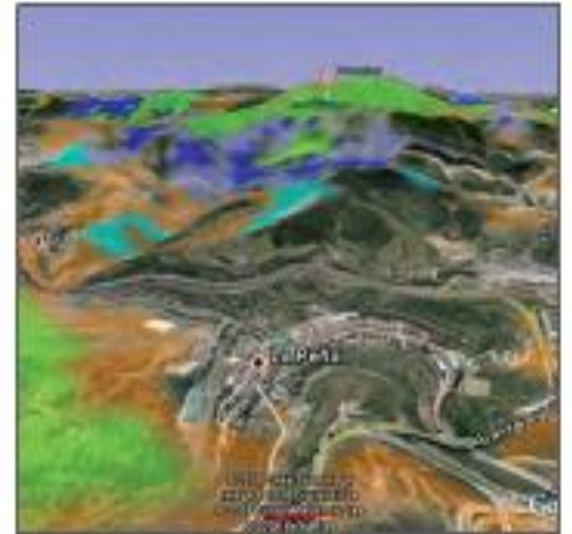
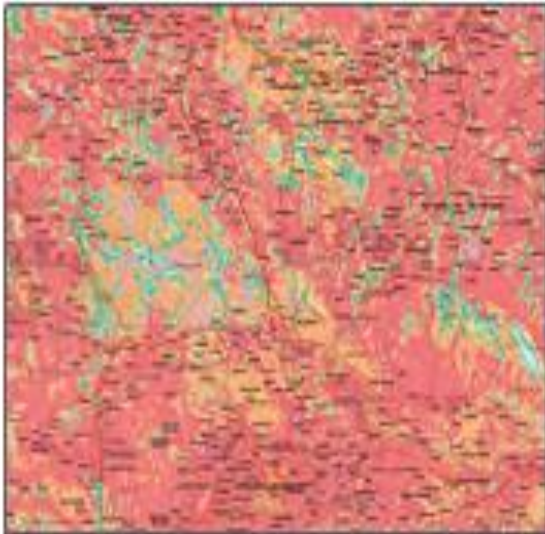
Google Earth

OK



Desarrollo:

- ▶ Simulación en Sirenet:



Herramientas de Sirenet

▶ ESTUDIOS DE PARAMETRIZACIÓN DE ESTACIONES

Perfil

Cobertura

Mejor Emplazamiento

Cobertura por Radiales

▶ ESTUDIOS DE PLANIFICACIÓN DE REDES

Cobertura Múltiple

Visualización de Medidas

Perfil en Ruta Multitransmisor

▶ ESTUDIOS DE RED DE TRANSPORTE

Análisis de Vano Digital

Multivano

Asignación de Frecuencias

▶ ESTUDIOS DE PLANIFICACIÓN DE FRECUENCIAS

Análisis de Espectro

Asignación de Frecuencias Zonal

Retardos Estáticos Óptimos

▶ ESTUDIOS DE COMPATIBILIDAD ELECTROMAGNÉTICA

Interferencia sobre Receptor

Interferencia de Transmisor

Degradación de Cobertura

Perfil en Ruta Interferencias

Degradación de Cobertura Múltiple

Modelo Deygouth

- ▶ Es un modelo de propagación determinístico propuesto por Jacques Deygout en julio de 1996 y adaptado por Intelia para el caso de ciertas circunstancias no contempla el modelo original.
- ▶ Este modelo supone una difracción de tipo "filo de cuchillo", el cual se refiere a la difracción provocada en la trayectoria de la señal por la elevación más alta de la tierra a lo largo del perfil de terreno, formando una arista aguda.



Características

- ▶ Es usado en entornos donde dominan obstáculos determinísticos, como es el caso de enlaces de microondas punto a punto, punto a multipunto, accesos rurales o radiodifusión rural.
- ▶ Este modelo pierde fiabilidad en distancias superiores a 70 Km, donde comienza a ser aconsejable el empleo de métodos de dispersión troposférica.

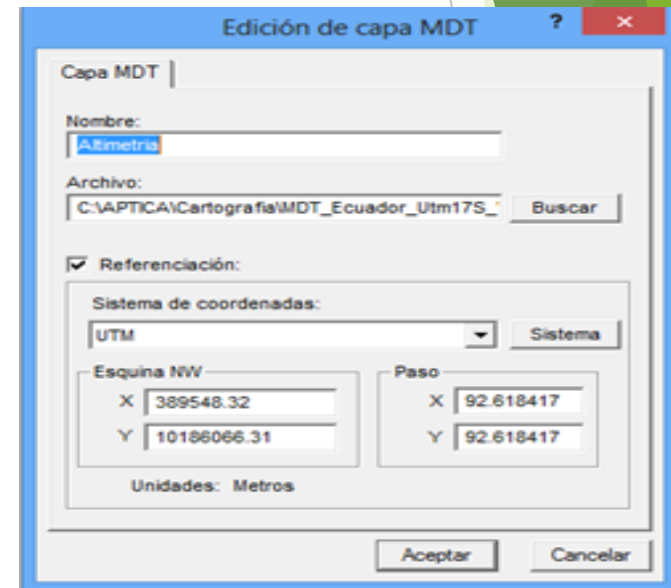
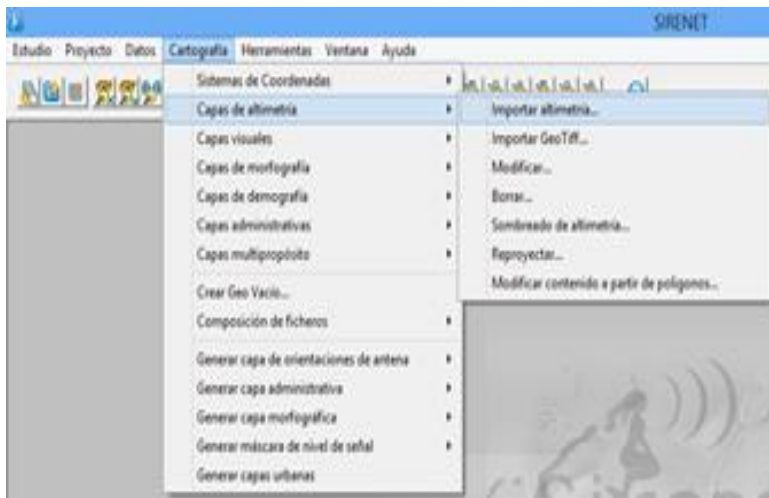
Nuevo Proyecto

- Un Proyecto es una carpeta lógica donde se archivan estudios que se relacionan entre sí dentro del proyecto.

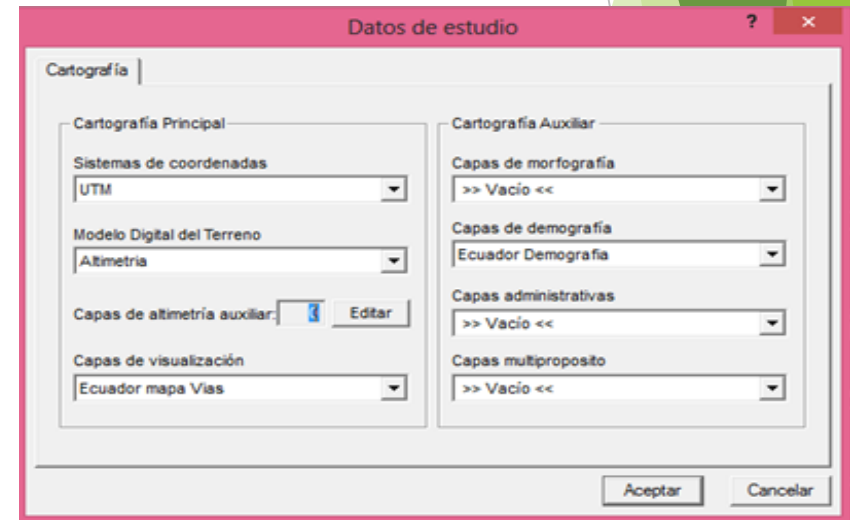
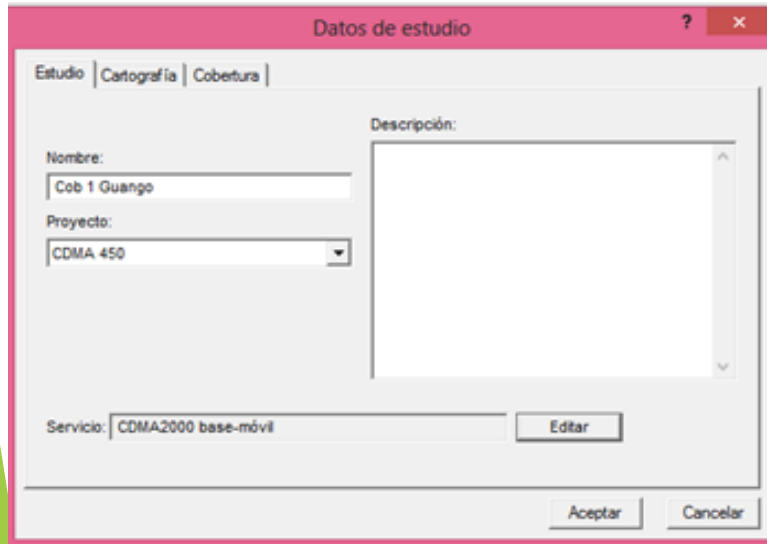
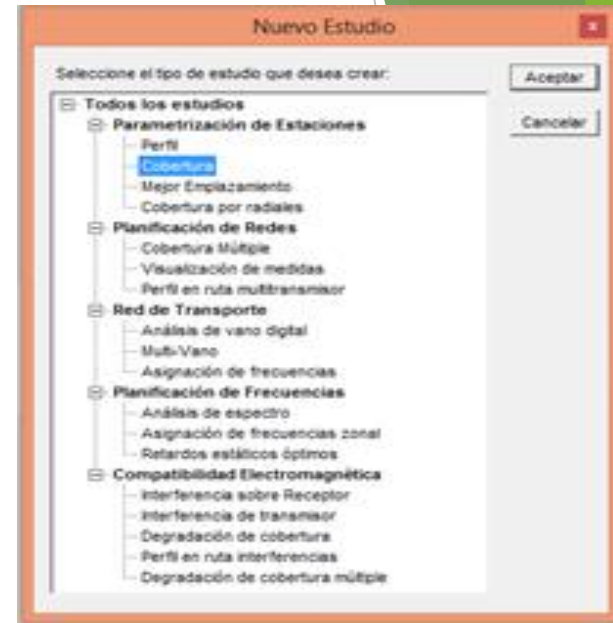
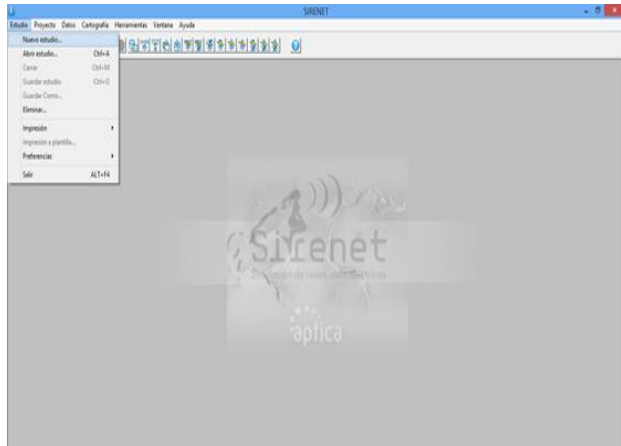
A screenshot of the 'Datos de proyecto' dialog box. The title bar reads 'Datos de proyecto'. It contains several input fields and buttons. The 'Nombre:' field contains the text 'CDMA 450'. The 'Estudios:' field is an empty text area. Below it are four buttons: 'Añadir', 'Extraer', 'Informe', and 'Eliminar'. The 'Descripción:' field is an empty text area with a vertical scrollbar. On the right side, there are three buttons: 'Aceptar', 'Cancelar', and 'Ayuda'.

Cartografía

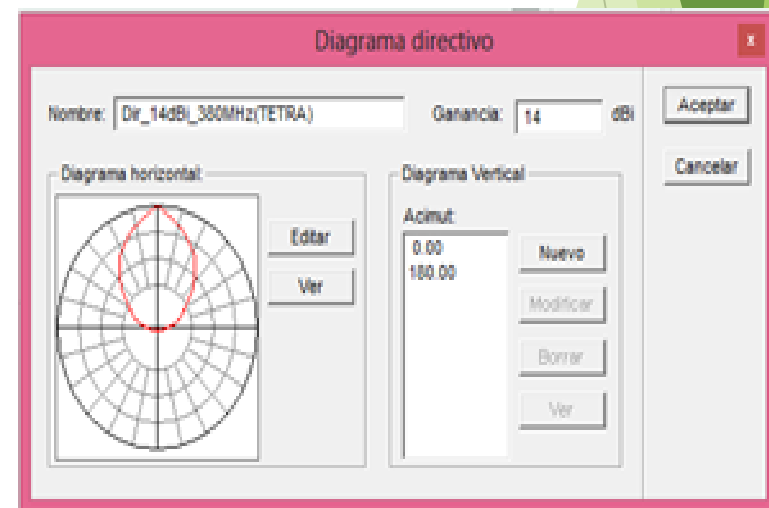
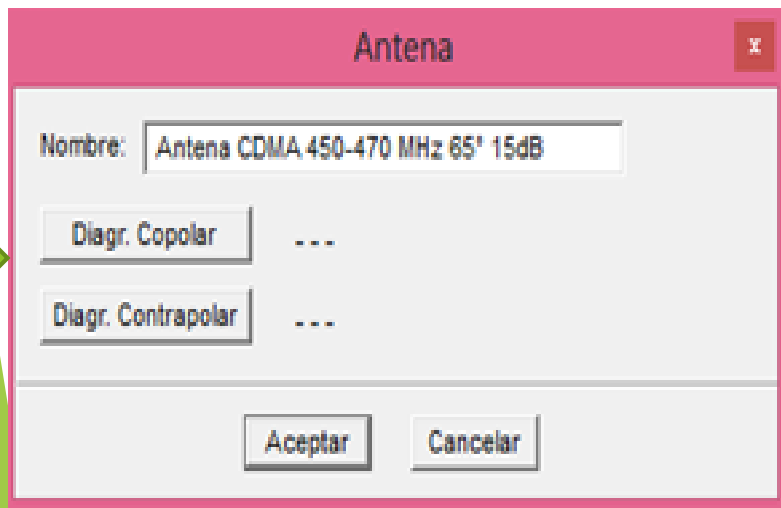
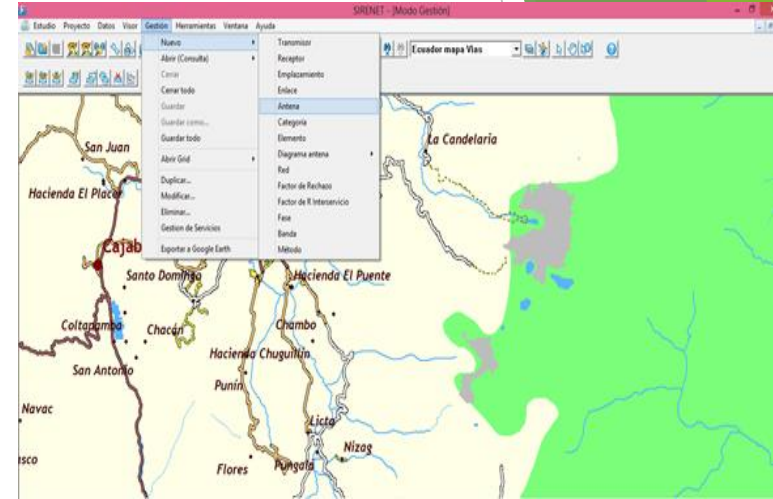
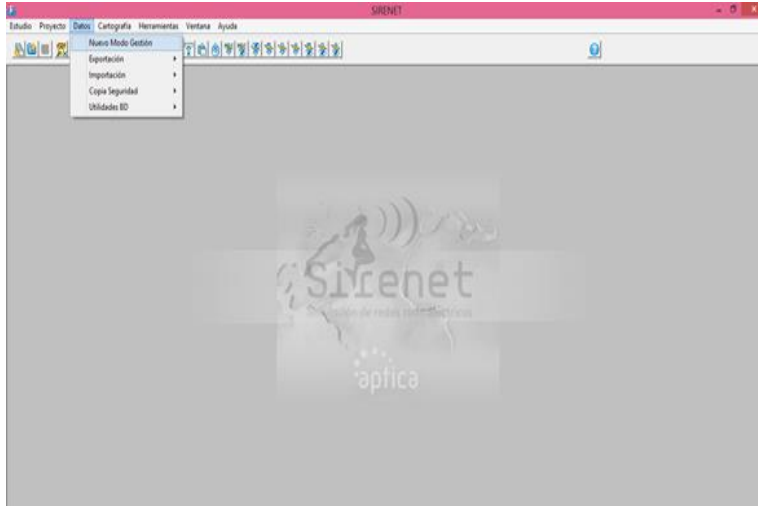
Previamente a la creación del estudio es definir las capas de Altimetría y las capas de Visualización que se van a usar para elaborar el proyecto. Estas capas definen la cartografía y el sistema de coordenadas que se emplean en los diferentes estudios.



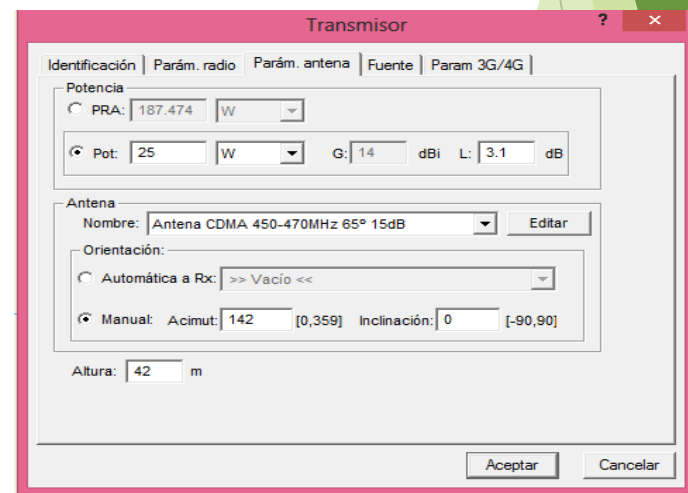
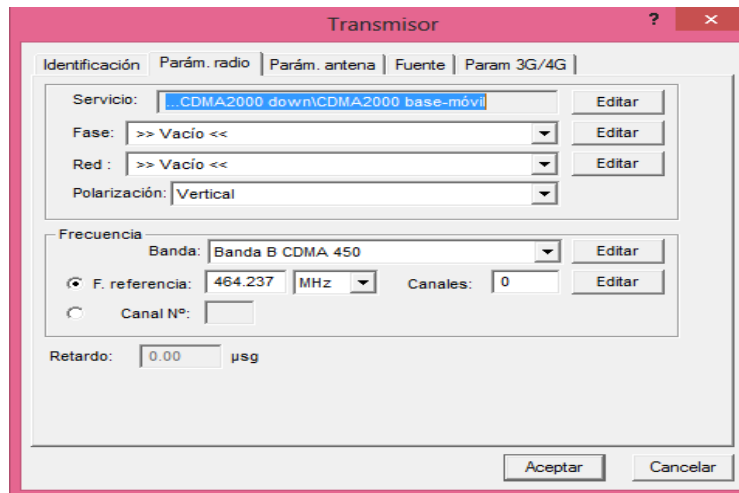
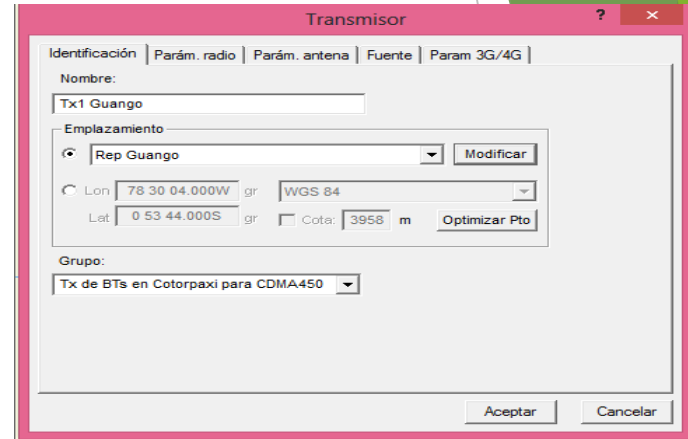
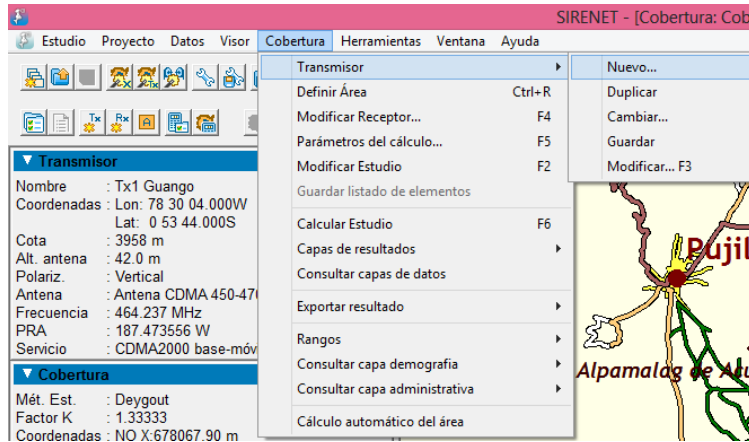
Creación de Estudios



Creación de Antenas

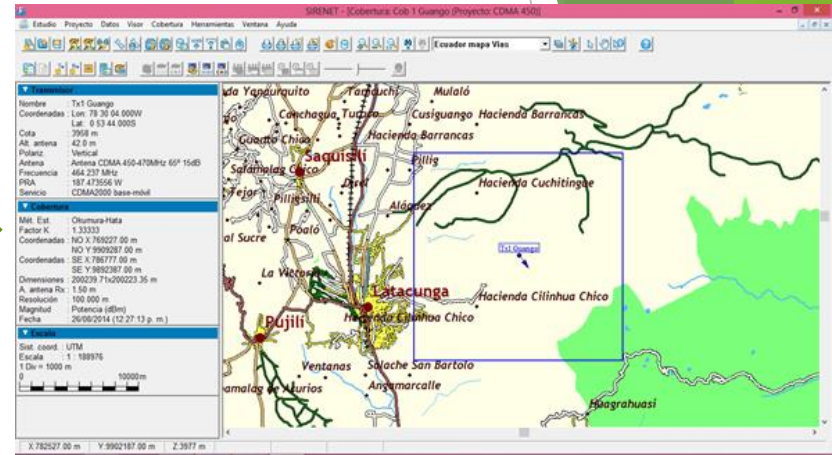
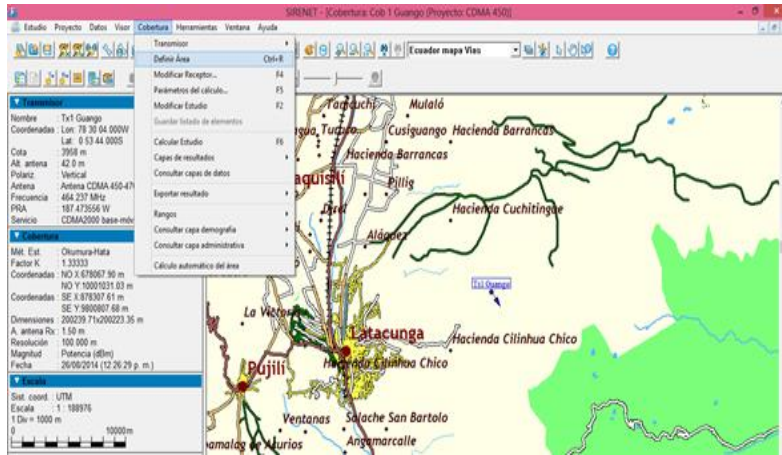


Creación de Transmisores

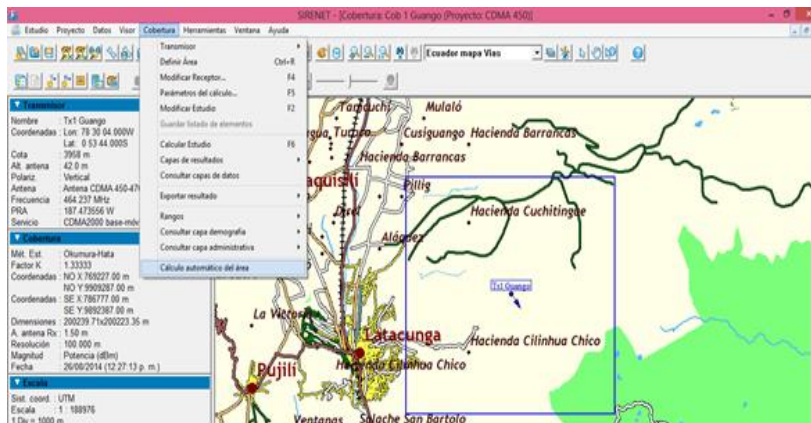


Definir Área de Cobertura

- Clic sobre Cobertura y Definir Área, elegir el área manualmente.



- Otra manera de seleccionar el Área de cobertura es dar un clic en Cobertura, Cálculo automático del área

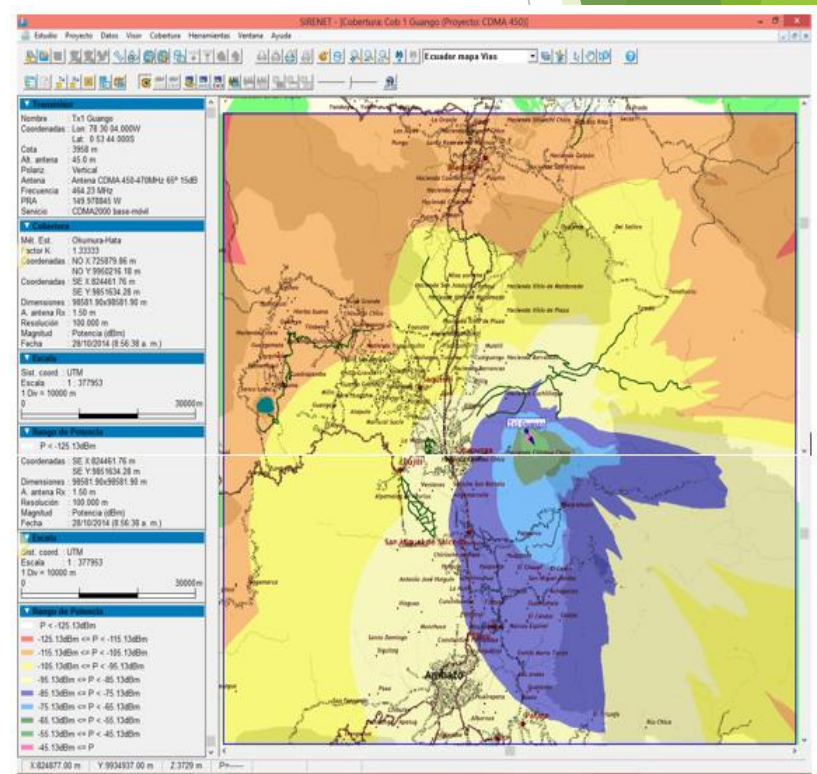
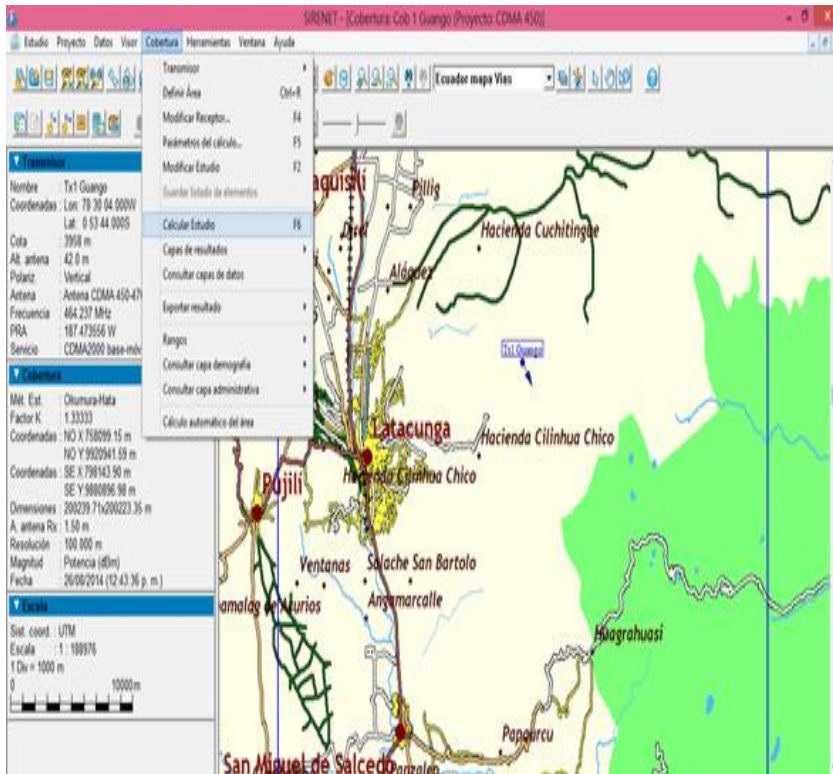


Cálculo automático del área

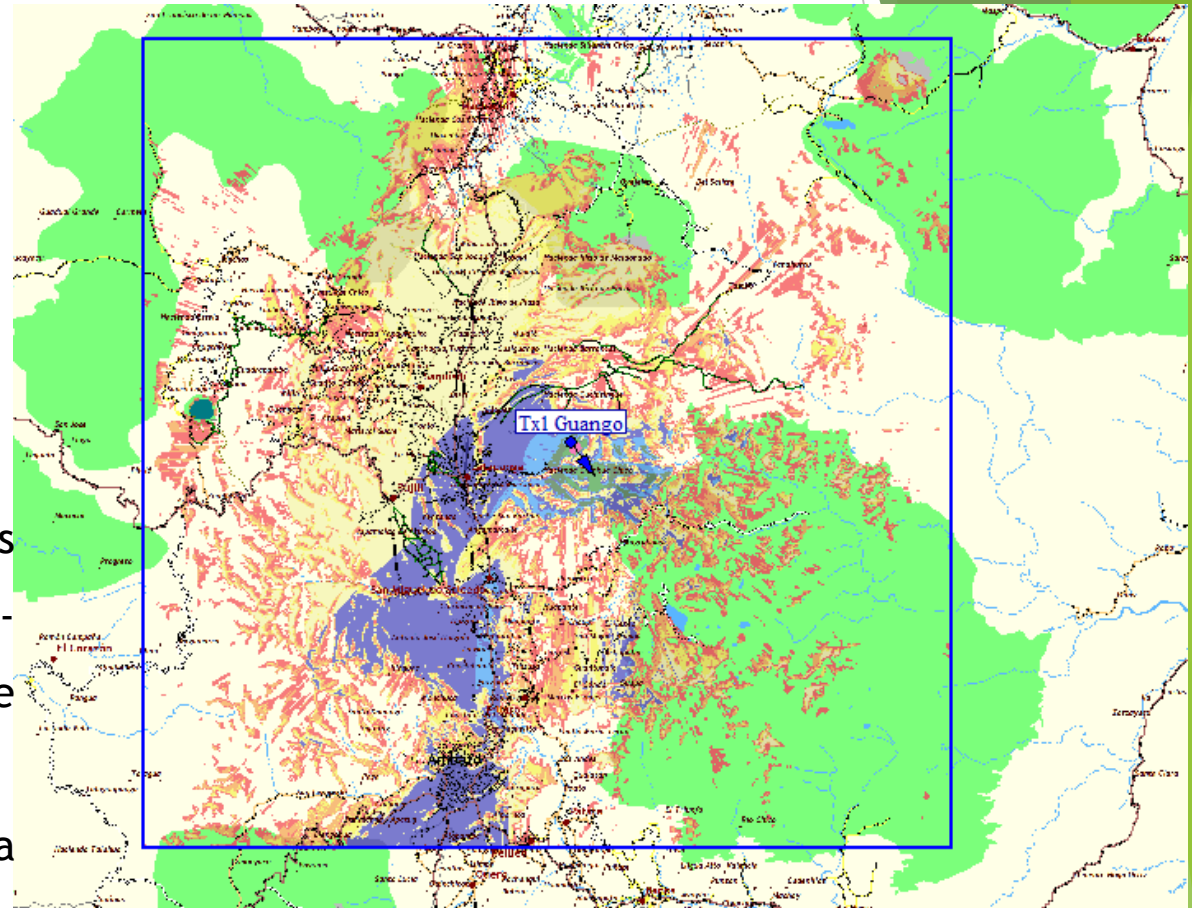
Separación angular	<input type="text" value="10"/>	°
Distancia máxima	<input type="text" value="50"/>	km
Margen de recepción	<input type="text" value="10"/>	dB

Cálculo de Estudio Cobertura

- Clic sobre Cobertura y en la Opción Cálculo de Estudio.



Simulación



El dBm (a veces también dBmW o decibelio-milivatio) es una unidad de medida de potencia expresada en decibelios (dB) relativa a un milivatio (mW).

Desarrollo:

- ▶ Simulación en PathLoss:
- ▶ Inicialmente al ejecutar el programa se genera una ventana, la cual se encuentra lista para ingresar cada uno de los datos a ser analizados, como se muestra a

The screenshot displays the Pathloss 4.0 software interface. The window title is "Pathloss 4.0". The menu bar includes "Archivos", "Module", "Configure", "Equipo", "SDB", "Reporte", "Aplicación", "Reporte", and "Ayuda". The main area is divided into two columns of input fields. The left column is for "Sitio 1" and "Sitio 2" data entry, and the right column is for transmission parameters. The "Sitio 1" column has fields for "Nombres de los Sitios", "Sigla", "Código de Estación", "Estado / Provincia", "Código de Propietario", "Latitud", "Longitud", "Azimuth Verdadero (°)", "Distancia Calculada (km)", "Distancia del Perfil (km)", "Datum" (set to "WGS 1984"), "Elevación (m)", "Altura de Torre (m)", "Altura de Antena de TR (m)", "Código", "Pérdidas TX (dB)", and "Pérdidas RX (dB)". The "Sitio 2" column has fields for "Nombres de los Sitios", "Sigla", "Código de Estación", "Estado / Provincia", "Código de Propietario", "Latitud", "Longitud", "Azimuth Verdadero (°)", "Distancia Calculada (km)", "Distancia del Perfil (km)", "Datum", "Elevación (m)", "Altura de Torre (m)", "Altura de Antena de TR (m)", "Código", "Pérdidas TX (dB)", and "Pérdidas RX (dB)". The right column has fields for "Código de Operador" (set to "Radio MicroCNT"), "Modelo de Radio", "Código", "Designador de Emisor", "Distintivo", "Potencia de Transmisión (dBm)", "Frecuencia (MHz)" (set to "450.00"), "Polarización" (set to "Vertical"), "Pérdidas de Espacio Libre (dB)", "PIRE (dBm)", and "Señal Recibida (dBm)". The Pathloss logo is visible in the bottom right corner. The status bar at the bottom right shows "km-m", "Microonda", "TR-TR", and a close button.

Sitio 1		Sitio 2	
Nombres de los Sitios			
Sigla			
Código de Estación			
Estado / Provincia			
Código de Propietario			
Latitud			
Longitud			
Azimuth Verdadero (°)			
Distancia Calculada (km)			
Distancia del Perfil (km)			
Datum	WGS 1984		
Elevación (m)			
Altura de Torre (m)			
Altura de Antena de TR (m)	0.00		0.00
Código			
Pérdidas TX (dB)	0.00		0.00
Pérdidas RX (dB)	0.00		0.00

Código de Operador	Radio MicroCNT	
Modelo de Radio		
Código		
Designador de Emisor		
Distintivo		
Potencia de Transmisión (dBm)		
Frecuencia (MHz)	450.00	
Polarización	Vertical	
Pérdidas de Espacio Libre (dB)		
PIRE (dBm)		
Señal Recibida (dBm)		

Pasos de simulación en PathLoss

- Colocar el nombre de los sitios como se muestra
- Ingreso de datos geográficos, escogemos WGS84 (Sistema Geodésico Mundial 1984) debido a que es un sistema de coordenadas que permite el posicionamiento global
- Ingreso de los datos de Elevación, Altura de Torre y la Antena se realiza de la siguiente manera como se observa en la figura.
- Configuración de la Antena
- Configurar y elegir la Opción Configuración Geográfica, en este menú se configura la ubicación Geográfica del enlace (Hemisferios, Sistema de Coordenadas).
- Configurar, y elegir Configure Terrain Database, en este menú se selecciona en Primary la Opción STRM y clic sobre Setup Primary.
- Clic en Operaciones y Generate Profile y se podrá observar el perfil de terreno entre el punto BTS Guango y el punto Localidad Chitan (Aláquez), como muestra la figura.

Simulación en PathLoss

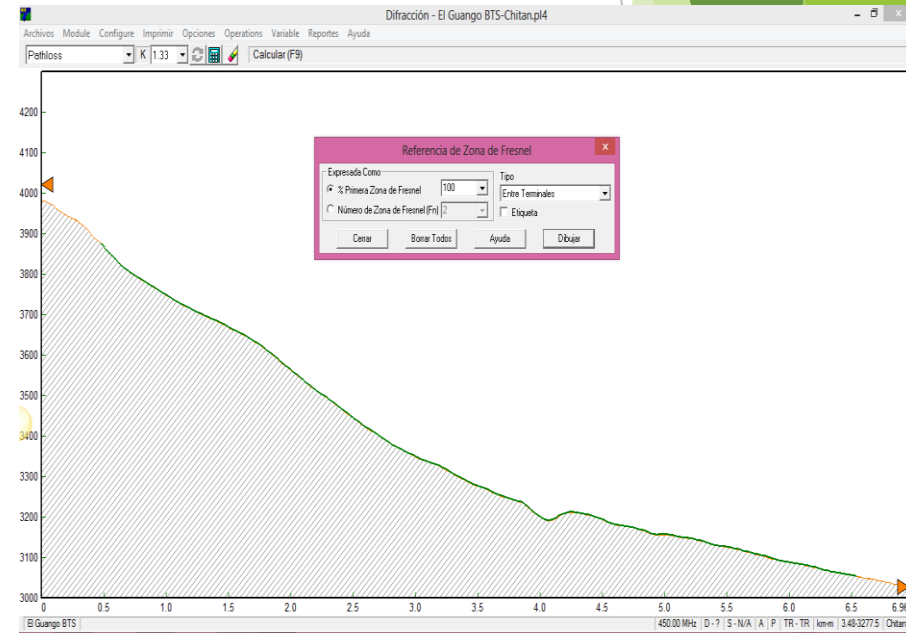
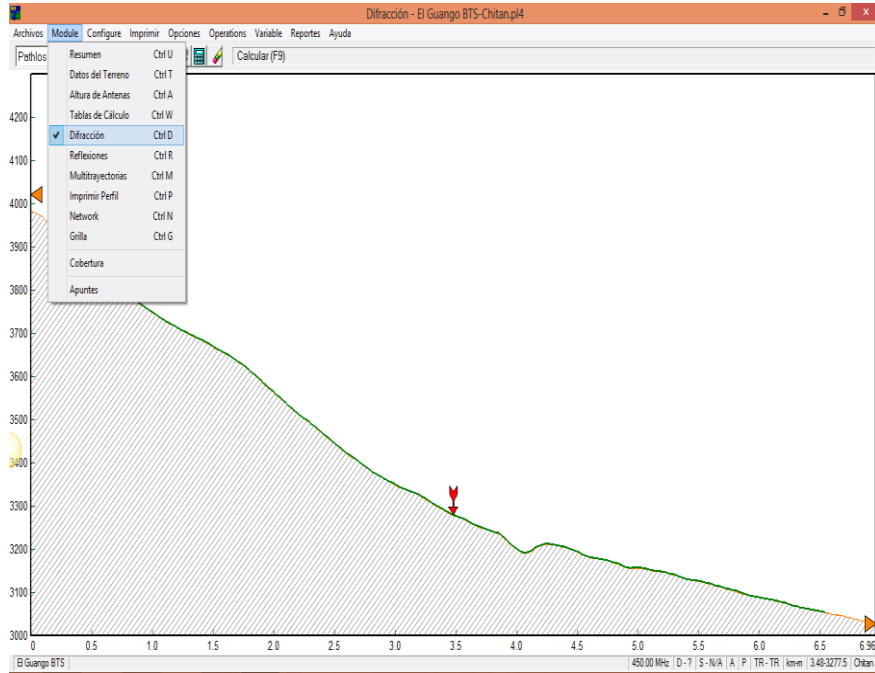


Tabla de Resultados:

- ▶ ..\TABLA PRESENTACION FINAL 19 DE MAYO.docx
- ▶ ..\..\..\..\Sirenet Sim CDMA
450\Sirenet\Result\COBERTURA FINAL BTS GUANGO.kmz
- ▶ ..\..\..\..\Sirenet Sim CDMA
450\Sirenet\Result\COBERTURA FINAL BTS
PILISURCO.kmz
- ▶ ..\..\..\..\Sirenet Sim CDMA
450\Sirenet\Result\COBERTURA FINAL BTS GUANGO
PILISURCO.kmz

Resultados: ▶ Problemas y soluciones para el servicio CDMA450

- ▶ Señal disponible, pero no se puede realizar llamadas
 - ▶ Causas: BTS sobrecargada - Potencia en el terminal aceptable pero relación señal a ruido mala.
 - ▶ Soluciones: Aumentar la capacidad de la BTS - Mejorar la asignación de recursos - Aumentar la potencia de la portadora para mejorar la relación señal a ruido.
- ▶ Potencia variable en el terminal
 - ▶ Causas: Variación de la carga de tráfico en la BTS - Interferencia en la portadora.
 - ▶ Soluciones: Eliminar señales no deseadas - Instalar antenas externas en los terminales. - Instalar nuevas BTS

Resultados: ▶ Problemas y soluciones para el servicio CDMA450

- ▶ Llamadas caídas frecuentemente
 - ▶ Causas: Problemas de hardware, tarjetas dañadas o defectuosas - Problemas en la transmisión - BTS Saturada.
 - ▶ Soluciones: Aumentar la capacidad de la BTS - Mejorar la asignación de recursos - Aumentar la potencia de la portadora para mejorar la relación señal a ruido.
- ▶ Dificultad para originar llamadas en hora pico:
 - ▶ Causas: Insuficiencia de recursos en la BTS - Congestión en la red PSTN (Red telefónica conmutada).
 - ▶ Soluciones: Eliminar señales no deseadas - Instalar antenas externas en los terminales. - Instalar nuevas BTS

Conclusiones:

- ▶ La comunicación CDMA 450 en Cotopaxi ha probado su efectividad en la gran mayoría de las comunidades donde se ha realizado las pruebas de campo descritas, brindando así la capacidad de realizar y recibir llamadas con un tiempo de enlace corto y con la posibilidad de mantener la llamada por varios minutos en hogares rurales donde por su lejanía a poblados no se ha podido llegar con telefonía por red de cobre; aun así hay sitios donde la calidad de la comunicación CDMA 450 es deficiente, tales como
- ▶ Las simulaciones en cada uno de los software descritos permitieron tener una idea de la cobertura en los sitios donde se iba a realizar las pruebas y mediciones de campo, además de brindar la posibilidad de comparar los modelos matemáticos que éstos manejan, a fin de identificar cuál se debe utilizar en el caso de realizar un diseño de red o análisis del estado de un sistema de comunicación inalámbrico con características similares a la de CDMA 450 y en la geografía montañosa de Cotopaxi.

- ▶ Según las pruebas realizadas en el capítulo 5 se encuentran deficiencias del servicio en algunas comunidades como las ya mencionadas por una baja potencia de recepción, que debido a su ubicación geográfica impide la total o baja propagación de la señal. En muchas de estas zonas tales como se recomienda en el mismo capítulo, el servicio mejoraría significativamente instalando antenas externas, pero en el caso de comunidades como la de Maca Chico donde está totalmente rodeado por montañas es muy difícil que se brinde una comunicación satisfactoria allí.
- ▶ El clima demostró que puede afectar a la propagación satisfactoria de esta señal, especialmente en lugares altos como en Cusubamba, donde había presencia de gran nubosidad y lluvias; en tales comunidades las simulaciones mostraban un nivel más alto de potencia de recepción mientras que en las pruebas de campo eran mucho más bajas de lo indicado, además de presentarse ruido en la señal. Pero en momentos cuando se despejaba, la señal de recepción en el analizador de espectros subía en picos donde se mostraba la señal que se había simulado en Sirenet anticipadamente.
- ▶ El solapamiento entre BTS en muchas comunidades no ha generado mayores complicaciones a excepción de la comunidad de Inchapo donde las llamadas en el terminal se ven interrumpidas al enlazarse de la BTS de El Guango a la de Pilisurco.

- ▶ El solapamiento entre varias antenas sectoriales de una misma BTS no representa problemas a la hora de realizar llamadas, pero sí es una forma ineficiente de manejar los recursos.
- ▶ El solapamiento que sí presenta problemas es en lugares donde sectoriales de diferentes BTS llegan a un sitio con similares valores de potencia. Por lo que el terminal telefónico “salta” repetidamente entre ellas y esto representa que se produzcan llamadas interrumpidas, incapacidad de realizar una conexión exitosa ya que hasta cumplir con el tiempo de establecimiento de llamada, el terminal se enlaza a otra.
- ▶ Una de las razones por las cuales Sirenet es notablemente mucho más cercano a la cobertura real medida en campo; es su mejor calidad de los mapas geográficos del mismo y de logaritmos internos que permiten identificar muchos tipos distintos de estándares de comunicación y simular su comportamiento.

Recomendaciones:

- ▶ En las zonas con potencias inferiores a -85 dBm comercializar antenas externas para que en un futuro, con el deterioramiento de los equipos e incorporación de nuevos usuarios, aún puedan contar con buena calidad de servicio sin esperar que se presenten quejas con el pasar del tiempo.
- ▶ Realizar un programa de comercialización más cuidadoso especialmente en zonas altamente montañosas, donde a pocas decenas de metros en una ladera, la calidad de servicio pasa de óptima a defectuosa o inexistente.
- ▶ Tratar este tema de investigación con CNT E.P. Cotopaxi como posibles soluciones para que la tecnología CMDA 450 sea de calidad y de total cobertura.
- ▶ Fomentar el uso e investigación de los equipos especializados en telecomunicaciones en los estudiantes de la Facultad de Ingeniería Electrónica e Instrumentación para brindar servicios de auditoría y supervisión de empresas públicas y Privadas.

- ▶ Sugerir a CNT E.P. Cotopaxi la fiscalización de los proyectos, con el fin que los contratistas cumplan con la calidad y cobertura de sus servicios.
- ▶ Antes de contratar un servicio realizar previamente simulaciones en un Software actualizado y de confianza, para determinar cuales son las localidades a las que si podríamos brindar servicio, no solo sea CDMA sino de cualquier servicio de telecomunicaciones.



GRACIAS







