

ESCUELA POLITÉCNICA NACIONAL

ESCUELA DE INGENIERÍA

DISEÑO DE UNA RED DE ESTACIONES REMOTAS DE MONITOREO A NIVEL NACIONAL DEL ESPECTRO RADIOELÉCTRICO PARA LA SUPERINTENDENCIA DE TELECOMUNICACIONES

**PROYECTO PREVIO A LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE INGENIERO EN
ELECTRÓNICA Y TELECOMUNICACIONES**

**JOSÉ LUIS CHIGUANO CHANGOLUISA
LUIS ISRAEL PÉREZ CHANCUSIG**

DIRECTOR: DR. LUIS SILVA

Quito, Enero 2004.

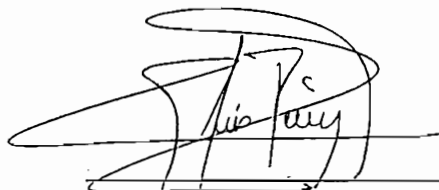
DECLARACIÓN

Nosotros, José Luis Chiguano Changoluisa y Luis Israel Pérez Chancusig, declararemos bajo juramento que el trabajo aquí descrito es de nuestra autoría; que no ha sido previamente presentada para ningún grado o calificación profesional; y, que hemos consultado las referencias bibliográficas que se incluyen en este documento.

A través de la presente declaración cedemos nuestros derechos de propiedad intelectual correspondientes a este trabajo, a la Escuela Politécnica Nacional, según lo establecido por la Ley de Propiedad Intelectual, por su Reglamento y por la normatividad institucional vigente.



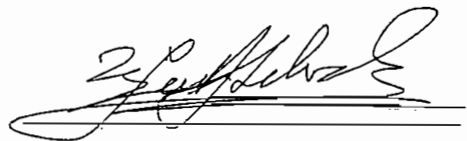
José Luis Chiguano Changoluisa.



Luis Israel Pérez Chancusig.

CERTIFICACIÓN

Certifico que el presente trabajo fue desarrollado por José Luis Chiguano Changoluisa y Luis Israel Pérez Chancusig, bajo mi supervisión.

A handwritten signature in black ink, appearing to read 'Luis Silva', is written over a horizontal line. The signature is stylized and cursive.

Dr. Luis Silva

DIRECTOR DE PROYECTO

AGRADECIMIENTO

A Dios en primer lugar, al haberme permitido culminar mi carrera y por rodearme de personas que paso a paso me extendieron su mano para cumplir con mi meta.

A mis tíos Armando y Doris, mis ángeles de la guarda, gracias por haber estado junto a mí cuando más los necesite.

A José Chiguano, mi padre, quien con sus consejos y palabras de aliento siempre me animó a seguir adelante.

A mis suegros, Paulina Toalombo y Angel Cueva, por haberme confiado su mayor tesoro y brindarme todo su apoyo.

A mis tíos Germán y Mariana, que nunca dudaron en ayudarme desde el inicio de mis estudios.

A Patricio Soza y Jenny Chiguano, por su colaboración incondicional en todo aquello que estuviese a su alcance.

Al Personal del Departamento de Radiocomunicaciones de la Superintendencia de Telecomunicaciones y de manera especial al Ing. Gustavo Orna e Ing. Fabián Corral, por el apoyo brindado durante el desarrollo del proyecto.

José Luis

DEDICATORIA

El presente proyecto de titulación lo dedico a mi Madre, en correspondencia a todo su esfuerzo, dedicación y entrega para con su familia, además a través de su ejemplo hace que me sienta cada vez más orgulloso de llamarme hijo suyo.

A Silvana que con mucho amor, comprensión y paciencia, supo brindarme aliento día a día en todo aquello por mi emprendido; gracias por ser la luz que guía mi camino.

José Luis

AGRADECIMIENTO

A Marcelo, cuyos consejos me guiaron por el camino del bien, gracias por convertirse en el padre que un día necesite.

A todos quienes conforman CEMACOL, en especial al Sr. César López y su esposa Carmen Serrano, sin su ayuda no hubiese podido terminar mi carrera.

A mis compañeros de la Intendencia Norte y en la Superintendencia de Telecomunicaciones especialmente a: Ing. Juan Carlos Martínez e Ing. Fabián Corral, por la confianza depositada para la realización de este proyecto.

Al Dr. Ericson López, Director del Observatorio Astronómico de Quito por su ayuda en la culminación del presente trabajo.

Luis Israel

DEDICATORIA

A Dios quién me ha dado muchas oportunidades de ser alguien cada vez mejor.

A mi madre, Alicia Piedad, cuyo trabajo constante, inmenso afecto e incondicional cariño, me dieron el ejemplo y las fuerzas necesarias para cumplir este objetivo.

A mis hermanos: Franklin, Gabriel y Sebastián, su apoyo y comprensión me ayudaron cuando más lo necesitaba.

A María y Camila porque su afecto hizo de mí, alguien muy especial.

A mis amigos "Cargas FC", el diario convivir nos hizo más unidos, las penas y adversidades nos convirtieron en hermanos; sin ustedes la vida en la Facultad hubiese sido aburrida.

Y en especial a aquella mujer que lleno mi vida con cariño y amor.

Luis Israel

INDICE:

CAPÍTULO 1.	1
1. GENERALIDADES	1
1.1 INTRODUCCIÓN	1
1.2 OBJETIVOS	1
1.3 ANTECEDENTES.	2
1.3.1 INFRAESTRUCTURA ACTUAL DEL CONTROL	2
1.3.2 ESTACIÓN FIJA DE MONITOREO.	5
1.3.3 ESTACIONES MÓVILES DE MONITOREO.	6
1.3.4 ESTACIONES MÓVILES DE INSPECCION.	7
1.3.5 BANDAS DE FRECUENCIA.	10
1.4 DESCRIPCIÓN DE LA RED MEDIANTE EL SISTEMA DE ESTACIONES REMOTAS.	15
1.4.1 CENTRO DE CONTROL.	15
1.4.1.1 Características:	15
1.4.1.2 Características del software	16
1.4.2 ESTACIONES DE MONITOREO Y RADIOGONIOMETRÍA REMOTA (EMRR).	16
1.4.2.1 Características	17
1.4.2.2 Funcionalidades	17
1.4.2.3 Aplicaciones	17
1.5 JUSTIFICACIÓN DEL MONITOREO REMOTO MEDIANTE EMRR.	18
1.6 EVOLUCIÓN TECNOLÓGICA DEL CONTROL DE EMISIONES RADIOELÉCTRICAS	20
CAPÍTULO 2.	22
2. ESTUDIO GENERAL DE LOS MAPAS DIGITALES PARA TELECOMUNICACIONES.	22
2.1 INTRODUCCION.	22
2.2 PROYECCIONES CARTOGRÁFICAS.	22
2.2.1 PROPIEDADES DE LAS PROYECCIONES CARTOGRÁFICAS.	23
2.2.1.1 Conformidad.	23
2.2.1.2 Equivalencia.	23
2.2.1.3 Equidistancia.	24
2.2.1.4 La verdadera dirección.	24
2.2.2 TIPOS DE PROYECCIÓN.	24
2.2.2.1 Proyecciones cilíndricas.	24
2.2.2.2 Proyecciones cónicas.	26
2.2.2.2.1 Proyección cónica de Lambert.	26
2.2.2.2.2 Proyección policónica.	27
2.2.2.3 Proyecciones azimutales.	27
2.2.2.3.1 <i>Proyección Gnomónica.</i>	27

2.2.3 MAPAS EN PAPEL.	28
2.2.3.1 Trazado de marcaciones a corta distancia en mapas a gran escala.	28
2.2.3.1.1 Marcaciones a corta distancia en un mapa Mercator.	28
2.2.3.2 Trazado de azimuts a gran distancia en mapas de pequeña escala.	29
2.2.3.3 Elección de los mapas	29
2.2.3.3.1 Selección de una Proyección Cartográfica	30
2.3 MODELO TOPOGRÁFICO DIGITAL	31
2.3.1 IMPORTANCIA DEL MODELO TOPOGRÁFICO DIGITAL	31
2.4 SISTEMA DE INFORMACIÓN GEOGRÁFICA (GIS)	32
2.4.1 LOS COMPONENTES DE UN GIS.	32
2.4.1.1 Hardware.	32
2.4.1.2 Software.	33
2.4.1.3 Datos.	33
2.4.1.4 Personas.	33
2.4.1.5 Métodos.	33
2.4.2 FUNCIONAMIENTO.	34
2.4.3 REFERENCIAS GEOGRÁFICAS.	34
2.4.3.1 Modelo Vector.	35
2.4.3.2 Modelo Raster.	35
2.4.4 DBMS.	35
2.5 DIGITALIZACIÓN DE LOS MAPAS	36
2.5.1 MODELO DIGITAL DEL TERRENO (DTM) A PARTIR DE MAPAS GEOGRÁFICOS	36
2.5.2 DTM A PARTIR DE IMÁGENES OBTENIDAS POR SATÉLITE	37
2.5.2.1 Modo pancromático (P):	37
2.5.2.2 Modo multibanda (XS):	38
2.5.2.3 Ventajas de la teledetección por satélite.	38
2.5.2.4 Desventajas.	39
2.5.3 DTM POR FOTOGRAMETRÍA AÉREA.	39
2.5.3.1 Características de la Fotogrametría Aérea.	40
2.5.4 ALTIMETRÍA	40
2.5.5 OCUPACIONES DEL TERRENO	41
2.5.6 IMAGEN ASOCIADA	42
2.5.7 EDIFICIOS	42
2.6 APLICACIONES PRÁCTICAS	42
2.6.1 APLICACIONES GENERALES	43
2.7 EVALUACIÓN DE UN MAPA DIGITAL.	44
2.8 CARACTERÍSTICAS DEL MAPA DIGITAL UTILIZADO.	45
2.8.1 LA ZONA GEOGRÁFICA	46
2.8.2 EL EMPLAZAMIENTO	47
2.9 ELEMENTOS PARA LA SIMULACIÓN.	47
2.10 LOS ARCHIVOS CARTOGRÁFICOS	47
2.10.1 EL ARCHIVO ALTIMÉTRICO (. geo)	48

2.10.2 EL ARCHIVO IMAGEN DE REFERENCIA (img)	48
2.10.3 EL ARCHIVO SOBRE-SUELO (. Sol)	49
2.11 Conclusiones.	49
CAPÍTULO 3.	50
3. CARACTERÍSTICAS DE LA RED.	50
3.1 FUNCIONES DE UNA EMRR.	50
3.2 MODOS DE OPERACIÓN DE LA EMRR.	51
3.2.1 MODO INTERACTIVO	51
3.2.2 MODO AUTOMÁTICO O PROGRAMADO	51
3.2.3 MODO BÁSICO	51
3.3 REQUISITOS DE LA RED DE COMUNICACIONES.	51
3.4 MODOS DE OPERACIÓN A DISTANCIA.	51
3.4.1 CONTROL EN LÍNEA	52
3.4.2 OPERACIÓN EN MODO LOTES	52
3.4.3 MULTITAREA COOPERATIVA	52
3.5 REQUISITOS PARA EL CONTROL REMOTO	52
3.5.1 REQUISITOS PARA EL CONTROL REMOTO EN LÍNEA	52
3.5.2 REQUISITOS PARA FUNCIONAMIENTO EN MODO LOTES	53
3.5.3 REQUISITOS PARA MULTITAREA OPERATIVA.	53
3.6 TIPO DE SEÑALES A TRANSMITIR	53
3.6.1 DATOS.	53
3.6.1.1 Transferencia de ficheros	54
3.6.1.2 Flujo continuo de mensajes.-	54
3.6.1.3 Mensajes esporádicos	54
3.6.2 AUDIO.	54
3.6.2.1 Audio analógico	54
3.6.2.2 Audio digital	54
3.6.3 IMAGEN	54
3.7 PRINCIPALES RESTRICCIONES EN LA COMUNICACIÓN	54
3.7.1 TIEMPO DE RESPUESTA.	55
3.7.2 TIEMPO DE PROPAGACIÓN.	55
3.7.3 CONFIABILIDAD.	55
3.7.4 CAPACIDAD DE ENLACE.	55
3.8 REQUERIMIENTOS DE COMUNICACIÓN	56
3.8.1 INFORMACIÓN A TRANSMITIR	56
3.8.2 MOVILIDAD DE LA EMRR.	57
3.9 MÉTODO DE ESTABLECIMIENTO DEL ENLACE.	58
3.10 PROTOCOLO DE COMUNICACIONES	58
3.11 REQUISITOS DEL SOPORTE LÓGICO (PARA EL CENTRO DE CONTROL).	58
3.12 TOPOLOGÍA.	59

CAPÍTULO 4.	60
4.1 UBICACIÓN DE LAS EMRR	60
4.1.1 CONSIDERACIONES PREVIAS.	60
4.2 CONCENTRACIÓN DE SERVICIOS POR PROVINCIAS.	61
4.3 CERROS MÁS UTILIZADOS	65
4.4 PROCESO DE SIMULACIÓN.	66
4.5 NÚMERO Y UBICACIÓN DE LAS EMRR A NIVEL NACIONAL.	67
4.6 RAZONES PRESENTES Y FUTURAS PARA LA UBICACIÓN DE LAS EMRR.	73
4.7 ANÁLISIS DE LA PROYECCIÓN.	75
4.8 ESTADÍSTICA DE CRECIMIENTO DE LOS SERVICIOS.	76
4.8.1 RADIODIFUSIÓN.	76
4.8.2 RADIOCOMUNICACIONES.	77
4.8.2.1 Concesionarios	77
4.8.2.2 Frecuencias.	77
4.8.2.3 Estaciones.	78
4.8.3 VALOR AGREGADO.	78
4.8.4 TELEFONÍA FIJA.	78
4.8.5 TELEFONÍA CELULAR.	79
4.9 RESÚMEN DE LA PROYECCIÓN.	79
4.10 CONCLUSIONES.	81
CAPITULO 5.	82
5.1 SISTEMA SATELITAL VSAT.	83
5.1.1 INTRODUCCIÓN.	83
5.1.2 CARACTERÍSTICAS DE LAS VSAT.	84
5.1.2.1 Características de radiofrecuencia	84
5.1.3 CLASIFICACIÓN DE LAS REDES VSAT.	85
5.1.3.1 Un solo canal por portadora (SCPC).	85
5.1.3.1.1 Sistemas Unidireccionales de Datos	86
5.1.3.2 Las VSAT de red en estrella.	86
5.1.3.2.1 Sistemas Bidireccionales o Interactivos.	86
5.1.3.3 Las VSAT de red en malla.	88
5.1.3.3.1 Redes Corporativas.	88
5.1.3.4 Las VSAT de menos de un metro (USAT).	89
5.1.4 ELEMENTOS DE LAS VSAT (TOPOLOGÍA EN ESTRELLA).	89
5.1.4.1 Estación VSAT	89
5.1.4.1.1 La antena	89
5.1.4.1.2 La unidad exterior	89
5.1.4.1.3 La unidad interior	89
5.1.4.2 Estación HUB.	90
5.1.5 ALTERNATIVAS DE ACCESO PARA EL USUARIO FINAL Y REQUERIMIENTOS DE INTERCONEXIÓN.	90

5.1.6 TÉCNICAS DE MODULACIÓN UTILIZADAS, CON PARTICULAR CONSIDERACIÓN DE LAS TÉCNICAS DE ESPECTRO ENSANCHADO.	91
5.1.6.1 Potencia de transmisión (que incluye la ganancia de la antena).	91
5.1.6.2 Ensanchamiento del espectro.	91
5.1.6.3 Ancho de Banda "inroute".	92
5.1.7 UTILIZACIÓN DEL ESPECTRO.	92
5.1.8 CARACTERÍSTICAS DE LA TRANSMISIÓN VSAT.	93
5.1.8.1 Niveles de señal	93
5.1.8.2 Rendimiento con relación al ruido/interferencia	94
5.1.8.3 Requisitos de potencia	94
5.1.9 APLICACIONES TÍPICAS CON VSAT	94
5.1.10 DISPONIBILIDAD LOCAL.	96
5.1.11 CONCLUSIONES	96
5.2 LÍNEAS DIGITALES ARRENDADAS.	96
5.2.1 INTRODUCCIÓN.	96
5.2.2 DESCRIPCIÓN DE FRAME RELAY	98
5.2.3 Formato de la trama Frame Relay	98
5.2.4 CONTROL DE CONGESTIÓN	100
5.2.4.1 Señalización explícita	101
5.2.4.2 Señalización implícita	101
5.2.4.3 Estrategia de rechazo	102
5.2.5 PREVENCIÓN DE CONGESTION	102
5.2.5.1 Recuperación de congestión	103
5.2.5.2 Gestión de la red	103
5.2.6 PARÁMETROS EN LA CONEXIÓN FRAME RELAY.	104
5.2.6.1 Committed Information Rate (CIR)	104
5.2.6.2 Tamaño contratado de ráfaga (Bc)	104
5.2.6.3 Committed Rate Measurement Interval (CRMI - Tc)	105
5.2.6.4 Tamaño de ráfagas en exceso (Be)	105
5.2.7 APLICACIONES	105
5.2.8 CONCLUSIONES.	106
5.2.8.1 Resumen de las principales características técnicas de Frame Relay.	106
5.2.8.2 Resumen de las principales características del servicio Frame Relay.	106
5.3 ENLACE DE ÚLTIMA MILLA.	108
5.3.1 INTRODUCCIÓN.	108
5.3.2 SPREAD SPECTRUM	108
5.3.2.1 Funcionamiento.	109
5.3.2.2 Señales pseudoaleatorias.	111
5.3.2.3 Códigos de Pseudoruido (pn-code).	111
5.3.2.4 Técnicas de modulación de Espectro Ensanchado	112
5.3.2.4.1 Espectro ensanchado por secuencia directa (DSSS - Direct Sequence Spread Spectrum)	112

5.3.2.4.2 Espectro ensanchado por saltos de frecuencia (FHSS - Frequency Hopping Spread Spectrum)	114
5.3.2.4.3 Sistemas híbridos DS/FH.	119
5.3.2.4.4 Técnica CDMA (Code Division Multiple Access).	119
5.3.2.4.5 Sistemas de salto en el tiempo.	120
5.3.2.4.6 Sistemas de pulso FM (chirrido).	120
5.3.3 APLICACIONES.	121
5.3.4 CONCLUSIONES:	121
5.4 REDES PRIVADAS VIRTUALES	122
5.4.1 INTRODUCCIÓN.	122
5.4.2 Red Privada Virtual (VPN).	122
5.4.2.1 Encriptación nodo a nodo.	124
5.4.2.2 Encriptación extremo a extremo.	124
5.4.3 ¿EN QUÉ CAPA ENCRIPITAR?	124
5.4.4 CLASIFICACIÓN DE LAS VPNS.	125
5.4.4.1 Topología en Estrella.	126
5.4.5 ELEMENTOS DE UNA CONEXIÓN VPN.	126
5.4.5.1 Servidor VPN (Centro de Control)	126
5.4.5.2 Cliente VPN (EMRR).	126
5.4.5.3 Túnel	127
5.4.5.4 Conexión VPN.	127
5.4.5.5 Protocolos de túnel.	127
5.4.5.6 Datos del túnel	127
5.4.5.7 Red de tránsito	127
5.4.6 CONEXIONES VPN: DIRECCIONAMIENTO Y ENRUTAMIENTO PARA VPNS.	128
5.4.6.1 Conexión VPN de router a router.	128
5.4.6.2 Conexión VPN de acceso remoto.	129
5.4.6.3 Conexiones VPN en Internet.	129
5.4.6.3.1 Conexiones VPN sobre Internet.	129
5.4.6.3.2 Acceso remoto sobre Internet	130
5.4.7 FORMAS DE CONEXIÓN DE LAS VPNS	130
5.4.7.1 VPN a través de un ISP.	130
5.4.7.2 VPN con Conexión Directa a Internet	131
5.4.8 DIRECCIONES IP Y EL CLIENTE VPN DE ACCESO TELEFÓNICO.	131
5.4.8.1 Rutas por defecto y los clientes de acceso telefónico.	132
5.4.8.2 Rutas por defecto y las VPN sobre Internet.	133
5.4.9 REQUERIMIENTOS PARA LA IMPLEMENTACIÓN DE UNA VPN.	134
5.4.9.1 Seguridad.	134
5.4.9.2 Integridad.	134
5.4.9.3 Autenticación.	134
5.4.9.4 Autorización.	135

5.4.9.5 Contabilidad (Accounting).	135
5.4.9.6 Desempeño.	135
5.4.9.7 Facilidad de administración.	135
5.4.9.8 Cumplimiento de estándares de interoperabilidad.	135
5.4.10 TECNOLOGÍAS PARA LA FORMACIÓN DE VPNS.	136
5.4.11 USOS Y APLICACIONES	137
5.4.12 CONCLUSIONES:	138
CAPÍTULO 6.	139
6. ESTUDIO TÉCNICO Y ECONÓMICO DE LAS ALTERNATIVAS SELECCIONADAS.	139
6.1 ESTUDIO TÉCNICO PARA VSAT.	140
6.1.1 ESTUDIO ECONÓMICO PARA VSAT.	142
6.1.1.1 Características de las soluciones	143
6.1.1.2 Costo total estimado de los enlaces VSAT para 128 kbps:	144
6.2 ESTUDIO TÉCNICO PARA FRAME RELAY.	145
6.2.1 ESTUDIO ECONÓMICO.	146
6.2.2 COSTO ESTIMADO DE LOS ENLACES	148
6.3 CARACTERÍSTICAS DE SPREAD SPECTRUM.	149
6.3.1 CONSIDERACIONES PREVIAS.	149
6.3.1.1 ¿Spread Spectrum ó Microondas?	150
6.3.2 DESCRIPCIÓN DE LOS EQUIPOS.	150
6.4 ANÁLISIS DE LA SOLUCIÓN MIXTA.	151
6.4.1 COSTOS DE LOS EQUIPOS A UTILIZAR EN EL ENLACE.	154
6.4.2 COSTO TOTAL DE LA SOLUCION MIXTA: FRAME RELAY + RADIOENLACE (SPREAD SPECTRUM).	155
6.5 ANÁLISIS TÉCNICO PARA LAS VPNs	155
6.6 COSTO DEL SERVICIO DE INTERNET PARA EL CENTRO DE CONTROL (QUITO).	157
6.7 EVALUACION DE LAS ALTERNATIVAS ANALIZADAS, PRO Y CONTRAS.	159
6.7.1 EVALUACIÓN PARA VSAT.	159
6.7.2 EVALUACIÓN PARA LA ALTERNATIVA MIXTA: FRAME RELAY + RADIOENLACE (SPREAD SPECTRUM).	159
6.7.3 EVALUACIÓN PARA VPN.	160
6.7.4 CONCLUSIÓN.	160
CAPÍTULO 7.	161
7. INGENIERÍA DE DETALLE DE LA ALTERNATIVA PROPUESTA.	161
7.1 FUNCIONES DE CONTROL DE LAS EMRRS.	161
7.2 COMPONENTES GENERALES DE LAS EMRR.	164
7.3 CENTRO DE CONTROL.	168
7.3.1 CARACTERÍSTICAS.	168

7.4 COSTO APROXIMADO DE SISTEMA DE MONITOREO.	172
7.5 REQUERIMIENTOS ADICIONALES DEL SISTEMA DE MONITOREO NACIONAL:	172
7.6 ANALISIS DETALLADO DE LA SOLUCION MIXTA	174
7.6.1 UBICACIÓN Y NÚMERO DE EMRR A NIVEL NACIONAL.	174
7.6.1.1 NÚMERO Y TIPO DE ENLACES A CONTRATAR	175
7.6.1 ANALISIS DEL COSTO TOTAL EN LA SOLUCION MIXTA	176
7.6.2.1 Costo de los equipos y servicio para Frame Relay	176
7.6.2.2 Costos de los equipos a utilizar en los radioenlaces.	176
7.6.2.3 Costo de los equipos y servicio para VSAT.	177
7.6.2.4 Análisis de costos total en la alternativa propuesta	177
7.7 INTERFACES UTILIZADOS	178
7.7.1 CARACTERÍSTICAS DE LOS EQUIPOS ACTIVOS.	179
7.8 ANÁLISIS COSTO-BENEFICIO DE LA ALTERNATIVA PLANTEADA (A 10 AÑOS).	180
7.8.1 COSTO DEL SISTEMA.	180
7.8.1.1 Costos de explotación.	181
7.8.1.2 Costo total del sistema a 10 años.	182
7.8.2 TERCERIZACIÓN O RENTA DEL EQUIPAMIENTO.	184
7.8.2.1 Renta del equipamiento:	184
7.8.2.2 Relación costo-beneficio.	185
CAPÍTULO 8.	186
8. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.	186
8.1 CONCLUSIONES	186
8.2 RECOMENDACIONES	189
BIBLIOGRAFÍA	191
ANEXOS	
ANEXO 1 DEFINICIÓN DE SERVICIOS	
ANEXO 2 CERROS MÁS UTILIZADOS	
ANEXO 3 MODELO DE PROPAGACIÓN UTILIZADO	
ANEXO 4 SIMULACIONES DE PROPAGACIÓN Y COBERTURA	
ANEXO 5 FUNCIÓN PRONÓSTICO	
ANEXO 6 PROTOCOLOS VPN	
ANEXO 7 TELÉFONOS Y DIRECCIONES UTILIZADOS	
ANEXO 8 RADIOENLACES CON SPREAD SPECTRUM	
ANEXO 9 SEGURIDAD DE LA RED	
ANEXO 10 ENLACES HF	
ANEXO 11 DATASHEETS	
ANEXO 12 GLOSARIO Y ACRÓNIMOS	

RESUMEN.

La Superintendencia de Telecomunicaciones (SUPTTEL), como Organismo de Control requiere disponer de una infraestructura adecuada e independiente que permita un eficiente control del espectro radioeléctrico. La información que se consigue de la comprobación técnica constituye el soporte fundamental de la gestión del espectro radioeléctrico, que entre otros beneficios, permite determinar la conformidad con las normas técnicas y operacionales establecidas, con el propósito de que el usuario de los servicios radioeléctricos tenga seguridad en la calidad del servicio.

Con la finalidad de ampliar la cobertura de control del Espectro Radioeléctrico para las distintas zonas del País, se plantea el diseño de una red de estaciones de monitoreo y radiogoniometría remotas (EMRR) para de esta forma realizar una verdadera gestión del espectro radioeléctrico en función del crecimiento de los sistemas de radiocomunicaciones y de la implementación de nuevos servicios.

Para lo cual se determina la ubicación y el número necesario de EMRR en función de la utilización del espectro radioeléctrico utilizando el software ICS considerando lo siguiente:

- Las provincias que contengan la mayor cantidad de concesionarios de frecuencias (densidad de servicios; el término servicio se lo utiliza para definir a todos los diferentes tipos de usuarios que utilizan el espectro radioeléctrico, por ejemplo: buscapersonas, radiodifusión, televisión, etc).
- Los cerros más utilizados para la ubicación de transmisores de los diferentes servicios, que permitan obtener una mayor área de cobertura. Determinación del número de usuarios por: servicio y provincia, realizando una estadística de la mayor concentración de frecuencias en el rango de HF, VHF, UHF en el país, haciendo un filtraje de las diferentes bases de datos obtenidas.

- Enlistado de las bandas de frecuencia asignadas a cada servicio y determinación de las características de transmisión, tales como: frecuencia de mayor valor, potencia de transmisión, altura de antenas, etc. (La frecuencia de mayor valor se refiere a la mayor en la banda de transmisión, por ejemplo, en el servicio de radiodifusión FM, la banda utilizada es de 88 – 108 MHz, por lo tanto la mayor frecuencia, la que se utilizó en la simulación es la de 108 MHz).

- Además se realiza un estudio general sobre cartografía digital y se analiza el mapa digital utilizado en las simulaciones de cobertura.

Se establecen los principales parámetros para la transmisión de los datos provenientes de las EMRR en función del tráfico que se va a cursar y de las aplicaciones a implementar.

Con lo anteriormente establecido se procedió a estudiar y seleccionar la tecnología de transmisión de datos y sus características, tomando en cuenta que las EMRR son transportables. Las alternativas que se analizaron son: ENLACES VSATs, FRAME RELAY, SPREAD SPECTRUM, REDES PRIVADAS VIRTUALES.

Concluyendo que, a nivel nacional y de acuerdo a la disponibilidad la alternativa que mejor se adapta a los requerimientos es un enlace mixto entre FRAME RELAY y RADIOENLACES SPREAD SPECTRUM.

Para establecer que el proyecto es viable se realizó un estudio técnico-económico de la alternativa recomendada y finalmente se calculó la relación costo-beneficio teniendo como resultado un índice igual a 0.62 que indica la rentabilidad del diseño realizado.

PRESENTACIÓN.

El presente proyecto tiene como finalidad el diseño de una red de Estaciones de Monitoreo y Radiogoniometría Remotas (EMRRs) para la realización de un control eficiente del espectro radioeléctrico.

Inicialmente se determina la ubicación y el número de EMRRs necesarias para efectuar las tareas de control a nivel nacional, para lo cual se deben considerar aspectos técnicos, económicos y de densidad poblacional.

Se selecciona la mejor alternativa de conectividad a través de una comparación entre diferentes alternativas: enlaces VSAT, Redes Privadas Virtuales y Frame Relay complementado con Espectro Ensanchado, en función de disponibilidad local y el costo que involucra el servicio.

Teniendo como referencia lo antes expuesto, se realiza un análisis técnico-económico de la solución recomendada, para finalmente establecer si el proyecto es rentable mediante el índice costo/beneficio en función de tercerización.

Además se realiza un estudio general sobre Cartografía Digital, caracterizando al tipo de mapa adecuado para efectos de ubicación de fuentes interferentes, realización de cálculos de propagación, etc.

CAPÍTULO 1.

1. GENERALIDADES

1.1 INTRODUCCIÓN

La Superintendencia de Telecomunicaciones (SUPTTEL), como Organismo de Control requiere disponer de una infraestructura adecuada e independiente que permita un eficiente control del espectro radioeléctrico, medio a través del cual se han generado múltiples maneras de enviar y recibir información, sobre la base de un continuo e innovador desarrollo de la tecnología.

La información que se consigue de la comprobación técnica constituye el soporte fundamental de la gestión del espectro radioeléctrico, que entre otros beneficios, permite determinar la conformidad con las normas técnicas y operacionales establecidas, con el propósito de que el usuario de los servicios radioeléctricos tenga seguridad en la calidad del servicio.

Así, el rol que desempeña el organismo de control radica en la protección al usuario para que satisfaga de la manera más adecuada sus necesidades de comunicación y por otra parte incentivar la prestación de servicios de alta calidad por parte de los proveedores.

Identificado el compromiso del organismo de control, con el cumplimiento de sus funciones sobre bases firmes y acorde con el desarrollo que exige la modernidad, es necesario que se efectúe una revisión de los recursos con los que cuenta para el control de emisiones radioeléctricas.

1.2 OBJETIVOS

- ✓ Ampliar la cobertura de control del Espectro Radioeléctrico para las distintas zonas del País, en función del crecimiento de los sistemas de radiocomunicaciones y de la implementación de nuevos servicios.

- ✓ Determinar la ubicación y el número necesario de Estaciones de Monitoreo y Radiogoniometría Remotas (EMRR) en función de la utilización del espectro radioeléctrico.
- ✓ Establecer los principales parámetros para la transmisión de los datos provenientes de las EMRR.
- ✓ Estudiar y seleccionar la tecnología de transmisión de datos y sus características, tomando en cuenta que las EMRR son transportables.

1.3 ANTECEDENTES.

1.3.1 INFRAESTRUCTURA ACTUAL DE CONTROL

El Sistema de Comprobación Técnica del Espectro Radioeléctrico, en la actualidad está conformado por estaciones fijas, y móviles, que atienden las necesidades de control de una zona geográfica determinada.

En el ámbito nacional, el control de emisiones radioeléctricas se lleva a cabo por regiones, cada una de las cuales tiene su propia organización central que coordina las tareas de comprobación técnica y se soporta en una infraestructura técnica que es utilizada de acuerdo a la distribución de la demanda de control dentro de la jurisdicción respectiva.

El conjunto de estaciones que conforman el sistema regional pueden interconectarse a través de una red con un centro de control con el propósito de aumentar las facilidades del sistema de comprobación técnica.

La ejecución automática de funciones avanzadas como localización de transmisores, identificación de fuentes de interferencias y emisiones no autorizadas, constituyen las razones por las cuales, la conexión en red se convierte en un requisito esencial de los sistemas de comprobación técnica.

La infraestructura disponible para efectuar las tareas de comprobación técnica de emisiones radioeléctricas, en la SUPTEL, está repartida a lo largo del territorio

nacional. La distribución de las estaciones fijas y móviles de monitoreo (de operación automática y manual) que pertenecen a las dependencias administrativas de la SUPTEL, se muestra en la tabla N° 1.1.

Tabla N° 1.1
TIPO DE ESTACIONES DE COMPROBACIÓN Y UBICACIÓN POR
DEPENDENCIA ADMINISTRATIVA.

Provincia	Dependencia Administrativa SUPTEL	Tipo de Estaciones	Ubicación / Pertenencia
Pichincha	Intendencia Regional Norte	Fijas de Monitoreo	Parroquia Calderón
			Quito Centro
		Móviles de Monitoreo	
		Móviles de Inspección	
Guayas	Intendencia Regional Costa	Fijas de Monitoreo	Taura
			Oficinas Centrales
		Móviles de Monitoreo	
		Móviles de Inspección	
Azuay	Intendencia Regional Sur	Fijas de Monitoreo	Turi (Collaloma)
			Oficinas Centrales
		Móviles de Monitoreo	
		Móviles de Inspección	
Chimborazo	Delegación Centro	Fijas de Monitoreo	Riobamba
		Móviles de Monitoreo	

Las estaciones de monitoreo automático pertenecen al Sistema Nacional de Comprobación Técnica denominado SICOTE, que se constituye con cuatro estaciones fijas, cuatro estaciones móviles de monitoreo y tres estaciones móviles de inspección, cada una de ellas tiene sus propias características técnicas y capacidad de monitoreo, indicadas en la tabla N° 1.2.

TABLA N° 1.2
TIPOS DE ESTACIONES DE MONITOREO Y CAPACIDAD DE CONTROL.

Tipo de estación	Función de control	Capacidad de Control
Fija de monitoreo	Medición y ocupación de señales en forma automática	De HF hasta 2,1 GHz
Móvil de Monitoreo	Medición y ocupación de señales en forma automática	De VHF hasta 23 GHz
Móvil de Inspección	Medición y ocupación de señales en forma manual	VHF / UHF

Tabla N° 1.3
BANDAS DE FRECUENCIAS PARA LOS SERVICIOS RADIOELÉCTRICOS

Número de la banda	Símbolos	Gama de frecuencias	Subdivisión métrica correspondiente
4	VLF	3 a 30 kHz	Ondas miriamétricas
5	LF	30 a 300 kHz	Ondas kilométricas
6	MF	300 a 3000 kHz	Ondas hectométricas
7	HF	3 a 30 MHz	Ondas decamétricas
8	VHF	30 a 300 MHz	Ondas métricas
9	UHF	300 a 3000 MHz	Ondas decimétricas
10	SHF	3 a 30 GHz	Ondas centimétricas
11	EHF	30 a 300 GHz	Ondas milimétricas
12	-	300 a 3000 GHz	Ondas decimilimétricas

Las estaciones de comprobación técnica en general (Estaciones Fijas y Estaciones Móviles de Comprobación Técnica), dirigen sus actividades al control de emisiones radioeléctricas internas, es decir, aquellas señales generadas dentro del territorio nacional. La estructura y distribución de estaciones del mencionado sistema se muestra a continuación en el gráfico N° 1.1:

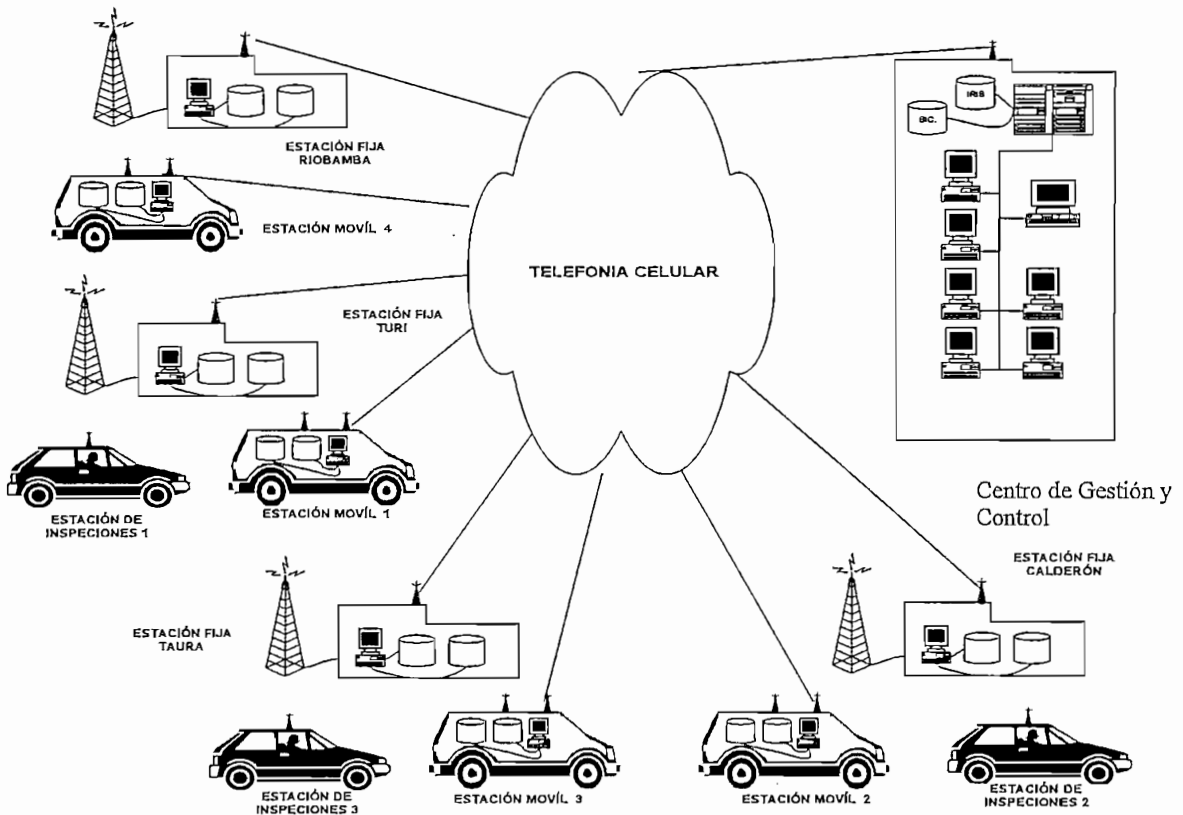


Gráfico N° 1.1
CONFIGURACIÓN DEL SISTEMA NACIONAL
DE COMPROBACIÓN TÉCNICA.

1.3.2 ESTACIÓN FIJA DE MONITOREO.

Las estaciones fijas de monitoreo tienen una cobertura que está limitada a los alrededores de las ciudades donde se encuentran instaladas, sus características principales son las siguientes:

- Rango de control de 30 kHz a 2 GHz
- Mediciones de frecuencia
- Mediciones de ancho de banda
- Mediciones de intensidad de campo
- Mediciones de modulación
- Ocupación del espectro
- Decodificación (Pocsat, Morse, Baudot, etc)
- Puestos de escucha manual
- Grabación de intervenciones

A continuación se indica la lista de servicios radioeléctricos que se controlan en las estaciones fijas:

- BC / OC
- BC / AM
- BC / FM
- BC / TV ABIERTA VHF
- BC / TV ABIERTA UHF
- ENLACES BC
- RADIO AFICIONADOS
- BANDA CIUDADANA
- SERVICIO FIJO MOVIL HF
- SERVICIO FIJO MOVIL VHF
- SERVICIO FIJO MOVIL UHF
- TELEFONIA MOVIL CELULAR
- TRONCALIZADOS.

BC = BROADCAST
 OC = ONDA CORTA
 AM = AMPLITUD MODULADA
 FM = FRECUENCIA MODULADA
 TV = TELEVISIÓN
 HF = HIGH FREQUENCY
 VHF = VERY HIGH FREQUENCY
 UHF = ULTRA HIGH FREQUENCY

1.3.3 ESTACIONES MÓVILES DE MONITOREO.

Las estaciones móviles de monitoreo tienen la capacidad de desplazarse a otras ciudades del país, dentro de la jurisdicción de la Dependencia Administrativa, de acuerdo a un cronograma de trabajo, por su estructura pesada solo pueden acceder a sitios con caminos en buen estado, sus principales características son:

- Rango de control de 30 MHz a 23 GHz
- Mediciones de frecuencia
- Mediciones de ancho de banda
- Mediciones de intensidad de campo
- Mediciones de modulación
- Ocupación de espectro
- Medición de todos los parámetros de TV

- Escucha manual
- Grabación de TV
- Grabación de emisiones vocales
- Radiogoniometría (posicionamiento terrestre).
- Posicionamiento vía satélite.

Las Estaciones Móviles efectúan el control de los siguientes servicios:

- BC / FM
- BC / TV ABIERTA VHF
- BC / TV ABIERTA UHF
- BC / TV SATELITAL
- ENLACES BC
- SERVICIO FIJO MOVIL VHF
- SERVICIO FIJO MOVIL UHF
- TELEFONIA MOVIL CELULAR
- TRONCALIZADOS
- SERVICIOS SATELITALES

1.3.4 ESTACIONES MÓVILES DE INSPECCIÓN.

Las estaciones móviles de inspección, son vehículos livianos 4x4 con equipos no integrados y que pueden ser fácilmente desmontables, sus principales características son:

- Rango de control de 25 MHz a 3 GHz.
- Mediciones de frecuencia
- Mediciones de ancho de banda
- Mediciones de intensidad de campo
- Mediciones de modulación
- Escucha manual
- Radiogoniometría (determinación de ubicación de estaciones no autorizadas)
- Medidor de potencia.

La estación móvil de inspecciones efectúa el control de emisiones radioeléctricas agrupando a los servicios radioeléctricos que se detallan a continuación:

- BC / FM
- BC / TV ABIERTA VHF
- BC / TV ABIERTA UHF
- ENLACES BC
- SERVICIO FIJO MOVIL VHF
- SERVICIO FIJO MOVIL UHF
- TELEFONIA MOVIL CELULAR
- TRONCALIZADOS

Las estaciones fijas y móviles de monitoreo, están integradas en un solo Sistema de Gestión y Control del Espectro Radioeléctrico, conformando una red sobre plataforma TCP/IP (Protocolo de Control de Transmisión/ Protocolo Internet), cuyo esquema general se muestra en el gráfico N° 1.2.

Las funciones de gestión del espectro las efectúa el Centro de Gestión y Control del Espectro Radioeléctrico, el cual es un sistema informático y de comunicaciones que combina la gestión con las funciones de monitoreo del espectro, con el fin de formar un sistema nacional tendiente a reforzar el control de la administración sobre el recurso del espectro radioeléctrico. Por tanto el Centro de Gestión y Control es un sistema avanzado de información y procesamiento creado especialmente para atender las necesidades específicas.

En resumen, actualmente la SUPTEL efectúa el control de emisiones radioeléctricas, en la mayor parte del ámbito nacional, sobre la base de una infraestructura técnica conformada por estaciones fijas y móviles de monitoreo e inspección, cuya operación es asistida por técnicos únicamente en modo manual. Además del equipamiento del sistema que integra las funciones de control y gestión del espectro radioeléctrico, las estaciones de comprobación están equipadas con equipos receptores y de análisis del espectro, cubriendo las bandas de frecuencias HF, VHF y UHF.

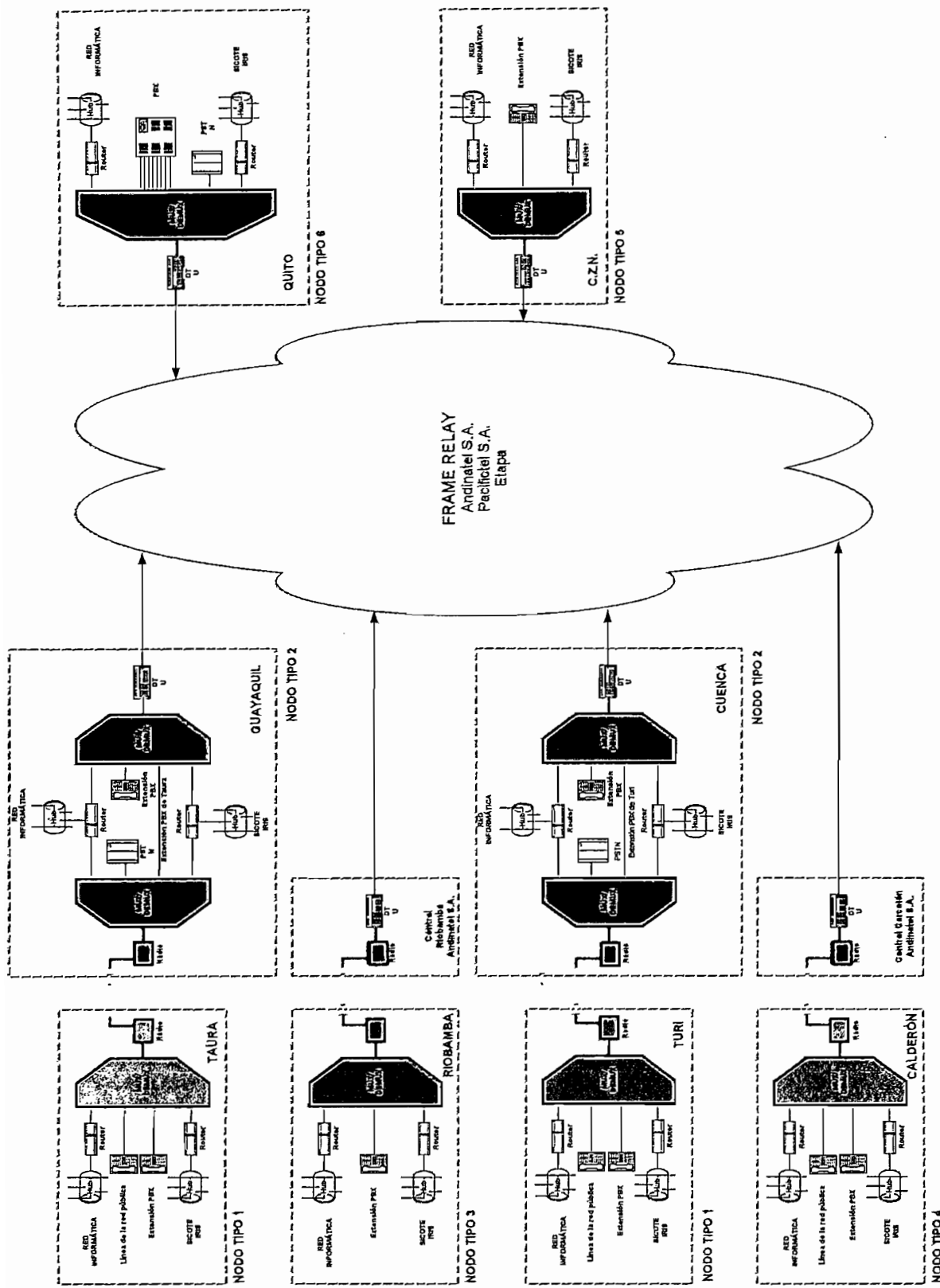


Gráfico N° 1.2 CONFIGURACIÓN DE RED DEL SISTEMA NACIONAL DE COMPROBACIÓN TÉCNICA

Cabe señalar que cada una de las Intendencias Regionales: Norte, Sur y Costa; disponen actualmente de un analizador de espectros que alcanza hasta los 40 GHz para la realización de sus respectivas inspecciones.

1.3.5 BANDAS DE FRECUENCIA.

Los servicios a los que la Superintendencia realiza el control están definidos en la Ley Especial de Telecomunicaciones, los cuáles se detallan en el Anexo N° 1, a continuación se presenta un resumen en las Tablas: N° 1.4, N° 1.5 y N° 1.6.

Tabla N° 1.4 SERVICIOS DE RADIOCOMUNICACIONES

SERVICIOS	BANDA DE FRECUENCIA (MHz)
HF (Comercial):	3,5 - 14 MHz
Banda Ciudadana:	26,965 - 27,405 MHz
FIJO-MOVIL GENERAL	156 – 174 MHz 440 – 470 MHz 470 – 512 MHz
Radioaficionados:	144 - 148 MHz
Banda Comercial VHF:	138 - 144 MHz 148 - 174 MHz 150.05 – 156.7625 MHz 156.8375 – 170 MHz
Sistemas comunales	138 – 144 MHz 170 – 172 MHz 172 – 174 MHz 148 – 174 MHz 450 – 500 MHz 450 – 482 MHz 500 – 503 MHz 506 – 509 MHz 470 – 472 MHz y 482 – 488 MHz (simplex)
Enlaces	225 – 235 MHz 235 – 245 MHz 360 – 370 MHz 425 – 430 MHz 430 – 440 MHz 12,7 - 12,75 GHz 12,75 - 12,772 GHz
Banda comercial UHF:	450 – 455 MHz 456 – 459 MHz 460 – 470 MHz 472 – 482 MHz 487 – 500 MHz

Tabla Nº 1.4 SERVICIOS DE RADIOCOMUNICACIONES (Continuación)	
SERVICIOS	BANDA DE FRECUENCIA (MHz)
Transmisión de datos:	917 – 922 MHz 925 - 928 MHz 934 – 935 MHz 941 - 946 MHz 951 - 954 MHz 955 - 956 MHz 1400 – 1452 MHz 1492 – 1525 MHz 3.700- 4.200 MHz 5.925 -6.700 MHz 6892 – 8500 MHz 14.5 – 15.4 GHz 17.8 – 18.8 GHz 21.2 - 24 GHz
Sistema troncalizado:	806 - 824 MHz 851 - 870 MHz 896 - 898 MHz 902 - 904 MHz 932 - 934 MHz 935 - 937 MHz
Buscapersonas:	470 - 472 MHz 482 - 487 MHz 901 - 902 MHz 929 - 932 MHz 940 - 941 MHz
Telefonía móvil celular	824 - 835 MHz A Tx 869 - 880 MHz A Rx 845 - 846,5 MHz A extend. Tx 890 - 891,5 MHz A extend.Rx 835 - 845 MHz B Tx 880 - 890 MHz B Rx 846,5 - 849 MHz B extend.Tx 891,5 - 894 MHz B extend.Rx
Transmisión digital:	1 - 2 GHz 3 - 4 GHz 5 - 6 GHz 7 - 8 GHz 14 - 15 GHz
Espectro ensanchado	902 – 928 MHz 2.400 - 2.483,5 GHz 5.725 - 5.850 GHz
Radiolocalización:	5,725 – 5,850 GHz 10,5 – 10,55 GHz
PCS (Servicios de Comunicaciones personales)	1,85 – 1,99 GHz

Tabla N° 1.4 SERVICIOS DE RADIOCOMUNICACIONES (Continuación)	
SERVICIOS	BANDA DE FRECUENCIA (MHz)
Telefonía inalámbrica fija:	1,91 – 1,93 GHz 3,4 - 3,6 GHz
Fijo por satélite:	6/4 GHz Banda C 13/11 GHz Banda Ku 14/11 GHz Banda Ku 14/12 GHz Banda Ku 8/7 GHz Banda X
Móvil marítimo por satélite:	1530 - 1544 MHz 1626,5 - 1645 MHz

TABLA 1.5 SERVICIOS DE RADIODIFUSIÓN Y TELEVISIÓN

Radiodifusión Sonora:	
Amplitud modulada	525 - 1705 kHz
Onda corta tropical	2300 - 2495 kHz 3200 - 3400 kHz 4750 - 4995 kHz 5005 - 5060 kHz
Ondas decamétricas	5900 - 6200 kHz 7300 - 7350 kHz 9400 - 9900 kHz 11600 - 12100 kHz 13570 - 13870 kHz 15100 - 15800 kHz 17480 - 17900 kHz 18900 - 19020 kHz 21450 - 21850 kHz 25670 - 26100 kHz
Frecuencia modulada	88 - 108 MHz
Radiodifusión de Televisión:	
Televisión VHF: CH 2 – 4 CH 5 – 6 CH 7 – 13	54 - 72 MHz 76 - 88 MHz 174 - 216 MHz
Televisión UHF: CH 50 – 69 CH 38 – 49 CH 19 – 36	500 - 606 MHz 614 - 686 MHz 686 - 806 MHz
Televisión codificada terrestre	2500 - 2686 GHz
Televisión codificada satelital	11,45 - 12,75 GHz 13,75 - 14,5 GHz (down)
Televisión codificada celular	27,5 - 28,35 GHz 29,1 - 29,25 GHz 31 - 31,3 GHz

**TABLA 1.5 SERVICIOS DE RADIODIFUSIÓN Y TELEVISIÓN
(Continuación)**

Enlaces de radiodifusión	216 - 220 MHz	(Fijo y móvil marítimo)
	220 - 225 MHz	(Aficionados, fijo y móvil)
	235 - 267 MHz	(Fijo y móvil)
	410 - 420 MHz	(Fijo, móvil salvo móvil aeronáutico e investigación espacial)
	420 - 425 MHz	(Fijo y móvil)
	940 - 946 MHz	(Fijo y móvil)
	951 - 960 MHz	(Fijo y móvil)
Enlaces de televisión		2200 - 2296 MHz
		3777 - 4200 MHz
		6300 - 6892 MHz
		10550 - 10680 MHz
		12700 - 12772 MHz

TABLA 1.6 CANALES DE CATV

Banda de Frecuencia		Rango de Frecuencia (MHz)	Canal
VHF	Banda I	54-60	2
		60-66	3
		66-72	4
		76-82	5
		82-88	6
VHF	Banda III	174-180	7
		180-186	8
		186-192	9
		192-198	10
		198-204	11
		204-210	12
		210-216	13
UHF	-	500-506	19
	-	506-512	20
	Banda IV	512-518	21
		518-524	22
		524-530	23
		530-536	24
		536-542	25
		542-548	26
		548-554	27
		554-560	28
		560-566	29
		566-572	30
		572-578	31
		578-584	32
		584-590	33

TABLA 1.6 CANALES DE CATV (Continuación)			
UHF	Banda IV	590-596	34
		596-602	35
		602-608	36
		614-620	38
		620-626	39
		626-632	40
		632-638	41
		638-644	42
	Banda V	644-650	43
		650-656	44
		656-662	45
		662-668	46
		668-674	47
		674-680	48
		680-686	49
		686-692	50
	-	692-698	51
	-	698-704	52
	-	704-710	53
	-	710-716	54
	-	716-722	55
	-	722-728	56
	-	728-734	57
	-	734-740	58
	-	740-746	60
	-	746-752	61
	-	752-758	62
	-	758-764	63
	-	764-770	64
-	770-776	65	
-	776-782	66	
-	782-788	67	
-	788-794	68	
-	794-800	69	

Para el servicio de radiodifusión de televisión se establecen las siguientes bandas de frecuencias:

Televisión VHF

- BANDA I: de 54 a 72 MHz y de 76 a 88 MHz
- BANDA II: de 174 a 256 MHz

Televisión UHF

- BANDA IV: de 512 a 608 MHz y de 614 a 644 MHz
- BANDA V: de 644 a 698 MHz

1.4 DESCRIPCIÓN DE LA RED MEDIANTE EL SISTEMA DE ESTACIONES REMOTAS.

Debido a que el actual Sistema de Comprobación Técnica presenta muchas deficiencias, las cuales se evidencian en las zonas en las que se hace un monitoreo esporádico o nulo, es necesario diseñar una red independiente de la existente.

Esta red estará conformada por Estaciones de Monitoreo y Radiogoniometría Remotas (EMRR), las mismas que accederán a un Centro de Control (CC) para su administración, supervisión y control.

1.4.1 CENTRO DE CONTROL.

Es un sistema informático y de comunicaciones que integra las funciones de todos los subsistemas de comprobación y se constituye además como un sistema especializado de información y procesamiento. Atiende además los requerimientos específicos y de organización de los componentes del sistema.

Es el centro de dirección, administración y control de las tareas de monitoreo y supervisión del espectro radioeléctrico.

1.4.1.1 Características:

- Comanda la operación de los subsistemas de estaciones de comprobación técnica.
- Administra la base de datos de usuarios del espectro radioeléctrico.
- Maneja mapas digitales donde se especifica la ubicación de las estaciones de los subsistemas para llevar a cabo múltiples tareas que requieren coordinación y cooperación de los subsistemas de comprobación.
- Determina el estado operativo de los subsistemas de comprobación y de sus componentes.
- Centraliza en una base de datos general los resultados del monitoreo y supervisión del espectro radioeléctrico efectuado por cada uno de los subsistemas de comprobación.

- Posee la infraestructura necesaria para integrar las funciones del sistema de gestión y de control del espectro radioeléctrico.
- Desarrollo modular de la red.

1.4.1.2 Características del software

El objetivo del software es medir, monitorear y ejecutar la tarea de radiogoniometría en estaciones controladas remotamente utilizando una aplicación directa cliente/servidor.

El software consiste de varios módulos que incluyen entre otros básicamente lo siguiente:

- Administración de datos
- Manejo de gráficos
- Configuración
- Interfaces de software estándar
- Aplicación de varios modos de medida
- Manejadores de equipos como analizadores, receptores, radiogoniómetros, decodificadores, grabadoras, y antenas
- Aplicación para operación remota.

1.4.2 ESTACIONES DE MONITOREO Y RADIOGONIOMETRÍA REMOTA (EMRR).

Una Estación de Monitoreo y Radiogoniometría Remota se constituye en un sistema receptor de prueba y monitoreo destinado a la ejecución de tareas de interceptación, y supervisión de señales radioeléctricas en conformidad con las especificaciones que se detallan en las Recomendaciones UIT-R SM-1392-1 (Requisitos esenciales para una estación de comprobación técnica del espectro para países en desarrollo), UIT-R SM-1050 (Tareas que ha de realizar el servicio de comprobación técnica de las emisiones) y las relativas al servicio de Comprobación Técnica.

1.4.2.1 Características

Las estaciones de monitoreo y supervisión del Espectro Radioeléctrico, básicamente tienen los siguientes componentes:

- Sistema de recepción de señales
- Sistema de medición de parámetros técnicos de señales radioeléctricas.
- Sistema de análisis de señales
- Modularidad A/D (Analogical/Digital) y DSP (Digital Signal Processing)
- Software de monitoreo, supervisión y medida
- Interfaz de comunicaciones
- Desarrollo modular

1.4.2.2 Funcionalidades

- Mediciones de frecuencia, desviación de frecuencia (offset), intensidad de campo, profundidad de modulación, ancho de banda
- Análisis Espectral
- Mediciones de ocupación
- Búsqueda de frecuencias en rangos predefinidos con control digital
- Demodulación de señales análogas y digitales
- Identificación de señales
- Unidad de control de comunicaciones
- BIT (Built in Test) del equipo

1.4.2.3 Aplicaciones

- Detección y demodulación de señales
- Análisis de radiofrecuencia
- Búsqueda, detección e identificación de señales
- Medidas de ocupación del espectro radioeléctrico
- Medidas de cobertura
- Medidas de parámetros técnicos, como frecuencia, modulación, ancho de banda e intensidad de campo.

Cabe recalcar que tanto el Centro de Control como la EMRR vienen con su propio software de administración de sus funciones, el cual habrá de instalarse necesariamente en sus respectivos computadores. Tal es el caso de Rohde & Schwarz, el cual posee un software administrador denominado ARGUS, el mismo que administra un número mínimo aproximado de 8 EMRR simultáneamente, dependiendo de su versión.

1.5 JUSTIFICACIÓN DEL MONITOREO REMOTO MEDIANTE EMRR.

Tradicionalmente, desde el punto de vista operativo, tanto la gestión del espectro radioeléctrico como su control, se ven afectados por una serie de limitaciones técnicas que no permiten la convergencia de funciones específicas en un solo sistema, tales como:

- falta de continuidad en el control de emisiones
- la no identificación de emisiones no autorizadas
- insuficiencia en el desarrollo de aplicaciones informáticas y capacidades de la red
- limitaciones tecnológicas en el tratamiento de señales
- realización de estudios de ingeniería sin la asistencia de sistemas especializados.

El cambio experimentado en el campo de las redes de comunicaciones, radiocomunicaciones y la informática, han transformado el concepto del Control y Gestión del Espectro Radioeléctrico, consiguiendo integrar sus múltiples funciones dispersas en un solo sistema, tal es así, que hoy se habla de la automatización e integración de los sistemas de comprobación técnica del espectro con la gestión automática del espectro, los cuales a través de una base de datos relacional común, permiten las siguientes funcionalidades:

- Acceso remoto a los recursos del sistema
- Detección automática de infracciones

- Asignación de frecuencias y concesión de licencias.
- Medición automática de los parámetros de la señal.
- Medición automática de la ocupación junto con mediciones opcionales de radiogoniometría.
- Cronograma de mediciones para realización inmediata o futura.
- Moderna interfaz de usuario gráfica.

La configuración de un sistema integrado de gestión y control del Espectro radioeléctrico es como se muestra en el gráfico N° 1.3:

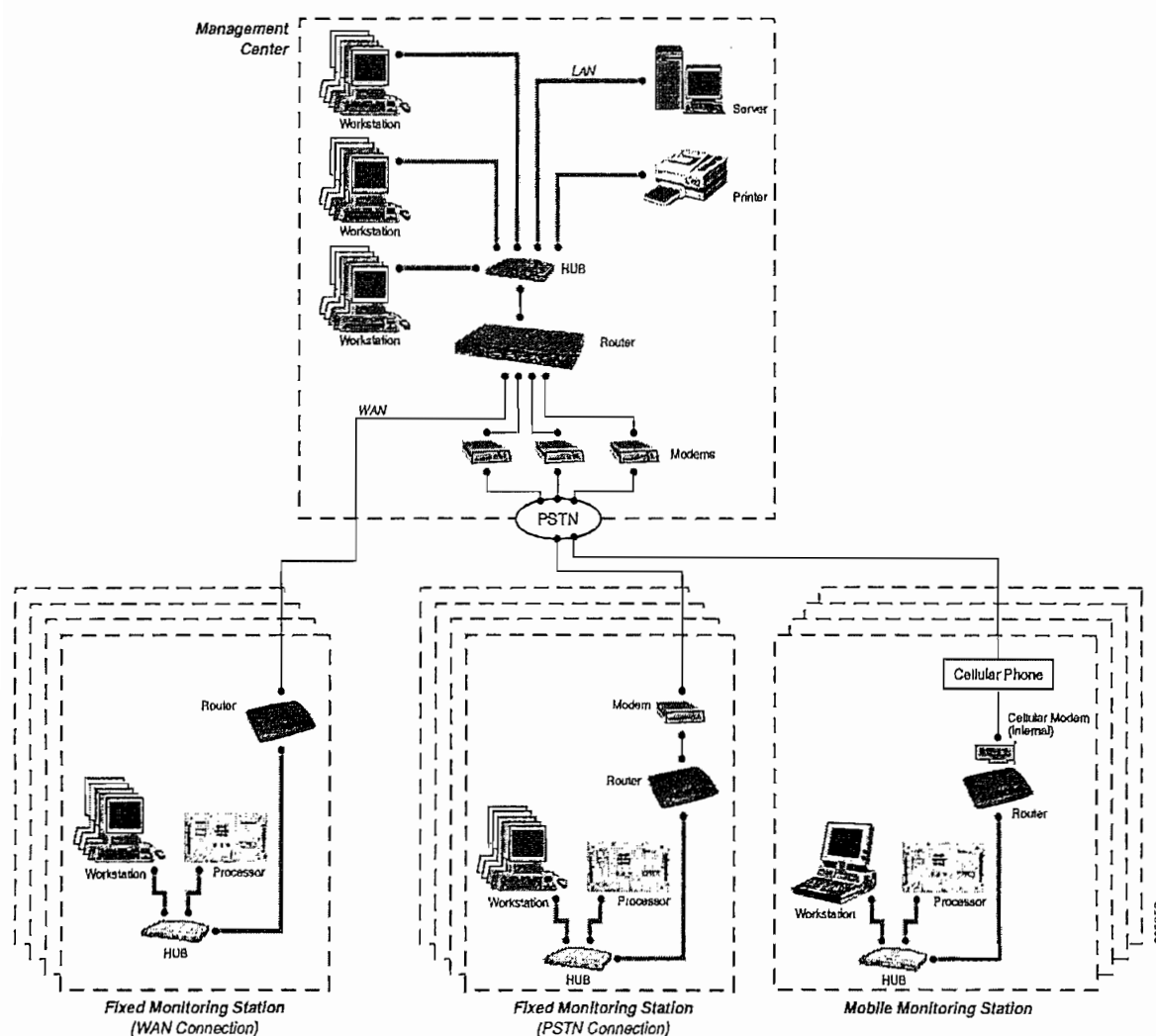


Gráfico N° 1.3
AUTOMATIZACIÓN E INTEGRACIÓN DE LOS SISTEMAS DE CONTROL Y GESTIÓN DEL ESPECTRO RADIOELÉCTRICO.

[Fuente: Recomendación UIT-R SM.1537. Automatización e Integración de los Sistemas de Comprobación Técnica del espectro con la Gestión Automática del espectro]

Además de las tareas propias de gestión y de comprobación técnica del espectro radioeléctrico que se llevan a cabo de manera automática en un sistema integrado, la funcionalidad más importante es la del acceso remoto a los recursos del sistema, que gracias a las características de integración, interconexión y multitarea con arquitectura cliente/servidor, los operadores de cualquier cliente en cualquier estación, acceden a los recursos de alguno o de todos los servidores de mediciones, tanto los que están en el mismo emplazamiento del cliente como los que se encuentran en otras estaciones; así, todos los recursos de una red multiestación están disponibles para un operador determinado siempre que éste tenga la autorización correspondiente. Gráfico N° 1.4.

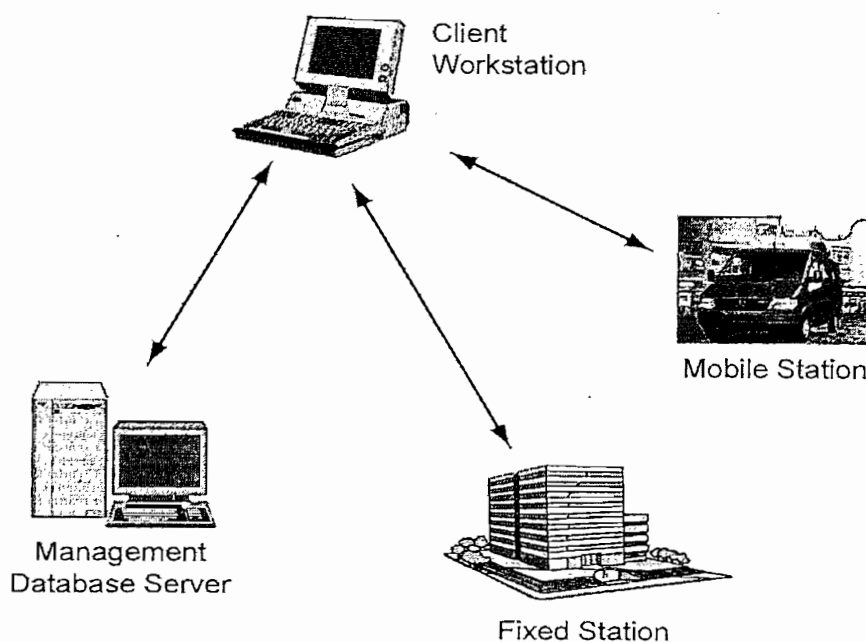


Gráfico N° 1.4
RECURSOS DE UN SISTEMA MULTIESTACIÓN
CON ARQUITECTURA CLIENTE/SERVIDOR

[Fuente: Recomendación UIT-R SM.1537. Automatización e Integración de los Sistemas de Comprobación Técnica del espectro con la Gestión Automática del espectro]

1.6 EVOLUCIÓN TECNOLÓGICA DEL CONTROL DE EMISIONES RADIOELÉCTRICAS

El desarrollo tecnológico del control de las radiocomunicaciones y de los sistemas de telecomunicaciones en general, permite que algunas de las limitaciones en las labores de monitoreo y supervisión del espectro radioeléctrico sean superadas.

La utilización de equipos digitales en reemplazo de los analógicos, ha dado lugar a que las tareas de rastreo de frecuencias se las realice a una mayor velocidad, los grandes y pesados analizadores de espectro han sido reemplazados por equipos con capacidad de procesamiento digital de señales, a través de tarjetas de adquisición de datos instaladas en computadores, donde las mediciones de parámetros como frecuencia, ancho de banda, modulación e intensidad de campo se las lleva a cabo a mayores velocidades.

Antes se consideraba a los receptores y analizadores de espectro como dos elementos físicos separados, hoy gracias a las tarjetas DSP éstos se encuentran fusionados en un solo equipo de dimensiones muy reducidas. Los rangos de sintonía de los receptores DSP (Digital Signal Processing) van desde los 9 kHz hasta los 3 GHz aproximadamente.

Las antenas por lo regular eran elementos pasivos del sistema, de grandes dimensiones y ancho de banda pequeño, en la actualidad están provistas de circuitos electrónicos internos, para conseguir una operación activa, de gran ancho de banda en dimensiones pequeñas y con alta sensibilidad.

Los GPS (Sistemas de Posicionamiento Global) proporcionan la ubicación en coordenadas con una precisión de pocos metros, permiten actualmente implementar sistemas de triangulación de señales muy precisos.

Actualmente las redes de banda ancha soportadas en medios físicos o espectro radioeléctrico, permiten tener acceso a bases de datos y control de procesos remotos; además, el desarrollo de aplicaciones de software cada vez más fáciles de utilizar, que, conjuntamente con protocolos de comunicación como el TCP/IP, han revolucionado los procesos de control en la industria en general y del espectro en particular.

En resumen con todo el adelanto tecnológico anteriormente expuesto, se justifica que las estaciones remotas transportables sean una realidad para el control a distancia del espectro radioeléctrico en cualquier parte del mundo.

CAPÍTULO 2.

2. ESTUDIO GENERAL DE LOS MAPAS DIGITALES PARA TELECOMUNICACIONES.

2.1 INTRODUCCION.

La topografía determina el sitio donde habitamos, la forma según la cual nos desplazamos y lo que podemos observar; influyendo de diversas maneras en la propagación de las ondas electromagnéticas. La topografía existe en diversas escalas: megatopografía y macrotopografía.

La megatopografía, representa la ubicación de océanos y los continentes; su fisiografía tosca es el producto del desplazamiento de los continentes y las placas tectónicas.

La macrotopografía, es el resultado de la geografía local y su interacción con los agentes climáticos fundamentales.

En términos geométricos, éstas constituyen la interfaz que puede bloquear, reflejar o refractar las ondas, además de proporcionar los puntos óptimos a partir de los cuales transmitir ó recibir señales. Dentro de los centros poblados las actividades humanas configuran a su vez su microtopografía (como en los edificios), que pueden influir en gran medida en la propagación local.

2.2 PROYECCIONES CARTOGRÁFICAS.

Normalmente se utilizan diferentes técnicas para proyectar la superficie de la Tierra en una superficie plana. Ninguna de esas técnicas es perfecta, y por ende se han de seleccionar en función de los objetivos del usuario.

La proyección de un mapa es la manera en la cual la superficie esférica de la Tierra es representada sobre una superficie plana (bidimensional). Esto puede ser realizado por una proyección geométrica directa o por una transformación derivada matemáticamente.

Hay muchas clases de proyección, pero todas implican la transferencia de los patrones globales distintivos de paralelos de latitud y meridianos de longitud, sobre una superficie fácilmente aplanable. Las tres superficies desarrollables más comunes son el cilindro, el cono y el plano. Un plano es ya planar, mientras que un cilindro o un cono se pueden cortar y almacenarse como planos, sin estirarlos. Así, las proyecciones cartográficas se pueden clasificar en tres familias generales: cilíndrica, cónica, y azimutal o planar.

2.2.1 PROPIEDADES DE LAS PROYECCIONES CARTOGRÁFICAS.

Independientemente del tipo de proyección usado, es inevitable que algún error o deformación ocurra en la transformación de una superficie esférica a una superficie plana. Idealmente un mapa libre de deformación tiene cuatro propiedades:

- conformidad
- equivalencia
- equidistancia (distancia equivalente)
- dirección verdadera

2.2.1.1 Conformidad.

En el mapa conforme una proyección preserva la forma de las áreas geográficas pequeñas a través de una transformación exacta de los ángulos alrededor de los puntos, donde una condición necesaria es la intersección perpendicular de las líneas como en una cuadrícula. Esta propiedad es importante en mapas que son utilizados para analizar, guiar o grabar movimientos, como en navegación.

2.2.1.2 Equivalencia.

Es la característica de áreas iguales, la cual significa que las áreas de una parte de un mapa están en escala con las áreas de alguna otra parte. La preservación de equivalencia envuelve la transformación inexacta de los ángulos alrededor de puntos. La propiedad de equivalencia es importante en mapas que son usados para comparar densidad y distribución de los datos como los de población.

2.2.1.3 Equidistancia.

Es la característica de medición de distancias verdaderas. La escala de distancia es constante en el mapa. Generalmente las líneas de referencia, tales como el Ecuador o un meridiano, son escogidos para tener equidistancia y son denominados paralelos estándar o meridianos estándar.

2.2.1.4 La verdadera dirección.

Está caracterizada por una línea de dirección entre dos puntos que cruza las líneas de referencia (por ejemplo: meridianos) en un ángulo o azimut constante. Un azimut es un ángulo medido de norte a oriente en el sentido horario desde un meridiano.

2.2.2 TIPOS DE PROYECCIÓN.

Aunque un gran número de proyecciones puede ser ideado, la mayoría son variantes geométricas o matemáticas de las familias de proyecciones geométricas directas que se describen posteriormente.

La selección de la proyección a ser usada depende de las propiedades que se consideren más efectivas para el análisis cartográfico. En el gráfico N° 2.1 se muestran los diferentes tipos de proyección utilizados.

2.2.2.1 Proyecciones cilíndricas.

Las proyecciones cilíndricas se obtienen por la intersección de un cilindro con la superficie global. La superficie global es matemáticamente proyectada sobre el cilindro, el cual es entonces cortado y desenrollado. Un cilindro tangente (Gráfico N° 2.2) interseca la superficie global en una única línea que forma un círculo. Esta línea central de la proyección es comúnmente el Ecuador y posee equidistancia.

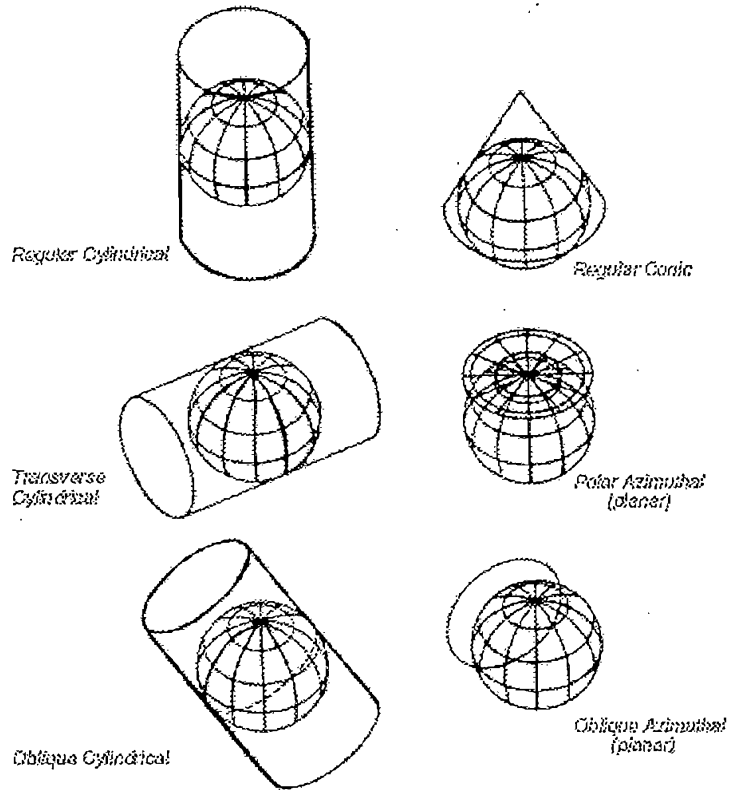


Gráfico N° 2.1
TIPOS DE PROYECCIÓN

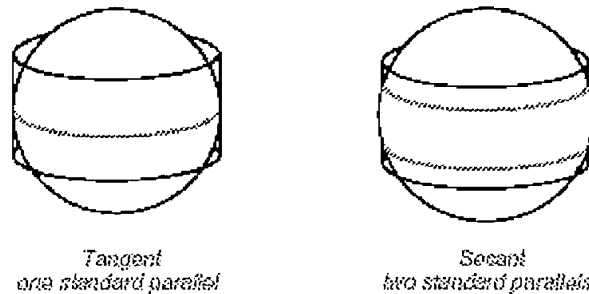


Gráfico N° 2.2 CILINDROS TANGENTES Y SECANTE

Una proyección cilíndrica normal produce considerables deformaciones de la superficie y los ángulos, por lo tanto se utiliza la proyección de Mercator, que atenúa los inconvenientes de la proyección cilíndrica.

2.2.2.2 Proyecciones cónicas.

Las proyecciones cónicas son obtenidas mediante la intersección, o el contacto, de un cono con la superficie del globo y las líneas de proyección matemáticas sobre esta superficie desarrollable.

Un cono tangente (Gráfico N° 2.3) interseca la superficie global para formar un círculo. A lo largo de esta línea de intersección, el mapa está libre de errores y posee equidistancia. Usualmente, esta línea es un paralelo, conocido como paralelo estándar.

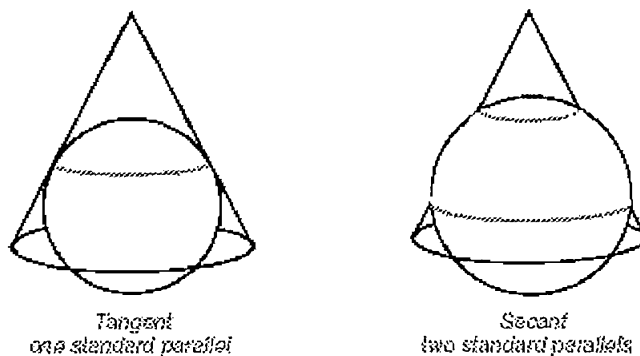


Gráfico N° 2.3
CONOS TANGENTES Y SECANTES.

Los conos también pueden ser secantes e intersectar la superficie terrestre, formando dos círculos que poseen equidistancia. En este caso, el cono corta debajo de la superficie del globo entre los paralelos estándar. (El término secante es meramente conceptual y no es exacto desde el punto de vista geométrico; conceptualmente el aspecto cónico puede ser polar, ecuatorial u oblicuo).

2.2.2.2.1 Proyección cónica de Lambert.

La proyección de Lambert satisface el principio de representación proporcionada y reproduce los ángulos correctamente. El cambio de escala es pequeño, lo que le hace posible medir las distancias. Los mapas elaborados utilizando la proyección de Lambert son los más adecuados a los efectos de la radiogoniometría para distancias de hasta 150 km.

2.2.2.2.2 *Proyección policónica.*

La utilidad de esta proyección se ve limitada por la curvatura de los meridianos, y los paralelos, y por el hecho de que entraña un grupo de proyecciones que no permite trazar una dirección con una línea continua.

2.2.2.3 **Proyecciones azimutales.**

Las proyecciones azimutales, también llamadas proyecciones planares, son obtenidas dibujando líneas desde un punto de perspectiva dado a través del globo hasta un plano tangente. Esto es conceptualmente equivalente a delinear la sombra de una figura iluminada por una fuente de luz.

Las proyecciones azimutales pueden ser centradas:

- en los polos (aspecto polar)
- en un punto sobre el ecuador (aspecto ecuatorial)
- en cualquier otra orientación (aspecto oblicuo)

El origen de las líneas de proyección, es decir, del punto de perspectiva, puede también asumir varias posiciones. Por ejemplo, puede ser:

- El centro de la tierra (gnomónica)
- una distancia infinita (ortográfica)
- sobre la superficie de la tierra, opuesto al plano de proyección (estereográfico).

2.2.2.3.1 *Proyección Gnomónica.*

Hay tres clases de proyecciones gnomónicas: Polares, Ecuatoriales y Oblicuas. La proyección gnomónica polar es la más sencilla.

En general, cuando se trata de marcaciones de fuentes situadas a corta distancia (hasta unos 100 km), basta con un mapa Mercator, Lambert ó Gnomónico y no es necesario tomar precauciones especiales. Por el contrario si se trata de

marcaciones a gran distancia hay que considerar más detenidamente el tipo de proyección.

El trazado en los mapas se puede efectuar manualmente, o mediante un sistema automático de cartografía digital.

2.2.3 MAPAS EN PAPEL.

En el caso de marcaciones a corta distancia se supone que el mapa utilizado es el adecuado (Mercator, Lambert ó Gnomónico).

2.2.3.1 Trazado de marcaciones a corta distancia en mapas a gran escala.

El trazado de marcaciones en los mapas de Mercator, Lambert o policónicos de gran escala puede efectuarse con líneas rectas. Sin embargo, en el caso de los mapas Lambert y policónicos, será indispensable que la región representada esté próxima a la región de tangencia de la proyección. Existen transportadores especiales para medir ángulos y distancias de marcación en los mapas aeronáuticos.

2.2.3.1.1 Marcaciones a corta distancia en un mapa Mercator.

Aunque un mapa de Mercator no es el mapa ideal para trazar marcaciones, incluso a corta distancia (salvo para distancia de solo 10 o 20 km), éstos mapas se utilizan ampliamente. Pueden emplearse mapas de Mercator para grandes distancias aplicando una corrección de semi divergencia.

Para poder evaluar la corrección es necesario conocer las coordenadas geográficas de los dos puntos (emplazamiento del radiogoniómetro y de la fuente). No obstante, si se dispone de una red de por lo menos dos radiogoniómetros, se puede tener una idea aproximada de la posición de la fuente y determinar la corrección sobre la base de aplicación.

2.2.3.2 Trazado de azimuts a gran distancia en mapas de pequeña escala.

Se podría trazar una red de curvas para cada emplazamiento del radiogoniómetro en un mapa transparente superpuesto al mapa de Mercator. No obstante, este método resulta bastante confuso para una red de dos o tres estaciones radiogoniométricas. El trazado de semejante grupo de curvas puede ser útil para un solo radiogoniómetro empleado por una estación de comprobación técnica.

En general no se utilizan mapas de Lambert y policónicos para la radiogoniometría a gran distancia.

La distorsión de la dirección magnética correspondiente a un punto dado de un mapa gnomónico depende de:

- El valor de la distorsión como de la distancia angular entre ese punto y el punto de tangencia del mapa;
- El sentido de la distorsión, de la posición del punto respecto de los puntos cardinales.

2.2.3.3 Elección de los mapas

La elección de un mapa para trazar marcaciones a corta distancia no plantea problema alguno. En el caso de la radiogoniometría a larga distancia, y cuando varias estaciones radiogoniométricas participan en la obtención de las marcaciones, es necesario disponer de cierto número de mapas gnomónicos diferentes, debido a las diferentes direcciones de las que pueden recibirse las señales que se han de identificar.

Al seleccionar los mapas más adecuados para determinadas aplicaciones, deben tenerse en cuenta varios factores: la extensión o los límites de la región abarcada por el mapa, la ubicación de las estaciones radiogoniométricas, las regiones donde más probablemente habrá fuentes que identificar, etc. Si no se dispone de un mapa adecuado para un caso particular, habrá que preparar un nuevo mapa.

La mayor parte de las limitaciones inherentes al trazado manual se pueden solventar utilizando mapas digitales.

2.2.3.3.1 Selección de una Proyección Cartográfica

La selección de una proyección cartográfica debe permitir:

- Decidir cuál es el mejor despliegue del área de interés o ilustrar los resultados del análisis.
- Registrar todas las imágenes a un solo sistema para facilitar las comparaciones.
- Evaluar la exactitud de la información y hacer mediciones de los datos.

Dependiendo de sus aplicaciones y usos para los cuales se crea el mapa se pueden usar una o varias de las proyecciones cartográficas. Muchos factores deben examinarse cuando se selecciona la proyección incluyendo:

- Tipo de mapa
- Propiedades especiales que deben ser preservadas
- Tipos de datos del mapa
- Exactitud del mapa
- Escala del mapa

En caso que se cartografíe un área pequeña, virtualmente cualquier proyección cartográfica es aceptable. En un mapa de grandes áreas (países enteros, continentes y el mundo), la selección de la proyección cartográfica se hace crítica.

En áreas pequeñas, la cantidad de distorsión es escasa, si es que se nota. En grandes áreas se puede tener una pequeña distorsión o ninguna en el centro del mapa, mientras que la distorsión aumenta hacia el exterior, cerca de los bordes del mismo.

Cabe señalar que desde el siglo décimo sexto existen tres reglas fundamentales para tener en cuenta al usar una proyección cartográfica:

- En las ciudades que se hallan en los trópicos, se usa una proyección cilíndrica.
- En las ciudades que se hallan en latitudes templadas, se usa una proyección cónica.
- Si el mapa requerido muestra una de las zonas polares, se usa una proyección azimutal.

Estas reglas se toman como básicas, sin embargo hay que tener en cuenta más factores al seleccionar una proyección cartográfica que sea efectiva hoy. El propósito particular de un mapa y los méritos individuales de cada proyección deben ser examinados antes de tomar la decisión.

- Los datos estadísticos deberán desplegarse usando una proyección de áreas iguales para mantener las proporciones apropiadas (aunque la forma se sacrifique).
- Las proyecciones de áreas iguales son apropiadas para los datos temáticos.
- Si la forma es una consideración importante, se usa una proyección conforme.

2.3 MODELO TOPOGRÁFICO DIGITAL

2.3.1 IMPORTANCIA DEL MODELO TOPOGRÁFICO DIGITAL

Para la comprobación técnica del espectro es necesario saber lo que se encuentra en un sitio dado, a escalas que varían desde un bloque urbano hasta varios continentes. Esos datos, en una forma utilizable en el computador, los proporciona el SISTEMA DE INFORMACIÓN GEOGRÁFICA (Geographic Information System - GIS), estructurado en torno a un Modelo Topográfico Digital (Digital Terrain Model - DTM).

2.4 SISTEMA DE INFORMACIÓN GEOGRÁFICA (GIS)

Un sistema de información geográfica (GIS) es una herramienta computacional para el mapeo y el análisis de los elementos y eventos que ocurren en la tierra. La tecnología GIS integra operaciones comunes de bases de datos, tales como consultas y análisis estadísticos, con los beneficios propios de la visualización y el análisis geográfico que ofrecen las cartografías.

Estas capacidades distinguen los GIS de otros sistemas de información y lo hacen más valiosos para empresas públicas y privadas de diversa índole para explicar eventos, predecir salidas y en la planificación de estrategias.

La producción cartográfica y el análisis geográfico no son nuevos, pero un GIS desarrolla esta tarea mejor y más rápidamente que los antiguos métodos manuales. Y antes del surgimiento de la tecnología GIS sólo unas pocas personas tenían las habilidades necesarias para utilizar información geográfica al momento de tomar decisiones y resolver problemas.

2.4.1 LOS COMPONENTES DE UN GIS.

Un GIS integra cinco componentes principales: hardware, software, datos, personas y métodos.

2.4.1.1 Hardware.

El hardware es el computador donde opera el GIS. Hoy, los GIS corren en una gran variedad de plataformas, que pueden variar desde servidores (computador central) a computadores desktop (de escritorio) que se utilizan en las configuraciones de red o stand-alone.

2.4.1.2 Software.

El software GIS entrega las funciones y las herramientas que se requieren para almacenar, analizar y desplegar información geográfica. Los componentes más importantes son:

- Herramientas para la entrada y manipulación de información geográfica.
- Un sistema de administración de bases de datos (DBMS - Data Base Management System)
- Herramientas de consulta, análisis y visualización geográfica
- Una interfaz gráfica de usuario (GUI – Graphic User Interface) para facilitar el acceso a las herramientas

2.4.1.3 Datos.

Posiblemente los componentes más importantes de un GIS son los datos. Los datos geográficos y tabulares relacionados pueden colectarse en la empresa, campo o terreno o bien adquirirse de un proveedor comercial de datos. Un GIS integrará datos espaciales con otras fuentes e incluso puede utilizar un DBMS para organizar, mantener y manejar los datos espaciales.

2.4.1.4 Personas.

La tecnología GIS está limitada por las personas que administran el sistema y que llevan a cabo los planes de desarrollo, para aplicarlos a los problemas del mundo real. Entre los usuarios de GIS se encuentran los especialistas técnicos, que diseñan y mantienen el sistema para aquellos que los utilizan diariamente en su trabajo.

2.4.1.5 Métodos.

Para que un GIS tenga éxito, éste debe operar de acuerdo a un plan bien estructurado y de acuerdo a reglas de la empresa, que son los *modelos* de las actividades propias de cada organización.

2.4.2 FUNCIONAMIENTO.

Un GIS almacena la información en capas temáticas que pueden enlazarse geográficamente. Este concepto simple pero extremadamente poderoso y versátil, ha probado ser crítico en la resolución de muchos problemas que van desde el rastreo de vehículos de reparto, registrando los detalles de la aplicación de planificación hasta el modelamiento de la circulación atmosférica global.

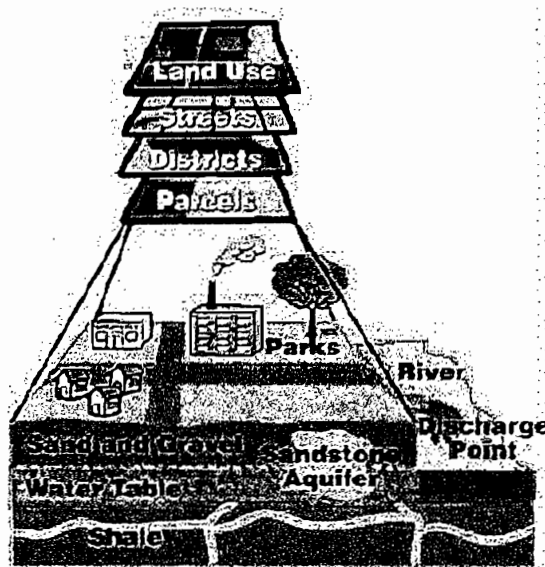


Gráfico N° 2.4 FUNCIONAMIENTO DE UN GIS.

2.4.3 REFERENCIAS GEOGRÁFICAS.

La información geográfica contiene una referencia geográfica explícita tal como la latitud y la longitud, coordenadas nacionales o una referencia implícita tal como una dirección, un código postal, el nombre de un área censal, el identificador de un área boscosa o el nombre de un camino.

Para crear referencias geográficas explícitas (múltiples ubicaciones) a partir de referencias implícitas (descripciones tales como direcciones) se utiliza un proceso automatizado llamado geocodificación. Estas referencias geográficas permiten localizar elementos en la superficie terrestre para ser analizados, por ejemplo, el stand de un negocio, bosques o eventos tales como un terremoto.

Los GIS trabajan con dos tipos fundamentales de modelos geográficos: el "modelo vector" y el "modelo raster".

2.4.3.1 Modelo Vector.

En el modelo vector, la información de puntos, líneas y polígonos es codificada y almacenada como una colección de coordenadas (x,y). La ubicación de un punto puede ser descrito como una simple coordenada (x,y). Los elementos lineales tales como caminos y ríos pueden ser almacenados como una colección de coordenadas de puntos. Los elementos poligonales, por ejemplo territorios de venta o cuencas de ríos, pueden guardarse como lazos cerrados de las coordenadas. El modelo vectorial es extremadamente útil para describir elementos discretos, pero no lo es tanto para describir elementos de variabilidad continua como los tipos de suelos.

2.4.3.2 Modelo Raster.

El modelo raster ha evolucionado para modelar elementos continuos. Una imagen raster está integrada por una colección de celdas (grillas) más bien como una cartografía o foto escaneada.

Tanto los modelos raster como los vectoriales poseen ventajas y desventajas propias para el almacenamiento de datos geográficos. Los GIS modernos tienen la capacidad de manejar ambos modelos.

2.4.4 DBMS.

Un DBMS es nada menos que un software que maneja y administra una base de datos, es decir una colección integrada de datos.

Los sistemas de administración de bases de datos se especializan en el almacenamiento y administración de todo tipo de datos incluyendo datos geográficos.

Las DBMS son optimizadas para almacenar y recuperar datos. Muchos GIS confían en ellas para este propósito, pero no poseen las herramientas analíticas y de visualización comunes en los GIS.

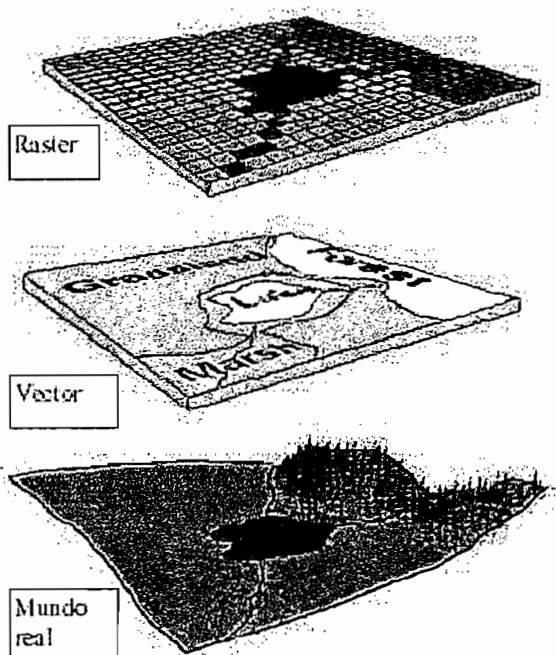


Gráfico N° 2.5
MODELOS GEOGRÁFICOS.

2.5 DIGITALIZACIÓN DE LOS MAPAS

Mediante la digitalización de mapas geográficos en papel (escala 1:5000000) se obtiene un fichero, que se decodifica por colocación en localizaciones cartográficas. Normalmente, para las ondas decamétricas (HF: 3 a 30 MHz) este fichero sólo tiene una capa de información: las coordenadas. No obstante, a veces también es útil disponer de información sobre: fronteras geopolíticas, principales ciudades, carreteras y cursos de agua.

2.5.1 MODELO DIGITAL DEL TERRENO (DTM) A PARTIR DE MAPAS GEOGRÁFICOS

Los DTM se obtienen a partir de las curvas de nivel de los mapas, siguiendo los pasos que se indican a continuación:

- Recuperación de curvas de nivel: reproducidas por un operador y digitalizadas (exploración).
- Delimitación: este paso consiste en asignar una altitud a las curvas de nivel.
- Interpolación por el método cuadrangular, dependiendo del intervalo de muestreo; todos los puntos que se encuentran entre las curvas de nivel se extrapolan linealmente.
- Geocodificación: el fichero se coloca en una localización cartográfica (Lambert).
- Validación: el operador efectúa el almacenamiento.

La precisión que se logra depende de la calidad y la escala de la cartografía:

Escala	Precisión Planimétrica	Precisión Altimétrica
1:25000	25 m	10 m
1:50000	50 m	20 m
1:100000	100 m	50 m
1:250000	250 m	100 m

La precisión planimétrica y altimétrica depende de la escala del mapa original o de la imagen por satélite.

2.5.2 DTM A PARTIR DE IMÁGENES OBTENIDAS POR SATÉLITE

El fichero DTM se obtiene a partir de un par estereoscópico de imágenes de satélite de Nivel 1A (modo pancromático), en las cuales sólo se han hecho correcciones radiométricas internas en el sistema de adquisición. El DTM se calcula en la zona de intersección de dos imágenes. La altimetría depende del modo utilizado para la formación de imágenes:

2.5.2.1 Modo pancromático (P): La formación de imágenes se efectúa en una sola banda de espectro limitada al campo visible (imágenes en blanco y negro).

2.5.2.2 Modo multibanda (XS): La formación de imágenes se efectúa en tres bandas del espectro: verde, rojo e infrarrojo cercano (imágenes de color).

También es posible extraer información sobre elevaciones de dos o más imágenes oblicuas de la misma zona obtenidas por satélites. Proyectos tales como el de los satélites SPOT de Francia que están en servicio desde febrero de 1986, han permitido apreciar las posibilidades comerciales de la teleobservación.

Las dos cámaras pancromáticas de alta resolución de los satélites SPOT (resolución 10 m; niveles en escala de grises: 256), son capaces de apuntar $\pm 27^\circ$ a uno y a otro lado de la traza de satélite, con miras a producir pares estereoscópicos de zonas con un tamaño de 60x60 km.

El posterior análisis estereofotogramétrico de las imágenes digitales, utilizando de nuevo cierto número de puntos de control conocidos en tierra permite generar datos de elevaciones con una precisión de ± 10 m, pero está condicionado por las condiciones climáticas, pues la zona debe estar despejada de nubes y ofrecer suficientes contrastes para que se reconozcan las características de ambas imágenes.

2.5.2.3 Ventajas de la teledetección por satélite.

Las principales ventajas son:

- Su cobertura casi totalmente mundial;
- La extensa zona abarcada en una sola imagen y
- Su formato en cuadrícula legible por computador

Gracias a sus capacidades multiespectrales la teledetección permite compilar información sobre las diferentes prácticas de aprovechamiento de tierras, utilizando diversas técnicas de clasificación.

2.5.2.4 Desventajas.

Actualmente la principal desventaja es su resolución espacial relativamente baja (tamaño de píxel: 10 m en SPOT y 30 m en LANDSAT TM) en comparación con la fotografía aérea. Por ejemplo, un barrido de 15 μ s de una fotografía aérea a una escala de 1:40000 proporcionó un tamaño de píxel de 0,6 m. Una imagen tomada desde un satélite como el SPOT se puede utilizar para elaborar mapas topográficos a una escala de 1:50000 debido a su resolución geométrica, pero por su baja detectabilidad solo sirve para elaborar mapas cartográficos a una escala de 1: 100000. La escasa detectabilidad limita la utilidad de imágenes de satélite en la cartografía urbana de zonas edificadas y, por ende no se pueden utilizar para la planificación de redes celulares en las ciudades.

2.5.3 DTM POR FOTOGRAMETRÍA AÉREA.

Conforme ésta técnica se utiliza el modelo estereoscópico (dos fotografías parcialmente superpuestas) para extraer información planimétrica y altimétrica. Según este método el paralaje entre los pares estereoscópicos de las fotografías aéreas tomadas a un altura relativamente elevada con cámaras especiales, se utiliza junto con puntos de control identificables en tierra (de los cuáles se conoce exactamente las coordenadas geográficas y la altitud), para calcular las alturas y las posiciones correctas de todo lo que se observa en las fotografías. La fotogrametría aérea es la fuente de la mayor parte de los mapas topográficos, es decir, los que muestran la topografía utilizando curvas de nivel (y en los que también se registran los límites de las propiedades, las subdivisiones, los edificios y otros detalles conexos en el terreno).

En general las curvas de nivel se elaboran siguiendo las líneas de igual altitud en el par estereoscópico pero según ciertos métodos más recientes se trata de extraer automáticamente una densa cuadrícula de elevaciones, y luego convertir numéricamente la fotografía en un mapa planimétricamente correcto (ortofotografía). La precisión de la fotogrametría es comparable a la que se logra con reconocimientos normales.

La medición del desplazamiento en las dos fotografías superpuestas permite al operador determinar la altitud de los objetos con una precisión de una parte en diez mil de la altura de vuelo. Por ejemplo, con una fotografía tomada desde una altura de vuelo de 1000 m (escala 1: 6700), se obtienen puntos con una precisión de 1 m y las curvas de nivel se pueden trazar con una precisión vertical de 0.5 m.

2.5.3.1 Características de la Fotogrametría Aérea.

Las fotografías aéreas que nos están disponibles a escala mundial, abarcan únicamente una superficie limitada en una sola escena, y tiene formato analógico.

2.5.4 ALTIMETRÍA

El fichero altimétrico (DTM) para las ondas decamétricas se puede obtener a partir de dos fuentes diferentes:

- a) Mapas geográficos en papel proporcionados por una organización nacional e internacional.
- b) Imágenes digitales por satélite.

Estas últimas se presentan en cintas magnéticas de densidad 6250 bpi con imágenes codificadas a más de 24 bits, en el caso de imágenes en color, y a 8 bits en el caso de imágenes en blanco y negro. Se puede utilizar la misma información suministrada en cinta optométrica o CD-ROM.

Los intervalos de muestreo difieren en función de los mapas o del nivel de elaboración de las imágenes por satélite, lo que afecta a la precisión de los resultados; en cuanto más reducido sea el intervalo, mayor será la fiabilidad de los mismos.

En función de la disponibilidad de los elementos necesarios para crear el DTM, se selecciona uno de los medios antes indicados. Para la instalación de ciertas redes de radiocomunicaciones –como las redes celulares digitales– en zonas urbanas de

gran densidad radioeléctrica, es indispensable utilizar datos con un intervalo de muestreo reducido.

2.5.5 OCUPACIONES DEL TERRENO

Este fichero permite el reconocimiento de un lugar a través del análisis de sus principales componentes y los de su entorno, sobre la base de mapas topográficos o por satélite. Se considera la ocupación del terreno para siete zonas de interés, según se estipula en la Recomendación UIT-R PN.1058 - Bases de datos topográficos digitales para estudios de propagación: mar, hidrografía, bosque denso, bosque, país, zonas suburbanas y urbanas. El procedimiento para elaborar este fichero depende del mapa disponible:

a. Mapa geográfico en papel:

- rodear con un círculo los elementos gráficos relacionados con las diversas clases;
- rellenar estas zonas con color (codificación de 0 a 6)
- actualizar el fichero resultante con respecto al modelo topográfico digital.

b. Fotografía aérea o por satélite:

- aislar las zonas de interés por conocimientos de radiometría (determinación de los valores que componen una clase, para la distribución de imágenes);
- actualizar el fichero resultante con respecto al DTM.

El nivel de detalle de las zonas de interés consignadas en la Recomendación UIT R PN.1058 dependerá de la escala del mapa original. Por ejemplo, en mapas geográficos a escala 1:250000, las poblaciones son puntos.

Este fichero permite calcular con mayor exactitud la atenuación debida a la naturaleza del terreno.

2.5.6 IMAGEN ASOCIADA

El modelo topográfico digital es una réplica exacta del mapa original utilizado para crearlo. Este mapa puede contener datos erróneos, sobre todo en lo correspondiente a las coordenadas (error de impresión). Para resolver este problema, el sistema recurre a una imagen asociada que se sobrepone al modelo y se ajusta mediante corrección geométrica.

2.5.7 EDIFICIOS

Este fichero permite tener en cuenta, durante los cálculos de la propagación, la "altura de los edificios", que en los entornos urbanos o suburbanos no son obstáculos despreciables. Con esta finalidad se procede al procesamiento de la imagen del satélite o la imagen aérea original; se aíslan los edificios mediante el dibujo de las curvas de nivel, se recuperan éstos de la imagen, y se les asigna una altura media por delimitación con miras a obtener un fichero "Edificios" que se pueda sobrepone al fichero de altimetría.

Este fichero permite tener en cuenta los obstáculos debidos a los accidentes del terreno durante los cálculos de la propagación y, por ende, permite hacer un cálculo más preciso de las atenuaciones.

2.6 APLICACIONES PRÁCTICAS

En lo que se refiere específicamente a la comprobación técnica del espectro se necesitará una estación de trabajo muy versátil, dada la enorme variedad de las aplicaciones.

Por ejemplo, para la supervisión y localización de señales a escala local, con la finalidad de encontrar vehículos robados o atrapar transmisores no autorizados, se pueden utilizar datos GIS y DTM a nivel de mapas urbanos, detallados en escala 1: 1000 a 1: 10000.

Normalmente los pixels de 100m se utilizan para la difusión de programas radiofónicos y de televisión, los de 25*25 m para enlaces de microondas y los de 5 m para comunicaciones celulares en entornos urbanos densamente poblados.

Estos GIS permitirían formular peticiones tales como: "muestre el perfil topográfico y todos los obstáculos entre dos puntos", ó "indique la posibilidad de interceptar desde una estación de comprobación técnica dada, todos los emisores cuya potencia de salida sea superior a 1 w", o bien "señales de todas las estaciones de radiodifusión o televisión que se encuentren a menos de 100 km de una coordenada específica".

De ser necesario, para la supervisión y localización de telecomunicaciones intercontinentales se necesitarán datos relativos a bloques de tamaño continental (1:10 millones a 1: 30 millones). En este caso convendría utilizar pixels del orden de 1-2 km (como en los mapas meteorológicos por satélite).

Además de presentar toda la información básica que pudiese contribuir a la detección y la localización, la estación de trabajo tendría que utilizar diversas formas de datos de interceptación angulares y de tiempo, junto con los datos físicos, para obtener una solución. Este tipo de sistema, que utilizaría un gran monitor de gráficos y estaría basado en un PC o una pequeña estación de trabajo, no resultaría muy costoso.

2.6.1 APLICACIONES GENERALES

- Planificación de vuelos fotogramétricos
- Apoyo de campo y aerotriangulación
- Levantamientos topográficos
- Restitución fotogramétrica analítica y digital
- Ortofotografía digital
- Modelos digitales del terreno
- Creación de bases cartográficas informatizadas
- Tratamiento de imágenes satelitales

- Estudios de propagación de señales
- Estudios de Interferencia y cobertura
- Análisis de Interferencia y Enlaces punto – punto
- Seguimiento Satelital de móviles y personas con GPS.
- Geomarketing.

2.7 EVALUACIÓN DE UN MAPA DIGITAL.

Toda base de datos geográfica presenta un nivel de incertidumbre que depende de la calidad de los insumos, la metodología para su elaboración, la captura y la representación de los datos. Antes de ser utilizados para la toma de decisiones, los datos cartográficos deben ser evaluados para conocer su confiabilidad.

En las varias etapas del proceso de elaboración de un mapa se pueden introducir diferentes errores como los generados durante:

- El análisis de las imágenes, que dependen de la experiencia del intérprete y de la calidad de los insumos (fotos y/o imágenes)
- La captura (digitalización por ejemplo) y
- La representación de los datos en un mapa.

Generalmente se considera que existen dos tipos de error:

- Los errores temáticos que se refieren a errores de etiqueta
- Los errores geométricos (de posición) en la delimitación de los polígonos.

La evaluación de la confiabilidad de los mapas y de las bases digitales geográficas son temas que está cobrando interés, en gran medida por el desarrollo de los sistemas de información geográfica (GIS). El conocer la confiabilidad de un producto cartográfico permite al usuario del mapa valorar su grado de acuerdo con la realidad o el riesgo que asume el usuario al tomar decisiones sobre la información representada en ese mapa; además permite conocer o modelar el error que resulte del cruce de varias capas con cierto grado de error en un GIS.

La evaluación de la confiabilidad consiste en comparar el mapa con información considerada más confiable. Generalmente se basa en un muestreo de sitios de verificación cuya clasificación se obtiene a partir de observaciones de campo o del análisis de imágenes más detalladas que aquellas utilizadas para generar el mapa. La comparación entre las clases cartografiadas y las clases determinadas para los sitios de verificación permite evaluar la confiabilidad del mapa y conocer las principales confusiones que presenta. Por ejemplo se utilizan fotografías aéreas para verificar mapas generados a partir de imágenes de satélite de alta resolución como Landsat o SPOT.

Comúnmente se divide el proceso de evaluación de la confiabilidad en 3 etapas:

- El diseño del muestreo que consiste en la selección de las unidades de muestreo.
- La obtención de la clase correspondiente a cada sitio de muestreo.
- El análisis de los datos que consiste en la elaboración de una matriz de error y el cálculo de índices de confiabilidad.

Generalmente en el mercado se encuentran diferentes proveedores de cartografía digital que ofrecen datos geográficos en formatos compatibles con los GIS y al adquirirlos se los puede cargar directamente al simulador. En la Tabla N° 2.1 se indican varios de ellos:

TABLA N° 2.1
DIVERSOS FABRICANTES DE MAPAS DIGITALES

PAÍS	FABRICANTE
CHILE	INCOM
ISRAEL	ATDI
ESTADOS UNIDOS DE NORTE AMÉRICA	INTEC Americas Corp.
FRANCIA	ISTAR
ESPAÑA	NETMAPS
MÉXICO Y COLOMBIA	TESAMERICA
VENEZUELA	SIGIS
BRASIL	CYBERMAPA
COLOMBIA	SISTEMAS DE INFORMACIÓN GEOGRÁFICA LTDA.
ESPAÑA	NIXON COMPANY

2.8 CARACTERÍSTICAS DEL MAPA DIGITAL UTILIZADO.

El ICS TELECOM es un simulador que, ayuda a la creación y a la gestión de redes radioeléctricas en las bandas de frecuencia: VHF, UHF y SHF.

Ofrece una gama completa de herramientas que permiten realizar estudios de ingeniería como los siguientes:

- Cálculos de cobertura
- Balance de enlaces Fijo - Móvil
- Búsqueda de emplazamientos
- Cálculos de interferencias
- Asignación de las frecuencias
- Cálculos de enlaces punto a punto.

Para la simulación de cualquier sistema de radiocomunicaciones el ICS necesita básicamente dos elementos principales:

- Zona geográfica y
- Emplazamiento.

2.8.1 LA ZONA GEOGRÁFICA

Es la carta geográfica del Ecuador en la cual consta de los siguientes elementos:

- La Altimetría (modelo numérico del terreno)
- La Imagen (mapa, imagen desde un satélite, fotografía aérea)
- Lo que esta sobre el suelo (ocupación del suelo, construcciones)
- Paleta asociada (estándares de colores que se utilizan en el mapa)

2.8.2 EL EMPLAZAMIENTO

Es el sistema de radiocomunicaciones el cual va a ser simulado y que consta de los siguientes datos:

- Tipo de elemento (Emisor/receptor, radiogoniómetro, radio enlace)
- Las coordenadas de la ubicación del elemento

- Características técnicas (Frecuencia, potencia, Altura de las antenas)
- Las características técnicas de la antena: diagrama vertical y horizontal
- Tipos de servicios aplicables (fijo-móvil, radiodifusión, telefonía celular)
- Longitud del canal (ancho de banda)
- Información administrativa
- Objetos complementarios: áreas de operación, enlaces, textos

2.9 ELEMENTOS PARA LA SIMULACIÓN.

- El modelo de propagación utilizado
- El método de difracción escogido
- Las atenuaciones o ganancias sumadas
- El resultado de la simulación y la paleta asociada
- El modo de conversión cartográfica/geográfica

Estos elementos están dentro de los diferentes archivos que componen el proyecto, los cuales pueden ser modificados en cualquier momento por el usuario

2.10 LOS ARCHIVOS CARTOGRÁFICOS

El ICS TELECOM acepta tres capas de información cartográfica:

- La Altimetría,
- La Imagen de referencia y
- Sobre-suelo.

2.10.1 EL ARCHIVO ALTIMÉTRICO (. geo)

El archivo altimétrico, Modelo Numérico de Terreno (MNT), es el archivo esencial para todas las simulaciones de ICS TELECOM. Ningún proyecto puede ser creado y ninguna simulación puede ser efectuada sin el uso de este archivo, ya que éste contiene la información altimétrica de cualquier zona geográfica del país.

Es el resultado de la interpolación de las informaciones topográficas extraídas de una imagen previamente ingresada al programa; mostrando las diferentes atenuaciones que sufre el sistema debidas al relieve de las zonas geográficas, además incluye las atenuaciones a los cálculos de propagación y de difracción. Cabe resaltar que se puede tener en el archivo altimétrico altura de edificios, para lo cual es necesario información de los planos catastrales.

2.10.2 EL ARCHIVO IMAGEN DE REFERENCIA (img)

El archivo Imagen de referencia es el resultado de escanear una imagen obtenida a través de:

- Mapas
- Imágenes satelitales
- Fotografía aérea

Esta imagen es geocodificada, indicando para esto en todos los puntos coordenadas métricas o geográficas.

La función principal de este archivo es permitir posicionar los emplazamientos de los sistemas de radiocomunicaciones.

2.10.3 EL ARCHIVO SOBRE-SUELO (. Sol)

El archivo Sobre-suelo contiene la información sobre las características del suelo, para lo cual se consideran los siguientes aspectos:

- Zonas:
 - Rural
 - Sub-urbana
 - Urbana
- Sector Hidrológico
- Selva
- Bosque
- Carretera

2.11 Conclusiones.

Los mapas digitales permiten realizar un estudio global y entregar parámetros del comportamiento del sistema a implementar, resultando en la más adecuada predicción para la toma de decisiones antes de entrar a ejecutar cualquier tipo de proyecto a nivel logístico y operacional.

La escala del mapa digital que utiliza el software de simulación ICS es de 1:2500, además el mapa cartográfico estaba actualizado aproximadamente a 1996, porque el Sistema de Comprobación Técnica (SICOTE) que adquirió la SUPTEL fue entregado por la empresa TADIRAN en 1997.

Esto implica que las simulaciones realizadas tienen como referencia los valores y fechas indicados; la escala de 1:2500 hace que las simulaciones sirvan para el cálculo y simulación de enlaces y propagación de ondas electromagnéticas, es decir es útil para simular zonas de cobertura utilizadas en los servicios de radiocomunicaciones; en el caso de diseño de redes celulares se necesita un mapa con una escala menor, que contenga las edificaciones (plano catastral), por ejemplo 1:25.

CAPÍTULO 3.

3. CARACTERÍSTICAS DE LA RED.

El sistema de comprobación técnica está conformado básicamente por dos elementos principales: estaciones de monitoreo transportables y un centro de control, interconectados a través de una red, la misma que facilita la ejecución automática de funciones localmente y a distancia.

3.1 FUNCIONES DE UNA EMRR.

Una EMRR para cumplir con las tareas de gestión y control del espectro radioeléctrico debe llevar a cabo las siguientes funciones:

- Mediciones de ocupación: soportadas por la facilidad de almacenamiento, interfaz gráfico y exploración de grandes anchos de banda.
- Mediciones de frecuencia: condicionada, en el caso de transmisiones con frecuencia portadora por el valor de la relación señal a ruido que debe ser lo suficientemente alta.
- Radiogoniometría.
- Identificación de estaciones y generación automática de alertas sobre transmisores anormales o desconocidos: mediante el análisis de señal como reconocimiento de código, número de elementos, velocidad de transmisión, etc.
- Grabación de audio.
- Medición técnica y análisis de:
 - Desviación de frecuencia.
 - Nivel e intensidad de campo electromagnético.
 - Profundidad de modulación.
 - Ancho de banda.
 - Análisis de espectro.
 - Demodulación y decodificación.
- Comparación en tiempo real con los parámetros establecidos en la licencia.

Las funciones mencionadas determinan los requisitos de la red a diseñar.

3.2 MODOS DE OPERACIÓN DE LA EMRR.

Los modos de operación para realizar las tareas descritas anteriormente son los que se indican a continuación:

3.2.1 MODO INTERACTIVO: Interacción directa con la ejecución de funciones de la estación.

3.2.2 MODO AUTOMÁTICO O PROGRAMADO: Establece tareas que deben ejecutarse inmediatamente o luego de un intervalo de tiempo programado.

3.2.3 MODO BÁSICO: Es utilizado para realizar tareas de medición de ocupación del espectro, detección automática de infracciones, además la ejecución de la exploración radiogoniométrica.

3.3 REQUISITOS DE LA RED DE COMUNICACIONES.

Los modos de operación y las tareas de comprobación determinan las características del subsistema de comunicaciones y conexión en red, los requisitos fundamentales son:

- Duración de la comunicación
- Método de establecimiento de llamada
- Volumen de datos a transferir
- Velocidad de transferencia
- Tipo de señales (datos, audio, imagen de espectro, vídeo)

3.4 MODOS DE OPERACIÓN A DISTANCIA.

La operación a distancia puede llevarse a cabo de tres maneras distintas:

3.4.1 CONTROL EN LÍNEA

Permite utilizar a la estación de la misma manera que si se tratase de una estación local. Son determinantes en este tipo de control los requisitos de interconexión de red, que debe mantener el enlace continuo mientras se opera la estación.

3.4.2 OPERACIÓN EN MODO LOTES

Permite definir a través de una transferencia de datos al inicio, las tareas de operación automática por un período determinado y al final, la transferencia de datos de los resultados obtenidos.

3.4.3 MULTITAREA COOPERATIVA

Aquella en la cual se puede tener el control total de la estación sobre todo en la interrupción rápida de tareas en curso para activar el control o monitoreo de señales para marcación en el desarrollo de una tarea de localización en coordinación con otras estaciones del sistema.

La EMRR puede controlarse de forma local o a distancia desde el emplazamiento más conveniente. Los enlaces ente las EMRR y los Centros de Control pueden ser radioeléctricos o terrenales.

3.5 REQUISITOS PARA EL CONTROL REMOTO

3.5.1 REQUISITOS PARA EL CONTROL REMOTO EN LÍNEA

En el centro de control el operador ejerce el control en línea y en tiempo real de los siguientes elementos:

- Supervisión de la señal de audio
- Intercambio de datos para el control del equipo

Para lo cual se requiere:

- Un enlace permanente entre la estación de monitoreo y su estación de control.

3.5.2 REQUISITOS PARA FUNCIONAMIENTO EN MODO LOTES

- No se requiere un enlace permanente entre la estación de monitoreo y su estación de control.
- Se requiere transferir un volumen elevado de información desde la estación de trabajo (tablas de datos de estaciones) para el control y en el otro sentido la extracción de resultados.
- La plataforma de comunicaciones puede corresponder a líneas conmutadas de capacidad mínima comprendida entre 19,2 kbps ó 56 kbps.

3.5.3 REQUISITOS PARA MULTITAREA COOPERATIVA.

Multitarea cooperativa, es una función que desempeña la estación de monitoreo en coordinación con otras estaciones para determinar la localización de un transmisor como solicita el centro de control.

- El enlace debe ser permanente.
- Si la plataforma de comunicaciones es sobre redes conmutadas, el tiempo de establecimiento de la llamada para activar la estación debe ser corto.

3.6 TIPO DE SEÑALES A TRANSMITIR

3.6.1 DATOS.

Los datos corresponden a: señales de control, gestión e intercambio de información entre el Centro de Control y las Estaciones de Monitoreo, además de la información recopilada durante las mediciones e inspecciones.

3.6.1.1 Transferencia de ficheros.- Grandes volúmenes de datos, habitualmente en un sentido y a una hora determinada, por lo general transferencia de bases de datos desde el centro de control hacia las EMRR.

3.6.1.2 Flujo continuo de mensajes.- Intercambio de datos regulares, generalmente en ambos sentidos, con flujo de tráfico que suele ser superior a 500 bps. [Fuente: Manual de Comprobación Técnica del Espectro Radioeléctrico, Dirección de Radiocomunicaciones (SUPTEL)]

3.6.1.3 Mensajes esporádicos.- En casos aislados, por ejemplo errores generados en las EMRR.

3.6.2 AUDIO.

Una de las funciones de las EMRR consiste en grabar y transmitir el audio de emisores no autorizados para su correspondiente sanción sean estos de radiocomunicación o radiodifusión.

3.6.2.1 Audio analógico.- Relacionado a emisiones de señales sin tratamiento digital o similar, las cuales se pueden interceptar normalmente.

3.6.2.2 Audio digital.- Considerado como un tipo de datos digitales, ya sea en tiempo real como flujo continuo de mensajes o en forma de fichero.

3.6.3 IMAGEN

Envío de imágenes del espectro descritas por medio de datos digitales, ya sea en tiempo real como flujo continuo de mensajes ó en forma de fichero.

3.7 PRINCIPALES RESTRICCIONES EN LA COMUNICACIÓN

- Tiempo de establecimiento de la comunicación (tiempo de respuesta)
- Tiempo de propagación de los datos una vez establecido el enlace
- Confiabilidad de la transmisión

- Capacidad de enlace

3.7.1 TIEMPO DE RESPUESTA.

Es un requerimiento que hace referencia al acceso, transferencia ó modificación de la información por parte del usuario dentro de un rango de tiempo tolerable. Lo que "un rango de tiempo tolerable" signifique, indudablemente dependerá de la percepción que tenga el usuario.

3.7.2 TIEMPO DE PROPAGACIÓN.

Es el tiempo que tarda la información en viajar de un punto a otro, depende de la distancia, velocidad de la señal, medio de transmisión.

3.7.3 CONFIABILIDAD.

Desde el punto de vista del usuario una red confiable provee servicios que están disponibles de manera consistente o permanente y cumplen su objetivo funcional. Es por esto que la confiabilidad está relacionada con los mecanismos de redundancia y la consistencia en las configuraciones de los dispositivos, para que los servicios definidos teóricamente se cumplan en la práctica en toda la red.

3.7.4 CAPACIDAD DE ENLACE.

En términos de capacidad, existen aplicaciones que requieren de un ancho de banda específico, como las de ritmo controlado (sin almacenamiento en buffer) que incluyen voz, video y aplicaciones de mejor esfuerzo, las mismas que se encuentran limitadas por el tipo de enlace utilizado.

Hay que notar la diferencia entre aplicaciones de ritmo controlado y de aplicaciones de mejor esfuerzo tales como la transferencia tradicional de archivos, en donde la aplicación recibe la capacidad disponible de la red y se adapta a la misma; en cambio en las aplicaciones de ritmo controlado, se requiere de un

mínimo específico de capacidad de la red, para que éstas funcionen correctamente.

3.8 REQUERIMIENTOS DE COMUNICACIÓN

3.8.1 INFORMACIÓN A TRANSMITIR

Para dimensionar los enlaces de transmisión existen varios criterios, dentro de los cuales mencionamos los siguientes:

- Para una red ya diseñada y funcionando se puede medir la cantidad de tráfico y analizarlo; en la SUPTEL no existe monitoreo remoto por lo que ésta opción queda descartada.
- Otra opción es considerar valores obtenidos experimentalmente y que dan una referencia generalizada, tal es el caso de la Tabla N° 3.1, la cual indica la velocidad de transmisión recomendada en función de las aplicaciones utilizadas en EMRR.

**Tabla N° 3.1
VELOCIDAD DE TRANSMISIÓN EN FUNCIÓN DE LA APLICACIÓN.**

Naturaleza de la información	Emisor / Receptor	Capacidad requerida*	Duración de la comunicación	Observación
Datos	Centro de Control / Estación de Monitoreo y Radiogoniometría	Mínimo 9.6 kbps	Intervalo de tiempo definido	Envío de base de datos y señales de control
	Estación de Monitoreo y Radiogoniometría / Centro de Control	Mínimo 9.6 kbps	Continua, mientras opera la EMRR	Señales control y resultados de mediciones realizadas

Tabla N° 3.1
VELOCIDAD DE TRANSMISIÓN EN FUNCIÓN DE LA APLICACIÓN.
(Continuación)

Naturaleza de la información	Emisor / Receptor	Capacidad requerida	Duración de la comunicación	Observación
Audio analógico	Estación de Monitoreo y Radiogoniometría / Centro de Control	100 – 150 kbps	Continua, mientras opera la EMRR	Datos de mediciones e imágenes de : <ul style="list-style-type: none"> • espectro • ocupación Grabaciones de audio obtenidas.
Imagen Espectro				
Datos de coordinación de operación	Estación de Monitoreo y Radiogoniometría / Estación de Monitoreo y Radiogoniometría	100 – 150 kbps	Intervalo de tiempo definido	Triangulación en radiogoniometría

[Fuente: Manual de Comprobación Técnica del Espectro Radioeléctrico, Dirección de Radiocomunicaciones (SUPTEL)].

3.8.2 MOVILIDAD DE LA EMRR.

La EMRR es un sistema transportable que permite realizar el control del espectro por periodos de tiempo y en zonas determinadas, para lo cual se define dos aspectos a considerar:

Movilidad Óptima: La red de comunicaciones es independiente de la ubicación de la EMRR, este requerimiento hace que su costo sea elevado, ya que esto involucra el uso de satélite u otras soluciones de similar valor.

Movilidad Aceptable: La más real, ya que está sujeta a la disponibilidad de infraestructura de comunicaciones que ofrecen los operadores de redes de telecomunicaciones públicas en el país.

3.9 MÉTODO DE ESTABLECIMIENTO DEL ENLACE.

La forma en la que se enlace una EMRR será utilizando conexión automática mediante software.

3.10 PROTOCOLO DE COMUNICACIONES

- TCP / IP sobre arquitectura FRAME RELAY, como primera opción
- TCP / IP sobre una alternativa adicional, (Red Privada Virtual).

3.11 REQUISITOS DEL SOPORTE LÓGICO (PARA EL CENTRO DE CONTROL).

Como mínimo el Centro de Control debe proporcionar las mismas funciones que están disponibles localmente, pero en general se consideran las siguientes facilidades:

- Acceso seguro.
- Aplicación cliente / servidor. Unidad de control (Servidor: CC), el que establece los parámetros de medición / Unidad de medida (Cliente: EMRR), la que realiza las mediciones.
- Configuración y establecimiento de enlace con las estaciones remotas.
- Transferencia de la base de datos de usuarios.
- Control de la estación distante, para efectuar tareas de mediciones, monitoreo e identificación de señales.
- Configuración de modos de operación.
- Definición de tareas por lotes y extracción de resultados.
- Programación de tareas por lotes con horarios predefinidos.
- Instrumentos de gestión de red.
- Administración de la base de datos y gráficos.
- Control de registros.

- Disponibilidad de instrumentos cartográficos, para utilización de datos cartográficos.
- Funciones de ayuda para control remoto.
- Estándar de datos para administrar la base de datos de la gestión del espectro.
- Manejadores de equipos receptores, decodificadores, grabadores, analizadores de espectro, Direction Finder, etc.

3.12 TOPOLOGÍA.

La topología de la red corresponde por su cobertura a una red de área extendida (WAN), en cambio la parte física corresponde a una red irregular debido a que se utiliza una red de topología desconocida (en el caso de usar un proveedor de servicios de telecomunicaciones).

CAPÍTULO 4.

4.1 UBICACIÓN DE LAS EMRR

Las EMRR se utilizarán para medir frecuencias menores a los 2.7 GHz, es decir en el rango de HF, VHF y UHF además éstas sirven para obtener amplias zonas de cobertura, en cambio para las frecuencias superiores a los 2.7 GHz existen métodos alternativos de medición (in situ) recomendados por la UIT.

4.1.1 CONSIDERACIONES PREVIAS.

Para determinar el lugar posible donde se ubicarían las EMRR se realizan simulaciones utilizando el software ICS considerando lo siguiente:

Las provincias que contengan la mayor cantidad de concesionarios de frecuencias (densidad de servicios; el término servicio se lo utiliza para definir a todos los diferentes tipos de usuarios que utilizan el espectro radioeléctrico, por ejemplo: buscapersonas, radiodifusión, televisión, etc).

Los cerros más utilizados para la ubicación de transmisores de los diferentes servicios, que permitan obtener una mayor área de cobertura. Determinación del número de usuarios por: servicio y provincia, realizando una estadística de la mayor concentración de frecuencias en el rango de HF, VHF, UHF en el país, haciendo un filtraje de las diferentes bases de datos obtenidas.

Enlistado de las bandas de frecuencia asignadas a cada servicio y determinación de las características de transmisión, tales como: frecuencia de mayor valor, potencia de transmisión, altura de antenas, etc. (La frecuencia de mayor valor se refiere a la mayor en la banda de transmisión, por ejemplo, en el servicio de radiodifusión FM, la banda utilizada es de 88 – 108 MHz, por lo tanto la mayor frecuencia, la que se utilizó en la simulación es la de 108 MHz).

Cabe mencionar que los servicios de telecomunicaciones se encuentran distribuidos a nivel nacional de la siguiente manera:

- 87% urbano.

- 13% rural.

[Fuente: FODETEL (Fondo para el Desarrollo de las Telecomunicaciones)]

Por lo tanto la mayor concentración de servicios se encuentra en las principales ciudades, especialmente en las capitales de provincia debido a que en estos lugares se produce un mayor crecimiento de concesionarios.

4.2 CONCENTRACIÓN DE SERVICIOS POR PROVINCIAS.

TABLA N° 4.1

TABLA N° 4.1 NÚMERO DE CONCESIONARIOS REGISTRADOS EN LOS DIFERENTES SERVICIOS A NIVEL NACIONAL.

OCUPACION DEL ESPECTRO POR PROVINCIAS Y SERVICIOS												
SERVICIO:	FMTV	AM	AM/FM/TV	VHF		VHF P-MIL	VHF PUBLICA	UHF PUBLICA	UHF P-MIL	UHF	FIJO-MOVIL	
				PUBLICA	138 - 143,975 MHz						138 - 143,525 MHz	MOVIL
BANDA DE FRECUENCIAS:	57 -85 MHz	530 - 1660 kHz	0-	PUBLICA	138 - 143,975 MHz	138 - 173,075 MHz	390,200 - 511,975 MHz	470,000 - 512,000 MHz	401,750 - 508,650 MHz	470,000 - 512,000 MHz	138 - 143,525 MHz	TOTAL
	88,1 - 107,9 MHz										450,025 - 454,950 MHz	
	177 - 227 MHz										460 - 470,925 MHz	
	515 - 683 MHz										472,025 - 493,975 MHz	
				148 - 173,975 MHz			498,700 - 509,675 MHz					
OCUPACION POR PROVINCIA	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
A. PICHINCHA	144	66	210	451	16	467	1157	26	1183	822	2682	
F COTOPAXI	60	16	76	21		21	43	3	46	221	364	
E ESMERALDAS	51	8	59	54	1	55	25		25	190	329	
I IMBABURA	44	18	62	54		54	21	3	24	82	222	
N NAPO	36	4	40	27		27	9	8	17	77	161	
V SUCUMBIOS	30	3	33	47		47	12	6	18	76	174	
G CARCHI	40	8	48	36		36	6	4	10	50	144	
H FRANCISCO DE ORELLANA	11	1	12	26		26	13	2	15	27	80	
B GUAYAS	144	63	207	444	18	462	1330	25	1355	965	2989	
R LOS RIOS	45	11	56	18		18	27	4	31	675	780	
O EL ORO	52	20	72	57		57	18	6	24	431	584	
D MANABI	84	22	106	54		54	92	14	106	396	662	
X GALAPAGOS	17	2	19	14	1	15	0	8	8	6	48	

TABLA N° 4.1 NUMERO DE CONCESIONARIOS REGISTRADOS EN LOS DIFERENTES SERVICIOS A NIVEL NACIONAL (CONTINUACIÓN).

OCUPACION DEL ESPECTRO POR PROVINCIAS Y SERVICIOS												
SERVICIO:	FM/TV	AM	AM/FM/TV	VHF PUBLICA	VHF P-MIL	VHF -	UHF PUBLICA	UHF P-MIL	UHF -	FIJO-MOVIL	TOTAL	
BANDA DE FRECUENCIAS:	57 -85 MHz									138 - 143,525 MHz		
	88,1 - 107,9 MHz									148 - 173,525 MHz		
	177 - 227 MHz	530 - 1660 kHz	-	138 - 143,975 MHz	138 - 173,075 MHz	136.000 - 156.000 MHz	390,200 - 511,975 MHz	401,750 - 508,650 MHz	470,000 - 512,000 MHz	450,025 - 454,950 MHz		
	515 - 683 MHz			148 - 173,975 MHz						460 - 470,925 MHz		
OCUPACION POR PROVINCIA	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
T TUNGURAHUA	85	21	106	123	-	123	24	2	26	96	351	
J CHIMBORAZO	9	21	30	55	-	55	31	4	35	29	149	
U BOLIVAR	19	6	25	12	-	12	22	2	24	22	83	
P PASTAZA	26	5	31	29	-	29	5	10	15	12	87	
C AZUAY	69	21	90	372	-	372	118	6	124	144	730	
K CAÑAR	40	13	53	16	-	16	6	4	10	56	135	
L LOJA	84	11	95	79	-	79	13	7	20	32	226	
S MORONA SANTIAGO	45	4	49	23	-	23		2	2	10	84	
Q ZAMORA CHINCHIPE	24	1	25	6	-	6		10	10	7	48	

A continuación se muestra en la Tabla N° 4.2 el número total de concesionarios en los diferentes servicios asignados: AM / FM / TV, Radiocomunicaciones fijo – móvil en la banda de VHF y UHF.

TABLA N° 4.2 CONCESIONARIOS AGRUPADOS POR PROVINCIA A NIVEL NACIONAL.

OCUPACION TOTAL POR PROVINCIA		
BASE DE DATOS IRIS		
NOMENCLATURA	PROVINCIA	NUMERO DE USUARIOS
A.	PICHINCHA	2682
F	COTOPAXI	364
E	ESMERALDAS	329
I	IMBABURA	222
V	SUCUMBIOS	174
N	NAPO	161
G	CARCHI	144
H	FRANCISCO DE ORELLANA	80
B	GUAYAS	2989
R	LOS RIOS	780
D	MANABI	662
O	EL ORO	584
X	GALAPAGOS	48
T	TUNGURAHUA	351
J	CHIMBORAZO	149
P	PASTAZA	87
U	BOLIVAR	83
C	AZUAY	730
L	LOJA	226
K	CAÑAR	135
S	MORONA SANTIAGO	84
Q	ZAMORA CHINCHIPE	48

Toda la información descrita y utilizada es proveniente de la Base de Datos de Concesionarios IRIS, en la cual se encuentran actualizadas todas las frecuencias concesionadas.

[Fuente: Estación de Comprobación Técnica, Intendencia Norte, Superintendencia de Telecomunicaciones]

4.3 CERROS MÁS UTILIZADOS. (ANEXO N° 2)

TABLA N° 4.3

PARÁMETROS TÉCNICOS DE TRANSMISIÓN DE LOS DIFERENTES SERVICIOS.

Banda de Frecuencia (kHz)	Ancho de banda (Hz)	Altura de la antena	Potencia (w)	Usuario	Servicio
14 - 14,800	-	-	-	FFAA POLICIA	RADIONAVEGACION
3,200 - 14,360	500	-	10000	GENERAL	RADIODIFUSION AM
14,910 - 86,400	-	-	-	FFAA POLICIA	RADIOCOMUNICACIONES
14,900 - 18,600	500	-	10000	GENERAL	RADIODIFUSION
Banda de Frecuencia (MHz)	Ancho de banda (kHz)	Altura de la antena	Potencia (w)	Usuario	Servicio
88,000 - 108,000	12.5	10	10000	GENERAL	RADIODIFUSION FM
108,000 - 117,000	-	-	-	FFAA AVIACION	RADIONAVEGACION AERONAUTICA
117,000 - 137,000	-	-	-	DAC	MOVIL AERONAUTICO
136,000 - 174,000	12.5	10	15	GENERAL	RADIOCOMUNICACIONES
408,000 - 509,000	-	-	-	FFAA POLICIA	RADIOCOMUNICACIONES
500,000 - 512,000	12.5	10	15	GENERAL	RADIOCOMUNICACIONES
216,000 -235	12.5	10	50	GENERAL	FIJO MOVIL MARITIMO, AFICIONADOS
235,000 - 400,000	25	-	10	ANDINATEL PACIFICTEL	ENLACES
392,000 - 470,000	12.5	10	15	GENERAL	FIJO MOVIL UHF
410,000 - 435,000	4	10	10	GENERAL	FIJO MOVIL
425,000 430,000	12.5	10	722	GENERAL	
470,000 - 472,000	12.5	10	16	GENERAL	BUSCAPERSONAS
482,000 - 487,000	12.5	10	16	GENERAL	BUSCAPERSONAS
450,000 - 500,000	12.5	10	16	GENERAL	COMUNALES
470,000 - 512,000	12.5	10	15	GENERAL	FIJO MOVIL UHF
663,25	6000	10	5000	GENERAL	VIDEO TV
667,75		10	1000	GENERAL	AUDIO TV
800,000 - 900,000	25	-	100	ANDINATEL PACIFICTEL	ENLACES
900	25	-	100		TRANSMISION DE DATOS
901,000 - 902,000	25	-	100		BUSCAPERSONAS
902,000 - 928,000	25	-	0,016		SPREAD SPECTRUM
929,000 - 932,000	25	-	100		BUSCAPERSONAS
940,000 - 941,000	25	-	100		BUSCAPERSONAS
940,000 - 960,000	25	-	500		RADIOENLACES

TABLA N° 4.3 PARÁMETROS TÉCNICOS DE TRANSMISIÓN DE LOS DIFERENTES SERVICIOS (CONTINUACIÓN).

Banda de Frecuencia (MHz)	Ancho de banda -(kHz)	Altura de la antena	Potencia (w)	Usuario	Servicio
1000.000 - 2000.000	25	-	2000	ANDINATEL PACIFICTEL...	
1000.000 - 2000.000	-	-	-	FFAA POLICIA	
1368 - 2550	-	-	-		FRECUENCIAS AUX
1797,5 - 2500					ENLACES DE TV
1883 - 1992	25	-	3500	PETROPRODUCCION	ENLACES
1963 - 2002	25		7000	PETROCOMERCIAL	
2200 - 2296	-	-	-		FRECUENCIAS AUX
2300 - 2400	-	-	-		FRECUENCIAS AUX
2283,5 - 2519	25	-	2000	CONECCEL	ENLACES
2300 - 2500	25	-	2000	ANDINATEL	

4.4 PROCESO DE SIMULACIÓN.

En la primera etapa de la simulación se coloca un transmisor en cada cerro (en los más representativos), luego se ingresan los parámetros técnicos adecuados tales como potencia, frecuencia, tipo de antena, etc. La antena utilizada en cada transmisor es una omnidireccional, porque lo que se busca es tener una zona amplia de cobertura.

El modelo de propagación utilizado es el UIT-R 370-7 que se encuentra descrito en el Anexo N° 3.

Posteriormente se encuentra la zona de intersección dada por las áreas de cobertura provenientes de los transmisores ubicados en cada cerro y, en ésta área medir la sensibilidad existente utilizando el ICS.

Una vez realizado este proceso buscar la ciudad más cercana que presente una infraestructura adecuada para efectos de ubicar la EMRR sin descuidar la sensibilidad de recepción que se obtenga en éste punto.

Cabe aclarar que las estaciones remotas deberán instalarse en lugares que cumplan las condiciones siguientes:

- Disponer de fácil acceso a una toma de energía eléctrica
- Debe estar cerca de una instalación de Andinatel, Pacifictel o Etapa (solución mixta)
- De ser posible tener una caseta de seguridad.

Las simulaciones realizadas a nivel nacional se encuentran en el Anexo N° 4.

4.5 NÚMERO Y UBICACIÓN DE LAS EMRR A NIVEL NACIONAL.

TABLA N° 4.4

TABLA N° 4.4 UBICACIÓN Y NUMERO ESTIMADO DE LAS EMRR A NIVEL NACIONAL

PROVINCIAS	CERROS UTILIZADOS	COORDENADAS			COBERTURA*	LUGAR DE DESTINO	COORDENADAS		#EMRR
		LATITUD	LONGITUD	ASNM (m)			LATITUD	LONGITUD	
PICHINCHA	CERRO GUAMANÍ	001625 S	781046 W	4200	SANGOLQUÍ, TUMBACO, EL QUINCHE	SUR DE LA CIUDAD	001702 S	783218 W	1
	CERRO LA VIUDITA	002434 S	783619 W	3400	MACHACHI, TAMBILLO, SUR DE QUITO				
	CERRO ATACAZO	001855 S	783611 W	3850	SUR DE QUITO				
	CERRO PICHINCHA	000953 S	783310 W	4200	CENTRO, NORTE DE QUITO, VALLES	YARUQUÍ	000927 S	781910 W	1
	CERRO CAYAMBE	000206 N	780117 W	4207	CAYAMBE, TABACUNDO, EL QUINCHE				
	LOMA DE PUENGASI	001435 S	782950 W	2860	TUMBACO, SANGOLQUÍ, YARUQUÍ, EL QUINCHE				
	CERRO CHIGUILPE	001650 S	790526 W	935	SANTO DOMINGO DE LOS COLORADOS, ALLURIQUÍN				
	CERRO LOS LIBRES	002345 S	790408 W	1800					
CARCHI	CERRO NEGRO	004425 N	774314 W	3420	TULCAN, HUACA, JULIO ANDRADE	TULCAN	004931 N	774258 W	1
	CERRO TROYA	003940 N	774106 W	3420					
	CERRO CABRAS	002536 N	781745 W	2600	EL ANGEL, SAN GABRIEL, MIRA, BOLIVAR	BOLIVAR	003040 N	775423 W	1
	CERRO BOLIVAR	001927 N	775411 W	2500	PIMAMPIRO				

TABLA N° 4.4 UBICACIÓN Y NUMERO ESTIMADO DE LAS EMRR A NIVEL NACIONAL (CONTINUACIÓN)

PROVINCIAS	CERROS UTILIZADOS	COORDENADAS			COBERTURA*	LUGAR DE DESTINO	COORDENADAS		#EMRR
		LATITUD	LONGITUD	ASNM (m)			LATITUD	LONGITUD	
IMBABURA	CERRO COTACACHI	002102 N	782053 W	3889	IBARRA, ATUNTAQUI, OTAVALO, COTACACHI	COTACACHI	001832 N	781609 W	1
	CERRO BLANCO	001230 N	782060 W	3000					
	CERRO CUICOCHA	001830 N	782043 W	3121					
	CERRO ZAPALLO LOMA	001730 N	781205 W	3000					
ESMERALDAS	CERRO ZAPALLO	005315 N	793144 N	640	ESMERALDAS Y ALREDEDORES	ESMERALDAS	005908 N	793920 W	1
	CERRO GATAZO	005715 N	793044 W	200					
	LOMA DE CALDERON	011050 N	784530 W	15					
SUCUMBOS Y FCO. DE ORELLANA	CERRO LUMBAQUI	000047 S	771912 W	1064	LUMBAQUI, NUEVA LOJA, COCA, LAGO AGRIO, JOYA DE LOS SACHAS	NUEVA LOJA	000602 N	775349 W	1
	NUEVA LOJA	000602 N	775349 W	418					
	CERRO REVENTADOR	000215 S	773312 W	1400					
	CERRO BERMEJOS	000912 N	772239 W	1000					
	km4. VIA A LAGO AGRIO	001022 S	764143 W	250					
	FCO. DE ORELLANA	002745 S	765851 W	200					
NAPO Y PASTAZA	CERRO CONDIJUA	002944 S	775928 W	2900	BAEZA Y ALREDEDORES	BAEZA	002739 S	775344 W	1
	CERRO MIRADOR	010012 S	774758 W	800					
	CERRO GUACAMAYOS	003924 S	775217 W	2100					
	CERRO CALVARIO	013049 S	775655 W	1250					
	CERRO ABITAGUA	012228 S	780824 W	2080					
					FCO. DE ORELLANA	FCO. DE ORELLANA	002725 S	765930 W	1
					TENA, ARCHIDONA MISAHUALLI	TENA	005901 S	774859 W	1
					PUYO, SHELL, MERA	PUYO	012835 S	775956 W	1

TABLA N° 4.4 UBICACIÓN Y NUMERO ESTIMADO DE LAS EMRR A NIVEL NACIONAL (CONTINUACIÓN)										
PROVINCIAS	CERROS UTILIZADOS	COORDENADAS			COBERTURA*	LUGAR DE DESTINO	COORDENADAS		#EMRR	
		LATITUD	LONGITUD	ASNM (m)			LATITUD	LONGITUD		
COTOPAXI Y TUNGURAHUA	CERRO ANGALOMA	005603 S	783159 W	3400	LATACUNGA, PUJILI, SAQUISILI, PILLARO SALCEDO, AMBATO	SAN MIGUEL	010223 S	783518 W	1	
	CERRO PILISURCO	010909 S	783944 W	3973	AMBATO, QUERO	AMBATO	011406 S	783714 W	1	
	CERRO AMBATO	011645 S	783937 W	3006	BAÑOS, PATATE	BABAHOYO	014813 S	793132 W	1	
	LOMA GRANDE	012225 S	782742 W	3000	GUARANDA, BABAHOYO	CALUMA	013721 S	791522 W	1	
CHIMBORAZO, BOLIVAR Y LOS RIOS	CERRO MULIDIAHUAN	012455 S	790427 W	3000	GUARANDA, SAN MIGUEL, SAN JOSE CHIMBO	RIOBAMBA	013955 S	783909 W	1	
	CERRO SUSANGA	014008 S	790058 W	2600	CALUMA (BOLIVAR)	GUAYAQUIL	021102 S	795332 W	1	
	CERRO HASAN LOMA	015000 S	791000 W	2200	RIOBAMBA, GUANO, CALPI, SAN JUAN	<i>Durán</i>	021234 S	805817 W	1	
	CERRO LA MIRA	013020 S	783453 W	3800	GUAYAQUIL, LOS CEIBOS, DURAN. MILAGRO	AZOGUES	2.4409 S	785016 W	1	
GUAYAS	CERRO AMULA	014028 S	784401 W	3400	SANTA ELENA, LA LIBERTAD, SALINAS	SALINAS	021234 S	805817 W	1	
	CERRO AZUL	021015 S	795655 W	200	AZOGUES, EL TAMBO,	AZOGUES	2.4409 S	785016 W	1	
	CERRO EL CARMEN	021036 S	795246 W	126	AZOGUEZ, BIBLIAN,					
	CERRO CAPAES	021223 S	805131 W	84	CUENCA, AZOGUES, GUALACEO, CUENCA,	CUENCA	2.5330 S	790010 W	1	
CAÑAR Y AZUAY	CERRO ANIMAS	022816 S	802756 W	405	PAUTE, AZOGUES, CUENCA, GUALACEO	GIRON	3.0922 S	790913 W	1	
	CERRO BUERAN	023621 S	785540 W	3438	GIRON, SANTA ISABEL					
	CERRO COJITAMBO	024532 S	785318 W	2626						
	CERRO GUALZHUMI	025336 S	785440 W	2605						
	CERRO TURI	025512 S	790023 W	2607						
	CERRO VILLAFLOR	024852 S	784742 W	2811						
	CERRO TIPOLOMA	030656 S	790549 W	2784						

TABLA N° 4.4 UBICACIÓN Y NUMERO ESTIMADO DE LAS EMRR A NIVEL NACIONAL (CONTINUACIÓN)

PROVINCIAS	CERROS UTILIZADOS	COORDENADAS			COBERTURA*	LUGAR DE DESTINO	COORDENADAS		#EMRR
		LATITUD	LONGITUD	ASNM (m)			LATITUD	LONGITUD	
MORONA SANTIAGO	CERRO KILAMO	021756 S	780819 W	1000	MACAS, SUCUA	MACAS	021816 S	780711 W	1
	CERRO CUTUCU	024600 S	781100 W	1000	MENDEZ, SUCUA				
	CERRO GRAL. PROAÑO	021607 S	781719 W	2600					
	CERRO BOSCO	025959 S	783803 W	3167	INDANZA, SAN JUAN BOSCO, LEONIDAS PLAZA, LIMON	SUCUA	022656 S	780958 W	1
	CERRO GUAYUSA	032242 S	783540 W	1003	GUALAQUIZA	GUALAQUIZA	032350 S	783517 W	1
LOJA Y ZAMORA CHINCHIPE	CERRO CONDOR	035854 S	790210 W	2323	ZAMORA	ZAMORA	040401 S	785739 W	1
	CERRO VILLONACO	035906 S	791558 W	2600	LOJA, CATAMAYO, ZAMORA	ZAMORA			
	CERRO GONZANAMA	041123 S	792409 W	2600	GONZANAMA, QUILANGA, CATAMAYO	LOJA	035956 S	791221 W	1
	CERRO GUACHAURCO	040222 S	795335 W	2600	CATACOCOA, CELICA. LOJA				
	CERRO UTUANA	042155 S	794315 W	2200	SOSORANGA, CARIAMANGA, MACARA	CARIAMANGA	041944 S	793330 W	1
EL ORO	CERRO PUCARA	030948 S	793619 W	3000	CELICA, ZAPOTILLO MACHALA, STA. ISABEL, PASAJE	PORTOVELO	034224 S	793714 W	1
	CERRO PACCHA	033105 S	793200 W	2200	PIÑAS, PORTOVELO, ZARUMA, BALSAS, HUAQUILLAS, ARENILLAS	MACHALA	031517 S	795722 W	1
	CERRO LA LIBERTAD	035050 S	800615 W	800	HUAQUILLAS, ARENILLAS, STA. ROSA				
	CERRO OBISPO	032903 S	793501 W	3358	CHILLA, PASAJE	HUAQUILLAS	032833 S	801359 W	1

TABLA N° 4.4 UBICACIÓN Y NUMERO ESTIMADO DE LAS EMRR A NIVEL NACIONAL(CONTINUACIÓN)

PROVINCIAS	CERROS UTILIZADOS	COORDENADAS			COBERTURA*	LUGAR DE DESTINO	COORDENADAS		#EMRR
		LATITUD	LONGITUD	ASNIM (m)			LATITUD	LONGITUD	
GALAPAGOS	CERRO SAN JOAQUIN	005345 S	893128 W	890	PTO. BAQUERIZO MORENO	PTO. BAQUERIZO MORENO	005600 S	893600 W	1
	CERRO CROKER	003734 S	901906 W	600	PTO. AYORA	PTO. AYORA	004626 S	901915 W	
	LOMA CHORILLO	010323 S	804015 W	540	PORTOVIEJO, MANTA,	PORTOVIEJO	010305 S	802660 W	
CERRO JABONCILLO	010235 S	803230 W	700	MONTECRISTI					
MANABI	CERRO GUARUMO	010527 S	801205 W	477	SAN LORENZO, JIPIJAPA	JIPIJAPA	012027 S	803446 W	1
	CERRO COROZO	012909 S	803021 W	600	PUERTO LOPEZ				
	CERRO NUEVE	001825 S	801205 W	400	BAHIA DE CARAQUEZ				
	LOMA DE VIENTO	004216 S	802418 W	380					
NUMERO TOTAL DE ESTACIONES REMOTAS							=	37	

* Ciudades más importantes.

4.6 RAZONES PRESENTES Y FUTURAS PARA LA UBICACIÓN DE LAS EMRR.

Considerar únicamente el crecimiento poblacional no reflejaría un aumento real de concesionarios de frecuencias, porque las estadísticas realizadas por el INEC (Instituto Nacional de Estadísticas y Censos) indican que la población no ha presentado un incremento considerable (Tabla N° 4.5), esto se debe a diversos factores como la migración, violencia, mortalidad, etc.

Por lo tanto, para justificar un incremento de EMRR se debe tomar en cuenta factores adicionales tales como:

- Que en el Ecuador existe un mercado de libre competencia,
- Una demanda de servicios insatisfecha y,
- Un incremento importante de los servicios de telecomunicaciones (Tabla N° 4.6)

En consecuencia, el incremento de concesionarios de frecuencias está relacionado con el apareamiento de nuevos servicios y/o mejora de los existentes; esto a su vez implica una expansión de las zonas de cobertura a las cuales se debe brindar servicio, lo cual conlleva a la utilización de cerros aledaños adicionales a los que se utilizan normalmente, ya que, éstos se encuentran saturados de casetas de radiocomunicaciones.

Lo anteriormente expuesto indica que al incrementarse éstos factores se hace necesario añadir una o varias EMRR dependiendo de la intersección resultante de las áreas de cobertura provenientes de colocar un transmisor en cada cerro (simulación de cobertura).

De existir una zona en la cual sea prioritario instalar una EMRR, los mencionados factores pueden ser reconsiderados, como en los siguientes casos:

- zonas de mayor crecimiento productivo
- zonas turísticas, zonas de explotación de petróleo, etc.

TABLA N° 4.5

ESTIMACIÓN DE LA POBLACIÓN DEL ECUADOR BASADA EN PROYECCIONES DEL INEC DESDE 1990 HASTA EL 2000 Y EN LOS DATOS PROVISIONALES DEL VI CENSO DE FECHA 25-NOV-2001, PUBLICADOS POR EL INEC.

	Dic-02	Ene-03	03-feb	03-mar	Abr-03	03-may	03-jun	03-jul	Ago-03	03-sep	03-oct	03-nov	Dic-03	% de crecimiento anual
GUAYAS	3.379,375	3.384,786	3.390,197	3.395,608	3.401,018	3.406,429	3.411,840	3.417,251	3.422,662	3.428,073	3.433,484	3.438,894	3.444,305	1,921
PICHINCHA	2.439,597	2.443,503	2.447,409	2.451,315	2.455,221	2.459,128	2.463,034	2.466,940	2.470,846	2.474,752	2.478,658	2.482,564	2.486,471	1,921
MANABI	1.211,237	1.213,176	1.215,115	1.217,055	1.218,994	1.220,934	1.222,873	1.224,812	1.226,752	1.228,691	1.230,630	1.232,570	1.234,509	1,921
LOS RIOS	663,999	665,062	666,125	667,189	668,252	669,315	670,378	671,441	672,505	673,568	674,631	675,694	676,757	1,921
AZUAY	612,291	613,271	614,252	615,232	616,212	617,193	618,173	619,153	620,134	621,114	622,095	623,075	624,055	1,921
EL ORO	536,939	537,799	538,659	539,518	540,378	541,238	542,098	542,957	543,817	544,677	545,536	546,396	547,256	1,921
TUNGURAHUA	450,409	451,13	451,852	452,573	453,294	454,015	454,736	455,458	456,179	456,9	457,621	458,342	459,064	1,922
LOJA	413,441	414,103	414,765	415,427	416,089	416,751	417,413	418,075	418,737	419,399	420,061	420,723	421,385	1,921
CHIMBORAZO	412,212	412,872	413,532	414,192	414,852	415,512	416,172	416,832	417,492	418,152	418,812	419,472	420,132	1,921
ESMERALDAS	393,412	394,042	394,672	395,301	395,931	396,561	397,191	397,821	398,451	399,081	399,711	400,341	400,97	1,921
COTOPAXI	356,97	357,542	358,113	358,685	359,256	359,828	360,399	360,971	361,543	362,114	362,686	363,257	363,829	1,921
IMBABURA	351,357	351,92	352,482	353,045	353,608	354,17	354,733	355,295	355,858	356,42	356,983	357,545	358,108	1,921
CAÑAR	211,381	211,719	212,058	212,396	212,735	213,073	213,412	213,75	214,089	214,427	214,766	215,104	215,443	1,922
BOLIVAR	172,97	173,247	173,524	173,801	174,078	174,355	174,632	174,909	175,185	175,462	175,739	176,016	176,293	1,921
CARCHI	156,19	156,44	156,69	156,941	157,191	157,441	157,691	157,941	158,191	158,441	158,691	158,941	159,191	1,921
SUCUMBIOS	131,737	131,948	132,159	132,37	132,58	132,791	133,002	133,213	133,424	133,635	133,846	134,057	134,268	1,921
MORONA SANTIAGO	117,865	118,054	118,243	118,431	118,62	118,809	118,998	119,186	119,375	119,564	119,752	119,941	120,13	1,922
ORELLANA	88,332	88,473	88,615	88,756	88,897	89,039	89,18	89,322	89,463	89,605	89,746	89,888	90,029	1,921
NAPO	80,821	80,951	81,08	81,209	81,339	81,468	81,598	81,727	81,856	81,986	82,115	82,245	82,374	1,922
ZAMORA CHINCHIPE	78,229	78,355	78,48	78,605	78,73	78,856	78,981	79,106	79,231	79,357	79,482	79,607	79,732	1,921
PASTAZA	63,092	63,193	63,294	63,395	63,496	63,597	63,698	63,799	63,9	64,001	64,102	64,203	64,304	1,921
GALAPAGOS	19,036	19,067	19,097	19,128	19,158	19,189	19,219	19,25	19,28	19,311	19,341	19,372	19,402	1,923

Fuente: Dirección de Servicios de Telecomunicaciones - Superintendencia de Telecomunicaciones

**TABLA N° 4.6
CRECIMIENTO DE LOS SERVICIOS
DESDE 1996 A JUNIO DEL 2003.**

SERVICIO	Unidad	1996	1997	1998	1999	2000	2001	Jun-2003	% Anual	% En el período
Telefonía fija	Usuarios	800.763	900.384	990.842	1.129.528	1.224.431	1.335.772	1.457.003	9,65	81,95
Telefonía móvil celular	Usuarios	59.779	126.505	242.812	383.185	482.213	859.152	1.929.700	70,67	3128,06
Troncalizado	Usuarios	1.534	5.167	11.903	11.908	11.825	12.598	16.451	44,05	972,43
Portadores	Usuarios	46	235	241	343	918	2.595	2.116	80,22	4500,00
Valor Agregado *	Usuarios	0	0	4.064	37.538	58.186	85.630	156.929	125,22	3761,44
Concesionarios Privados	Concesionarios	1.388	1.717	4.388	4.756	3.759	4.054	4.560	20,08	228,53
Frecuencias Privados	Frecuencias	4.329	5.196	6.830	7.698	9.037	9.951	11.484	16,19	165,28
Estaciones Privados	Estaciones	58.219	65.220	78.581	86.066	83.485	89.456	105.131	9,52	80,58
Radiodifusión Sonora	Estaciones	831	825	830	770	841	887	974	2,47	17,21
Radiodifusión de Televisión	Estaciones	231	231	232	221	239	240	259	1,78	12,12
Televisión Codificada	Canales	705	705	714	586	586	586	586	-2,80	-16,88

* Crecimiento de los servicios de Valor Agregado en el período: diciembre de 1998 a junio del 2003. Fuente: Intranet de la Superintendencia de Telecomunicaciones

4.7 ANÁLISIS DE LA PROYECCIÓN.

Para estimar el número de EMRR necesarias a futuro (5 años), a nivel nacional se proyectará un crecimiento de los diferentes servicios considerando las estadísticas realizadas por la SUPTEL; las cuales comprenden servicios de radiodifusión, radiocomunicaciones y servicios de telecomunicaciones (telefonía fija, celular y valor agregado) desde 1996.

Utilizando la función PRONOSTICO (Ver el Anexo N° 5), que viene en EXCEL se realiza una proyección lineal al año 2008, luego se calcula el índice de crecimiento para cada servicio y se llega a las siguientes conclusiones:

Tanto los servicios de radiodifusión y radiocomunicaciones consideran en su crecimiento el número de concesionarios, en cambio para los servicios de telecomunicaciones el crecimiento viene dado en función del número de usuarios

por lo que éstos últimos no justificarían un número adicional de EMRR; para que dicho crecimiento sea considerado es necesario determinar el incremento en el número de radio bases, enlaces y demás parámetros que las EMRR pueden medir o controlar, ya que, los diferentes servicios de telecomunicaciones utilizan otros parámetros de medición y control, por ejemplo, la calidad del servicio, número de llamadas perdidas, etc.

4.8 ESTADÍSTICA DE CRECIMIENTO DE LOS SERVICIOS.

4.8.1 RADIODIFUSIÓN.

TABLA N° 4.7
ESTADÍSTICAS DE RADIODIFUSIÓN.

Año	Onda Corta O.C	Amplitud Modulada A.M.	Frecuencia Modulada F.M		Total Radiodifusión Sonora	Televisión Abierta		Total Televisión abierta	Total Televisión por Cable
			Matriz	Repetidora		VHF	UHF		
1996	51	307	473		831	168	63	231	
1997	50	303	472		825	168	63	231	
1998	45	302	483		830	169	63	232	
1999	33	281	456		770	166	55	221	
2000	33	291	506		830	188	52	240	
2001	30	292	388	177	887	187	53	240	54
2002	29	293	410	211	943	190	55	245	79
2003	25	278	438	233	974	201	58	259	85
2008	8	266	373	375	1022	222	47	269	115
INDICE	-0,69	-0,04	-0,15	0,61	0,05	0,10	-0,19	0,04	0,35

Para calcular el INDICE de crecimiento se lo analiza en el periodo de proyección entre el año 2003 y 2008, este valor es un porcentaje y se lo obtiene de la siguiente manera:

De la Tabla N° 4.7, en el 2003 para radiodifusión de onda corta se tiene 25 estaciones, y para el 2008 se estima tener 8 estaciones, por lo tanto el INDICE de crecimiento es:

$$INDICE = \frac{8 - 25}{25} \times 100 = -0.69$$

Un valor negativo indica que existirá un decremento, el resto de índices se lo calcula de forma similar.

4.8.2 RADIOCOMUNICACIONES.

4.8.2.1 Concesionarios

TABLA N° 4.8

ESTADÍSTICAS DE CONCESIONARIOS DE RADIOCOMUNICACIONES.

SERVICIO	FIJO MOVIL TERRESTRE	SISTEMA COMUNAL	TRANSMISION DE DATOS	ENLACE RADIO-ELECTRICO	FIJO POR SATELITE	TRONCALIZADOS	BUSCA-PERSONAS	RADIOAFI-CIONADOS	BANDA CIUDADANA	TOTAL
1996	1142	122	24	60	21	0	19			1388
1997	1433	126	30	70	35	0	23			1717
1998	1968	156	42	87	42	1	29	1983	80	4388
1999	2223	181	50	97	43	2	37	2013	110	4756
2000	2008	136	47	93	49	9	30	1277	110	3759
2001	2278	137	59	100	61	9	31	1269	110	4054
2002	2614	170	67	111	70	9	34	1269	110	4454
2003	2709	178	67	112	72	9	34	1269	110	4560
2008	3827	285	88	144	101	9	42	1255	137	5888
INDICE	0,41	0,60	0,32	0,28	0,40	0,00	0,24	-0,01	0,25	0,29

4.8.2.2 Frecuencias.

TABLA N° 4.9

ESTADÍSTICAS DE FRECUENCIAS DE RADIOCOMUNICACIONES.

SERVICIO	FIJO MOVIL TERRESTRE	SISTEMA COMUNAL	TRANSMISION DE DATOS	ENLACE RADIO-ELECTRICO	FIJO POR SATELITE	TRONCALIZADOS	BUSCA-PERSONAS	TOTAL
1996	3152	321	459	258	26	0	113	4329
1997	3817	329	493	356	78	0	123	5196
1998	5041	403	595	533	102	10	146	6830
1999	5780	448	629	562	103	20	156	7698
2000	5324	362	635	595	98	1880	143	9037
2001	6002	364	719	700	142	1880	144	9951
2002	6944	474	803	782	162	1880	185	11230
2003	7163	496	803	791	166	1880	185	11484
2008	10072	576	1081	1219	263	1880	230	17329
INDICE	0,41	0,16	0,35	0,54	0,58	0,00	0,24	0,28

4.8.2.3 Estaciones.

TABLA N° 4.10
ESTADÍSTICAS DE ESTACIONES DE RADIOCOMUNICACIONES

SERVICIO	ESTACIONES FIJAS	ESTACIONES MOVILES	ESTACIONES PORTATILES	REPETIDORAS	TOTAL
1996	9766	15400	33053		58219
1997	10857	16860	37503		65220
1998	13563	21211	43807		78581
1999	14185	23388	48493		86066
2000	12536	21899	46576	2474	83485
2001	13463	23666	49273	3054	89456
2002	14864	26660	57904	3557	102985
2003	15153	27399	58906	3673	105131
2008	18694	36113	77039	5855	137701
INDICE	0,23	0,32	0,31	0,59	0,31

4.8.3 VALOR AGREGADO.

TABLA N° 4.11
ESTADÍSTICAS DE VALOR AGREGADO.

Mes	Usuarios personales (1)	Usuarios Corporativos	Total de usuarios
1997			0
1998			4064
1999			37538
2000			57627
2001	83.007	2.623	85.630
2002	94.164	3.499	100.663
2003	98.259	4.176	102.435
2008	137.566	8.092	145.658
INDICE	0,40	0,94	0,42



4.8.4 TELEFONÍA FIJA.

TABLA N° 4.12
ESTADÍSTICAS DE TELEFONÍA FIJA.

	Líneas principales				Líneas en Centrales	Centrales	Población
	Abonados	Servicio	Teléfonos públicos	Total*			
1996				800763			
1997				900384			
1998				990842			
1999				1129528			
2000	1.206.674	13.542	4.215	1224431	1.410.526	324	12.717.682
2001	1.320.776	12.057	2.932	1.335.772	1.519.737	245	13.304.461
2002	1.411.055	10.130	5.003	1.426.188	1.699.470	216	12.415.022
2003	1.440.552	10.252	6.199	1.457.003	1.790.587	207	12.534.293
2008	1.859.508	5.398	9.802	1.874.708	2.463.025	79	13.130.648
INDICE	0,29	-0,47	0,58	0,29	0,38	-0,62	0,05

4.8.5 TELEFONÍA CELULAR.

**TABLA N° 4.13
ESTADÍSTICAS DE TELEFONÍA CELULAR.**

AÑO			TOTAL
	OTECEL (BELLSOUTH)	CONECEL (Porta)	
1994	5300	13620	18920
1995	23800	30548	54348
1996	23295	36484	59779
1997	62345	64160	126505
1998	115154	127658	242812
1999	186553	196632	383185
2000	233733	248480	482213
2001	375170	483982	859152
2002	639983	920878	1560861
2003	781042	1156515	1937557
2008	1029965	1443587	2473551
INDICE	0,32	0,25	0,28

4.9 RESUMEN DE LA PROYECCIÓN.

Para realizar una estimación de crecimiento en cuanto a equipamiento (EMRRs, infraestructura y equipos adicionales para interconexión), partiendo de los índices de crecimiento obtenidos de los diferentes servicios de telecomunicaciones desde 1996 a 2003; no es aconsejable utilizar un solo índice (índice promedio) que represente el crecimiento de todos los servicios, ya que no reflejaría un incremento real, porque por ejemplo, los servicios de valor agregado tienden a crecer exponencialmente a diferencia de los servicios de telefonía fija que muestran un crecimiento casi lineal.

Ya que el proyecto es nuevo y está en su fase inicial no se cuenta con un antecedente de EMRRs necesarias, por lo tanto se recomienda utilizar al año 2003 como referencia considerando la cantidad de EMRRs resultantes para controlar los servicios existentes, de modo que para el año proyectado (2008 u otro), estimar la cantidad de EMRRs en función del incremento de servicios a controlar.

Para efectuar dicha estimación se considerarán los concesionarios de servicios de telecomunicaciones existentes hasta Junio del 2003, los cuales van a ser controlados por 37 EMRR, entonces para obtener la proyección al 2008 se realizará una regla de tres simple.

El $TOTAL_{2003}$ se obtiene de la sumatoria de los totales de Radiodifusión, Radiocomunicaciones y Telefonía Fija, de la misma forma se obtienen los valores para el $TOTAL_{2008}$.

$$TOTAL_{2003} = 1318 + 11484 + 6199 + 1790587 = 1809588$$

$$TOTAL_{2008} = 1401 + 17329 + 9802 + 2463025 = 2491557$$

$$N^{\circ} EMRR_{2008} = \frac{TOTAL_{2008} * N^{\circ} EMRR_{2003}}{TOTAL_{2003}} = \frac{2491557 * 37}{1809588} = 50.94 \approx 51 EMRR$$

Datos tomados de las tablas N° 4.8 a la N° 4.13.

TABLA N° 4.14
NÚMERO TOTAL ESTIMADO DE EMRR PARA EL AÑO 2008.

	<i>Valor Agregado*</i>	<i>Telefonía Celular*</i>	Radio-difusión	Radio-comunicaciones	Telefonía Fija		TOTAL	Número de EMRR
AÑO	<i>En función de usuarios</i>	<i>En función de usuarios</i>	Total radiodifusión Sonora y Televisión (Abierta y por Cable)	Total Frecuencias	Teléfonos Públicos	Líneas en Centrales	Servicios a Controlar	
2003	102435	1937557	1318	11484	6.199	1.790.587	1809588	37
2008	145658	2473551	1401	17329	9.802	2.463.025	2491557	51

* Las estadísticas para estos servicios están en función del número de usuarios, parámetro que las EMRR no controlan, por esta razón no se utilizan en el cálculo.

4.10 CONCLUSIONES.

A medida que se realizaban las simulaciones se establece que, existen servicios cuyas frecuencias permiten obtener cierta generalidad con las que se encuentran en bandas inferiores, por lo tanto para el resto de simulaciones el análisis se centra en cuatro servicios que son:

- radiodifusión FM (88 – 108 MHz);
- radiocomunicaciones fijo – móvil (136 – 174 MHz, VHF);
- radiocomunicaciones fijo – móvil (470 – 512 MHz, UHF) y
- televisión (canal UHF, audio 667.750 MHz).

La proyección se realizó a 5 años porque, el crecimiento en radiocomunicaciones y radiodifusión no presenta un comportamiento lineal, por lo que una proyección mayor a 5 años, los resultados son erróneos.

CAPITULO 5.

5. ALTERNATIVAS DE CONECTIVIDAD.

Una vez que se ha estimado el número de EMRR y su posible ubicación, se procede al análisis de las diferentes soluciones para transmitir los datos provenientes del monitoreo remoto.

Entre las alternativas se consideran las siguientes:

TABLA N° 5.1
ALTERNATIVAS PARA LA TRANSMISIÓN DE DATOS.

Tipo de red	Capacidad	Accesibilidad	Costo	Observaciones
SATELITAL (VSAT - Very Small Aperture Terminal)	9.6 kbps a 2 Mbps	Excelente	Alto y depende de la velocidad de transmisión	Flujo continuo de datos muy bueno, pero existe un pequeño problema de retardo.
Líneas digitales arrendadas	De 56 a 2048 kbps	Buena	Relativamente alto, depende de la distancia y velocidad de transmisión	Flujo continuo de datos bueno
RED PRIVADA VIRTUAL (VPN – VIRTUAL PRIVATE NETWORK)	hasta 24 Mbps (en función de equipos)	Buena	Relativamente bajo, dependiendo del ancho de banda a contratar	Flujo continuo de datos bueno
Radio enlace privado (Espectro Ensanchado – Spread Spectrum)	2.048 Mbps, E1, 1.544 Mbps, T1.	Muy buena	Relativamente alto, depende de los equipos y del fabricante.	Flujo continuo de datos excelente.

5.1 SISTEMA SATELITAL VSAT.

5.1.1 INTRODUCCIÓN.

En los sistemas de satélites el terminal VSAT es una solución muy eficaz para las comunicaciones de voz y datos con configuraciones que pueden cubrir miles de posiciones pero con capacidad limitada en cada posición, estos sistemas son muy flexibles puesto que pueden ponerse en servicio rápidamente cubriendo unos pocos emplazamientos, y posteriormente pueden ampliarse a medida que lo vaya permitiendo el crecimiento de tráfico o las posibilidades económicas.

Por otra parte los terminales VSAT permiten reconfigurar según demanda los canales de datos digitales, para adaptarse a condiciones particulares, esta posibilidad promete muchas aplicaciones nuevas de las que la teleconferencia, en general, y la telemedicina, en particular, son algunas de las más importantes.

Este tipo de sistemas están orientados principalmente a la transferencia de datos entre unidades remotas y Centros de Proceso conectados al Hub. Son igualmente apropiados para la distribución de señales de vídeo y en ciertos casos se utilizan también para proporcionar servicios de telefonía entre estaciones remotas y el Hub.

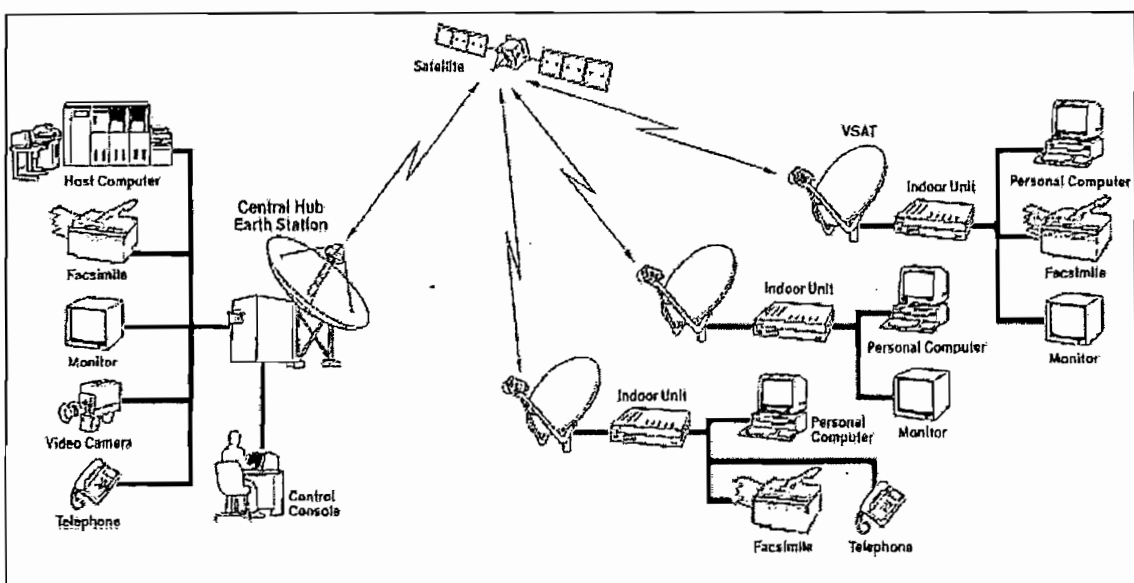


GRÁFICO N° 5.1

DIAGRAMA GENERAL DE LOS COMPONENTES DE UNA RED VSAT.

5.1.2 CARACTERÍSTICAS DE LAS VSAT.

La VSAT es una estación terrena del Servicio Fijo por Satélite (geoestacionario) utilizada para una gran variedad de aplicaciones en el campo de las telecomunicaciones, que incluye las comunicaciones de datos interactivas y por lotes en diversos protocolos, operación de redes con conmutación de paquetes, servicios de voz, transmisión de datos y videos y operación en red en una vasta área.

5.1.2.1 Características de radiofrecuencia

La UIT ha establecido las siguientes bandas de frecuencias para las transmisiones satelitales:

- Banda C y Banda Ku para aplicaciones civiles.
- Banda X para aplicaciones militares.
- Banda Ka para sistemas experimentales.

TABLA N° 5.2

BANDAS DE FRECUENCIAS PARA LAS TRANSMISIONES SATELITALES

Banda de frecuencias	Hub	Terminal VSAT
Transmisión	14-14.5 GHz. en banda Ku 5.925-6.425 GHz en banda C	14-14.5 GHz. en banda Ku 5.925-6.425 GHz en banda C
Recepción	10.7-12.75 GHz. en banda Ku 3.625-4.2 GHz en banda C	10.7-12.75 GHz. en banda Ku 3.625-4.2 GHz en banda C

Las VSAT que operan en la Banda Ku transmiten a 12-14 GHz, generalmente con canales de transmisión de espectro angosto y modulación BPSK o QPSK. Algunas veces se utilizan técnicas de espectro ensanchado a fin de reducir el diámetro de la antena. Los transmisores en ráfaga generalmente son de 2 vatios o menos. Las VSAT de la Banda Ku pueden sufrir desvanecimiento por lluvia, pero prácticamente no se encuentran otros problemas de interferencia de la señal en la Banda Ku. Actualmente las VSAT de menos de un metro (USAT) utilizan la Banda Ku.

Las VSAT que operan en la Banda C transmiten a 4-7 GHz y generalmente utilizan técnicas de espectro ensanchado para reducir la potencia requerida por el transmisor. Los transmisores en ráfaga para las VSAT de Banda C generalmente tienen una potencia inferior a 6 vatios y también es común encontrar los de 2 vatios; el diámetro de las antenas que operan en la Banda C depende de muchos factores, entre ellos: coordinación de la interferencia, condiciones climáticas, proyección del haz de la antena sobre la superficie de la tierra, etc. En general, las antenas son más grandes que las de la Banda Ku y las de menor diámetro son de 2.4 m.

La Banda C es relativamente inmune a las condiciones de precipitación pluvial intensa, pero la interferencia debida a microondas terrestres es generalmente un tema cuya coordinación requiere mucha atención.

Las redes VSAT en estrella requieren una o varias portadoras de mayor potencia, para el enlace ascendente desde el HUB ("outroute"). También se asignan muchas otras portadoras de banda angosta ("inroutes") para el uso de transmisiones desde las VSAT. Debido a que la mayoría de los transmisores VSAT operan en el modo "en ráfaga" con un protocolo de contención, muchos VSAT pueden compartir un solo "inroute", por lo tanto la cantidad de "inroutes" necesarios es significativamente inferior a la cantidad de VSAT en la red.

5.1.3 CLASIFICACIÓN DE LAS REDES VSAT.

El hecho de que los sistemas VSAT sean diseñados para satisfacer diversas necesidades de los usuarios, combinado con un progreso en la evolución tecnológica, da lugar a una diversidad de redes, topologías y productos que pueden ser clasificados como sigue:

5.1.3.1 Un solo canal por portadora (SCPC).

Este tipo de sistemas se caracterizan por una señal portadora transmitida ininterrumpidamente (asignación de frecuencia exclusiva).

5.1.3.1.1 Sistemas Unidireccionales de Datos

Estos sistemas, se basan fundamentalmente en el uso de una estación transmisora principal, por la cual son enviadas al satélite las señales, las cuales son posteriormente recibidas por un gran número de estaciones exclusivamente receptoras, típicamente de menor tamaño.

Los principios que aplican al desarrollo de estos sistemas son que la información es unidireccional y originada en una o unas pocas fuentes y que es distribuida a una gran cantidad de usuarios.

La estación transmisora envía la señal sobre una o varias portadoras a velocidades que están comprendidas normalmente entre 19.2 kbps y 2 Mbps. Las estaciones receptoras son muy sencillas y económicas; su unidad interior ofrece varios puertos RS-232 ó X-25.

5.1.3.2 Las VSAT de red en estrella.

El tipo más común de VSAT depende de la operación de la Estación Terrena Maestra (HUB) (cuenta con una antena parabólica de gran diámetro generalmente de 4 a 8 m) para la retransmisión de datos. Las VSAT individuales no pueden recibir las transmisiones directamente de unas a otras pero se comunican en forma exclusiva con la Estación Terrena Maestra (HUB), utilizando transmisiones generalmente "en ráfaga" y protocolos de contención para minimizar la amplitud de banda necesaria. El diámetro de la antena de la estación terrena VSAT en general oscila entre 1.2 m y 3.8 m, y pueden operar tanto en la Banda C (4-7 GHz) como en la Banda Ku (12-14 GHz).

5.1.3.2.1 Sistemas Bidireccionales o Interactivos.

La arquitectura de estas redes es similar a las unidireccionales. La estación central (Hub) transmite por una o varias portadoras al resto de estaciones remotas asociadas. La estructura de la información contenida en cada portadora utiliza Multiplexación por División en el Tiempo, con múltiples canales, cada uno de los cuales puede ser asignado para su recepción por una o varias estaciones

remotas. La estructura del Multiplexor se puede ajustar a la demanda del tráfico, pero, en todo caso, se reserva cierta capacidad para los canales de control y asignación del sistema.

El número de portadoras de la estación central a las remotas suele ser pequeño y su velocidad de transmisión es correspondientemente mayor. Velocidades de 64 kbps a 2048 kbps son normales, por tanto los requisitos de transmisión exigibles a la estación central son mayores. La información se codifica con un código de protección de errores sin canal de retorno. La recepción en las remotas es continua, lo cual hace que el costo del demodulador sea moderado.

En la dirección de transmisión de estaciones remotas a estación central se suele adoptar una solución de Acceso Múltiple por División en el Tiempo (TDMA) por cada portadora. Algunas VSAT pueden disponer de un tráfico sostenido, correspondiente por ejemplo a la transferencia de ficheros, y en este caso resulta conveniente asignarle una proporción fija de la capacidad de la portadora. Esto significa que esa estación y sólo esa puede acceder a la portadora durante ciertos intervalos de tiempo, predeterminados con respecto a la referencia de la trama. Naturalmente, el número de intervalos asignados a cada estación en modo fijo dependerá de la demanda exigida por cada Terminal.

Otros terminales generan datos de forma discontinua y aleatoria, características de los procesos interactivos. Para este tipo de tráfico, y para las solicitudes de comienzo de transacción de los casos anteriores, es más adecuado permitir el acceso aleatorio con probabilidades controladas de colisión de las demandas de transmisión.

La topología de los sistemas VSAT interactivos es ideal para organizaciones que utilicen una estructura de procesamiento centralizada y un gran número de sucursales/terminales que se comunican muy a menudo en tiempo real con el sistema central. Esta configuración se adapta de forma natural a los requisitos de entidades financieras, sistemas de distribución de stocks, puntos de venta remotos, sistemas SCADA y un gran número de otras aplicaciones.

Además, en ciertas redes es posible utilizar canales preasignados de capacidad fija, para ofrecer servicios de voz o de vídeo.

5.1.3.3 Las VSAT de red en malla.

Es un tipo de VSAT menos común que comparte el mismo grupo de canales y que pueden recibir directamente las transmisiones entre sí. Debido a los mayores requerimientos de potencia, generalmente se utilizan parabólicas de mayor diámetro (de 3 m o más). Este tipo de VSAT generalmente se limita a operaciones de voz y de tipo en lotes.

5.1.3.3.1 Redes Corporativas.

Los sistemas VSAT Interactivos limitan normalmente las comunicaciones directas de cada una de las estaciones remotas con la Central. Esto puede ser un inconveniente para ciertos servicios y en estos casos es preciso utilizar más eficazmente el segmento espacial.

Cuando se trata de unir varios nodos jerárquicamente iguales y proporcionar servicios digitales avanzados, similares a los ofrecidos por la red digital de servicios integrados (RDSI), se suele acudir a sistemas más potentes que permitan la comunicación directa de todos con todos, con una estructura de red mallada.

Estos sistemas operan en cada estación transmisora con acceso TDMA y con velocidades que van desde 2 Mbps a 34 Mbps, ofreciendo por tanto un cierto número de circuitos de 64 kbps (de 30 a 500) al conjunto de las rutas que la red corporativa exige. Este conjunto de circuitos es asignado dinámicamente a cada estación, en función de las llamadas activas en cada nodo en un momento dado.

La utilización del segmento espacial es más eficiente que la de circuitos terrenos ya que el dimensionamiento del tráfico se efectúa sobre el conjunto total de circuitos, lo que es notablemente más eficiente que hacerlo sobre cada uno de ellos.

5.1.3.4 Las VSAT de menos de un metro (USAT).

La tecnología más evolucionada de las VSAT utiliza antenas más pequeñas (de menos de 1 m de diámetro) y tecnología altamente integrada para permitir el acceso a bajo costo a la red VSAT. Las USAT operan en red en estrella y requieren una Estación Terrena Maestra (HUB). Generalmente se usan las técnicas de espectro ensanchado aun dentro de la banda Ku para reducir la interferencia potencial.

5.1.4 ELEMENTOS DE LAS VSAT (TOPOLOGÍA EN ESTRELLA).

5.1.4.1 Estación VSAT.- La estación de usuario está compuesta, además de la antena, por una unidad exterior (outdoor) y otra interior (indoor).

5.1.4.1.1 La antena

La antena incluye el reflector (tipo horn-offset) y los montantes. Se suele construir de fibra de vidrio con un revestimiento hidrófobo para la lluvia.

5.1.4.1.2 La unidad exterior

Está montada sobre el punto focal de la antena. Se trata del amplificador de RF y el conversor. La salida puede ser a una frecuencia intermedia IF (banda L de 950 a 1450 MHz) y se conecta mediante un cable que proporciona alimentación desde el interior y alarmas hacia el mismo.

5.1.4.1.3 La unidad interior

Se encuentra junto con los equipos de usuario. Se trata del conversor y demodulador a banda base y las interfaces de datos, telefonía y vídeo. Se dispone del codificador FEC y modulador BPSK. El método de modulación usado es el BPSK, por razones de simplicidad, con corrección de errores del tipo FEC 1/2 convolucional.

5.1.4.2 Estación HUB.

La estación hub se ubica en un "telepuerto". Se dispone de una sala de equipos que contiene los componentes de banda base, modulador de IF y equipo de RF. Una red LAN permite efectuar los procesos de gestión. El protocolo de acceso al satélite es un proceso "propietario" de cada fabricante. Existen reglas generales, pero a la vez muchas variantes.

El Hub hacia VSAT generalmente efectúa una multiplexación TDM, en tanto que VSAT hacia Hub aplica el sistema de uno o varios canales TDM por portadora, con acceso preasignado o por demanda. El acceso permite efectuar la función de control de flujo típica en las redes de datos. El mismo puede ser distribuido (acceso random) o centralizado (asignación por demanda). Generalmente los equipos en la estación Hub se disponen duplicados para mantener una disponibilidad por fallas de equipo del 99,99% del tiempo.

5.1.5 ALTERNATIVAS DE ACCESO PARA EL USUARIO FINAL Y REQUERIMIENTOS DE INTERCONEXIÓN.

El acceso de los usuarios finales a una red VSAT se efectúa a través de interfaces en uno de los siguientes puntos:

- La Estación VSAT
- La Estación Terrena Maestra (HUB)
- El equipo remoto de concentración de datos unido a la Estación Terrena Maestra (HUB)
- Equipos remotos de modem unidos a la VSAT

Independientemente de la ubicación del interface, existen dos aspectos principales relacionados al acceso del usuario que requieren estandarización:

- Interfaces físicas
- Interfaces lógicas (protocolos)

Las normas en el área de interfaces físicas generalmente son implantadas por la UIT, las principales incluyen RS-422, RS-232, V.35 entre otras.

El número de interfaces de protocolo o lógicos, si bien están sujetos a estandarización, es prácticamente incalculable en el mercado actual. Las redes VSAT utilizadas en la actualidad pueden soportar literalmente cientos de protocolos de comunicación de datos, ya sea a través de aplicaciones de paso de marco transparente o de "túnel de protocolo" más eficiente.

Los temas referentes a la estandarización de protocolos se encuentran dentro de la relación cliente/proveedor de VSAT, con excepción de los temas de conexión a la PSTN.

5.1.6 TÉCNICAS DE MODULACIÓN UTILIZADAS, CON PARTICULAR CONSIDERACIÓN DE LAS TÉCNICAS DE ESPECTRO ENSANCHADO.

La modulación de la señal en las redes VSAT intenta equilibrar tres factores a fin de obtener la máxima velocidad de transmisión de datos con mínima interferencia y uso de la amplitud de banda:

5.1.6.1 Potencia de transmisión (que incluye la ganancia de la antena).

Al aumentar la potencia de transmisión de una VSAT aumenta la velocidad de transmisión de datos potencial, pero afecta los costos y aumenta la interferencia intersatelital (interferencia por satélite adyacente - p.i.r.e. fuera de eje). Los transmisores en la mayoría de las VSAT de configuración en estrella actualmente están por debajo de los 3 vatios.

5.1.6.2 Ensanchamiento del espectro.

Normalmente es conveniente conservar los "inroutes" muy angostos y a modulación BPSK y QPSK, se puede usar la técnica de espectro ensanchado por la técnica de corrección de errores para proveer la velocidad de transmisión necesaria, sin afectar el PIRE.

Las técnicas de modulación deberán considerarse en forma separada de las técnicas de uso compartido de canales, o técnicas de acceso. Las redes VSAT utilizan o han utilizado numerosas técnicas de acceso múltiple para compartir el ancho de Banda "inroute" disponible entre las VSAT. Se incluyen en estas técnicas FDMA, SCPC, CDMA, Aloha y numerosas variantes de TDMA

5.1.6.3 Ancho de Banda "inroute".

La efectividad del ancho de Banda de Transmisión puede ser incrementada por medio de decodificación, potencia o ensanchamiento del espectro. Sin embargo, el fin es aumentar la eficiencia general en transmisión (el número de bits que un rango de frecuencia puede transportar dado una PIRE).

5.1.7 UTILIZACIÓN DEL ESPECTRO.

Para la implementación de un enlace satelital es posible utilizar 3 bandas: C, Ka y Ku. De las dos bandas de frecuencias utilizadas comúnmente por los sistemas VSAT (Banda C y Ku), reciben mayor atenuación por lluvia/humedad los sistemas ubicados en la Banda Ku (generalmente se le denomina "desvanecimiento por lluvia").

La gravedad del problema depende del promedio de precipitación estacional de la región y de la densidad de las células pluviales. En las regiones tropicales con mucha precipitación, la Banda Ku puede resultar inadecuada, aunque se puede solucionar el problema con diámetros de antena mayores y técnicas de bypass "a pedido" en aquellos lugares donde se encuentren disponibles.

En aquellas zonas donde la precipitación no es un factor importante para la disponibilidad estimada de la red (estos cálculos no están considerados en este trabajo) la Banda Ku resulta una buena elección alternativa al uso de los sistemas de microondas terrestres; el menor diámetro de las antenas requeridas en la Banda Ku y un ambiente de menor interferencia han favorecido el acelerado crecimiento de los servicios VSAT.

Las VSAT de Banda C presentan generalmente dos problemas.

- El primero es el diámetro de la antena: las características de la recepción de la Banda C hacen que diámetros de antena menores de 2.4 m resulten imprácticos, considerando una velocidad de transmisión de datos referencial de 512kbps (outroute).
- El segundo problema es la interferencia del espectro, especialmente a partir de aplicaciones para microondas terrestres en áreas urbanas.

5.1.8 CARACTERÍSTICAS DE LA TRANSMISIÓN VSAT.

5.1.8.1 Niveles de señal

Los niveles de señal se determinan ajustando el p.i.r.e. de la estación terrena. Luego se ajustarán los niveles en la entrada y salida de cada uno de los subsistemas de la estación terrena. Finalmente, estos ajustes se realizarán en el interface de las señales transmitidas así como también de las recibidas. Estos interfaces pueden corresponder a voz, datos, video, etc.

Otras características de transmisión están basadas en los parámetros técnicos de los satélites. Los cálculos de enlace para VSAT se fundamentan en muchos factores, la ecuación básica para las estaciones terrenas se indica a continuación:

$$C/N = \text{p.i.r.e.} + (G/T) - K - B - L \quad (5.1)$$

Donde:

C/N= relación portadora a ruido

p.i.r.e. = potencia isotrópica radiada equivalente

(G/T) = relación sistema de ganancia-temperatura del sistema

K = Constante de Boltzman (-228.6 dB)

B = Ancho de banda

L = Atenuación del trayecto;

$$L = 20 \log f(\text{MHz}) + 20 \log D(\text{km}) + 32.4 + L_s \quad (5.2)$$

L_s = pérdidas suplementarias del trayecto

5.1.8.2 Rendimiento con relación al ruido/interferencia

Las estaciones terrenas que operan en la Banda C son las que se ven más afectadas por la interferencia originada por los sistemas de microonda que operan en las Bandas de 4 y 6 GHz.

Es conveniente que los usuarios potenciales realicen un análisis previo. Para el análisis teórico de esta interferencia, la relación portadora/ruido (C/N) deberá establecerse en por lo menos 25 dB.

5.1.8.3 Requisitos de potencia

Los requerimientos de potencia se basan en las características técnicas de los satélites en general. Para preservar la potencia del transpondedor del satélite, el sistema VSAT incluye esquemas de codificación eficaces para la corrección de errores en recepción (FEC) que permiten el funcionamiento de los demoduladores del sistema con una relación portadora a ruido baja.

Es importante notar que si bien existe un gran número de casos en los que otros servicios han interferido con la operación VSAT (microondas terrestres, satélites analógicos FM/TV y SCPC por ejemplo), el único problema de interferencia conocido generado por las VSAT hasta la fecha ha sido la interferencia intersatelital.

Este problema puede contrarrestarse mediante un equilibrio del diámetro de la antena, la forma del haz y la utilización del espectro ensanchado donde sea necesario. De todas maneras, es necesario coordinar las portadoras VSAT con otros servicios de Banda C y Ku para evitar problemas de interferencia en la portadora.

5.1.9 APLICACIONES TÍPICAS CON VSAT

Las aplicaciones para VSAT son:

- Distribución de datos unilaterales; con velocidad de 9,6 a 512 kbps. La antena VSAT tiene diámetro de 0,5 a 0,8 m.
 - Cajeros automáticos
 - Verificación de tarjetas de crédito
- Comunicación de datos punto-a-punto (bilateral); para interconexión de PABX, teleconferencia y LAN. La velocidad es de 16 a 2048 kbps y la antena de 1,2 a 5 m de diámetro.
 - Impresión remota
 - Transferencias de archivos
 - Gestión de inventarios en tiempo real
- Redes de datos en estrella: se trata de redes interactivas con cortas intervenciones de la VSAT y respuestas largas de la estación master Hub. Con una velocidad entre 9,6 y 512 kbps y antenas de 1,2 a 1,8 m de diámetro (2,4 m en áreas de alta densidad de lluvia, dependiendo de la frecuencia utilizada).
 - Redes interactivas de datos para aplicaciones financieras.
 - Redes de distribución comercial, terminales o Puntos de venta.
 - Redes de servicios públicos: Gas, agua, electricidad, etc.
 - Consultas a bases de datos
 - Correo electrónico y
 - Otros servicios telemáticos (seguridad por ejemplo).
- SCADA (*Supervisory Control and data Acquisition*) es un sistema uni o bidireccional con paquetes cortos (10 a 100 Bytes) y en mediano plazo (segundo-minuto). Este sistema se aplica en supervisión y control a distancia, para adquisición de datos en redes de energía, petróleo, plataformas, monitoreo de sensores remotos, etc.
- VSAT puede soportar voz mediante un *vocoder* con velocidad hasta 9,6 kbps.

Por datos se entiende:

- Datos de alta velocidad (2,4 a 19,2 kbps; 56 kbps a 2 Mb/s),

- Telefonía (comprimida a hasta 9,6 kbps) ó,
- Vídeo (desde V.35 a 56 kbps, hasta 2 Mb/s).

5.1.10 DISPONIBILIDAD LOCAL.

Los enlaces satelitales están disponibles en nuestro país con muy buenos resultados dada la realidad geográfica del mismo. Entre las empresas nacionales que brindan este servicio se tiene a IMPSAT, RAMTELECOM, entre otras.

5.1.11 CONCLUSIONES

Se recomienda el uso de las terminales VSAT cuando es necesario transmitir información a y desde instalaciones en puntos remotos. Además, el agregado de técnicas de modulación y subsistemas de baja potencia a la transmisión (estos últimos de la estación terrena) las hace atractivas desde el punto de vista del aprovechamiento de estaciones espaciales que transmiten principalmente hacia las regiones de mayor densidad de tráfico.

La flexibilidad de los sistemas VSAT permite la adaptación a todas las condiciones de tráfico, tomando en cuenta que las necesidades de las distintas organizaciones, públicas o privadas, son diferentes.

Para la implementación de un sistema VSAT están involucradas dos grandes inversiones, las estaciones terrenas y el arrendamiento de una banda de frecuencia satelital. En cuanto a las estaciones terrenas el proveedor proporciona la opción de arrendamiento de dichos equipos ó la compra de los mismos dependiendo de la conveniencia del usuario.

5.2 LÍNEAS DIGITALES ARRENDADAS.

5.2.1 INTRODUCCIÓN.

La tecnología digital es un servicio que presenta al usuario una serie de ventajas en sus comunicaciones, mediante los circuitos digitales se pueden enlazar redes

que se encuentran dentro de: la ciudad, del país o en el ámbito internacional a diferentes velocidades. Las líneas digitales arrendadas se utilizan en enlaces punto a punto para la transmisión de datos, comunicación de voz y video.

En el Ecuador éste tipo de servicio lo proveen empresas como TVCABLE (SURATEL), TELEHOLDING, TRANSFERDATOS, ANDINADATOS, etc, las mismas que están involucradas con empresas de telefonía como ANDINATEL, PACIFICTEL y ETAPA porque en su mayoría utilizan el enlace de última milla para acceder al usuario final.

El proveedor de servicios de telecomunicaciones ofrece el número de canales digitales de comunicación que requiera el usuario, además de enlaces altamente confiables con velocidades entre 9.6 kbps a 2 Mbps, dichos enlaces trabajan sobre plataforma de nodos instalada a lo largo del país. En lo que respecta a la última milla el usuario puede utilizar cualquier tipo de tecnología, protocolo y equipos según estime conveniente para su aplicación.

Para el diseño de la red de estaciones remotas se utilizará el servicio de ANDINADATOS a través de la tecnología FRAME RELAY, lo cual involucra un inconveniente pues ésta pertenece a ANDINATEL cuya jurisdicción es regional por lo que no tiene cobertura a nivel nacional.

Como alternativa ANDINADATOS se presenta como representante del usuario ante las empresas que se utilicen para tener la cobertura nacional, es claro que el usuario esta en libertad de escoger si ésta empresa la representa o no frente a las demás, como ventaja de lo mencionado, la empresa se compromete a solucionar los inconvenientes o problemas que se presenten en el enlace, de forma que al usuario esto sea transparente.

El hacer el contrato por propia cuenta del usuario no es muy bueno operativamente; porque al presentarse un problema en el enlace contratado, la responsabilidad pasaría de una empresa a otra sin encontrarse una solución inmediata. Además en lo que respecta al acceso de la EMRR a la red FRAME RELAY (última milla), se lo realizará con un enlace vía radio que utiliza la técnica de Espectro Ensanchado (Spread Spectrum), a la frecuencia de 5.8 GHz.

5.2.2 DESCRIPCIÓN DE FRAME RELAY

Se define como una tecnología de red orientada a conexión, basada en conmutación de paquetes y multiplexaje estadístico; opera a nivel de capa 2 (enlace) del modelo OSI; no realiza control de errores enlace por enlace, ni control de flujo como en redes X25, por lo tanto provee mayores velocidades y menores retardos y se implementa a velocidades que van desde algunos kbps hasta 2 Mbps o posiblemente mayores.

Frame Relay asume el uso de enlaces digitales confiables, tales como fibra óptica, por lo que no provee mecanismos de corrección de errores dentro de la red. Permite realizar detección de errores, de forma que las tramas con bits errados e información inválida de ruteo puedan ser detectadas y descartadas. Los puntos extremos de una conexión son responsables de detectar tramas pérdidas e iniciar retransmisión cuando se requiera. La retransmisión está a cargo de protocolos de más alto nivel.

5.2.3 Formato de la trama Frame Relay

En este formato no se establece una longitud máxima de trama, pero debe ser un múltiplo entero de octetos (trama alineada al octeto). Las tramas llevan información de ruteo y datos de usuario.

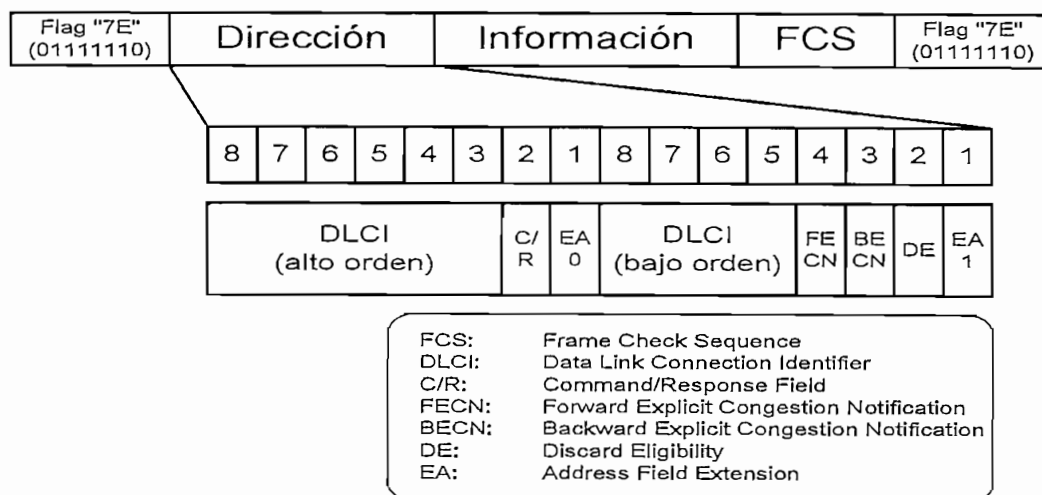


GRÁFICO N° 5.2
FORMATO DE LA TRAMA FRAME RELAY.

La trama está formada por los siguientes campos:

- a) **Bandera:** delimita el inicio y fin de trama. La bandera consiste del octeto 01111110. Entre tramas consecutivas solo se utiliza una bandera.
- b) **Dirección:** Puede ser de dos o más octetos. Está formado por varios subcampos.
- c) **DE:** Si DE = 1 indica que la trama es elegible para ser descartada en caso de congestión.
- d) **Información (Payload):** Su longitud máxima no está definida. Normalmente los operadores de redes Frame Relay la sitúan alrededor de 1600 bytes. Este campo está alineado al octeto, es decir se exige al usuario que entregue un número entero de octetos. El payload es transportado transparentemente, permitiendo el transporte de protocolos existentes de capas superiores.
- e) **FCS:** Suma de verificación CRC para detectar errores de transmisión.
- f) **DLCI:** Generalmente formada por 10 bits; identifica el canal lógico al que pertenece cada trama y por lo tanto permite su ruteo. Los DLCI cambian a través de la red, de conmutador a conmutador, para un mismo PVC. Un DLCI solo tiene significado local para cada enlace. Con 10 bits se podría tener hasta 1024 PVCs, sin embargo, algunos están reservados para propósitos especiales.
- g) **C/R:** Bit no utilizado.
- h) **EA:** Puesto que se permiten más de dos octetos en el campo de dirección. Si EA=0, indica que existe un siguiente byte detrás de él. Si EA=1, indica que es el último byte del campo de dirección.

- i) **FECN:** Indica al receptor que el circuito del cual provino la trama esta sufriendo una congestión en la dirección de entrada, de forma que el receptor pueda intentar disminuir sus solicitudes de datos a la fuente.

- j) **BECN:** Indica al emisor de una trama que los datos que esta enviando en la otra dirección de ese circuito están experimentando congestión, de manera que el transmisor pueda reducir su tasa de envío.

Hay tres funciones principales que son realizadas por Frame Relay:

- Comprueba que no haya congestión. Si la hay, pone los bits de notificación de congestión, o descarta la trama.
- Lee la información de la dirección y dirige la trama de entrada hacia el enlace de salida apropiado.
- Comprueba que no hayan ocurrido errores de bit examinando el campo FCS. Si ha habido algún error se descarta la trama.

5.2.4 CONTROL DE CONGESTIÓN

El objetivo del control de congestión en Frame Relay es limitar la longitud de las colas en los gestores de tramas para evitar un colapso en el rendimiento de la red. Por lo general esta congestión se produce cuando la carga ofrecida a la red es superior a su capacidad de proceso, lo que suele dar lugar a una congestión general de la red.

También se puede producir de forma puntual en uno o varios gestores de tramas si la carga de trabajo de estos es superior a su capacidad, con el consiguiente aumento del tamaño de sus colas de entrada y salida. Los objetivos del control de congestión en Frame Relay, son los siguientes:

- Minimizar el rechazo de tramas.
- Generación mínima de tráfico de red suplementario.
- Sencillez de implementación y reducido costo para el usuario y la red

- Mantenimiento con alta calidad y mínima varianza de una calidad de servicio adecuada.
- Distribución de los recursos de red entre los usuarios finales minimizando la posibilidad de que uno de ellos pueda monopolizar los recursos de la red a expensas de otros.

El control de congestión es una responsabilidad compartida entre la red y los usuarios finales.

- La red es la que controla el grado de congestión.
- Los usuarios controlan la congestión limitando el tráfico.

Hay dos estrategias para el control de congestión:

- Procedimientos para evitar la congestión. (Señalización explícita)
- Procedimientos de recuperación de la congestión.(Señalización implícita)

5.2.4.1 Señalización explícita

Las redes Frame Relay modifican los bits BECN y FECN de las tramas en circuito para indicar cuando se de una situación de congestión en algún lugar en el camino de un circuito virtual.

5.2.4.2 Señalización implícita

Se produce cuando la red descarta una trama y el usuario final a un nivel superior detecta este hecho; se puede utilizar un procedimiento del nivel superior que proporcione el control de flujo para recuperarse de la congestión.

Los procedimientos para controlar las congestiones en Frame Relay son tres:

- la estrategia de rechazo,
- prevención de congestión y
- recuperación de congestión.

5.2.4.3 Estrategia de rechazo

Es la respuesta más básica a una congestión severa en la cual la red se ve forzada a **rechazar tramas**. Este rechazo se hace de forma selectiva empezando por las tramas que tienen alterado el bit de rechazo determinado, DE, del campo de dirección. La manipulación de este bit la hace el gestor de tramas que recibe una trama procedente del terminal del usuario.

El usuario contrata con la red para cada conexión una tasa de información comprometida, **CIR**. La suma de las **CIR** de las conexiones del usuario debe ser siempre inferior o igual a la velocidad de la línea de acceso del usuario a la red.

Por lo tanto la estrategia de rechazo consiste en:

- Descartar cualquier trama de entrada para la que no haya espacio en los buffer de los nodos de la red.
- Los nodos terminales pueden colocar el bit DE para indicar cuales bloques de datos son menos importantes y por lo tanto pueden ser los primeros en descartarse.

Inconveniente: las tramas descartadas deben ser retransmitidas, aumentando de este modo la congestión de la red.

5.2.5 PREVENCIÓN DE CONGESTION

Cuando un gestor de tramas de la red aprecia que existe congestión, comienza a marcar los bits **BECN** y **FECN** de las tramas. Los demás gestores no deben desactivar estos bits cuando la trama pasa por ellos. Estos bits son mensajes para los usuarios finales que reciben las tramas.

- **Notificación de congestión explícita hacia atrás BECN:** notifica al usuario final que las tramas transmitidas en sentido contrario a la recibida pueden encontrar recursos congestionados. El usuario debe poner en

marcha procedimientos para evitar la congestión. Estos procedimientos suelen consistir en reducir la velocidad a la que el usuario transmite las tramas hasta que desaparezca la señal.

- **Notificación de congestión explícita hacia delante FECN:** notifica al usuario final que la trama recibida ha encontrado recursos congestionados y que el tráfico que venga en ese sentido puede también sufrir la congestión. El usuario debe poner en marcha procedimientos para evitar la congestión que en este caso son más complejos ya que deberá avisar al usuario del otro extremo de la conexión de la situación para que reduzca la velocidad a la que transmite las tramas hasta que desaparezca la señal.

5.2.5.1 Recuperación de congestión

Los niveles superiores del usuario final pueden detectar de forma implícita que existe congestión en la red cuando detectan que esta ha descartado una trama, bien por no haber llegado el acuse de recibo desde el otro extremo del último mensaje enviado en la trama, o bien por haber sido rechazado este por el otro extremo por no tener el número de secuencia esperado.

En este caso, para recuperarse de la congestión, los niveles superiores del usuario final hacen uso de su control de flujo. Por ejemplo, reduciendo la ventana deslizante del control de flujo. Una vez recuperada la congestión, cuando no se detecten pérdidas de tramas, se volvería a recuperar poco a poco el tamaño de la ventana original.

5.2.5.2 Gestión de la red

Funciones de Administración a través del LMI (Local Management Interface) permiten la comunicación con la red que informa del estado de los Circuitos Virtuales Permanentes (PVC). Se está trabajando para que el LMI también sirva para el establecimiento de Conexiones Virtuales Conmutadas (SVC).

Para realizar la comunicación entre el dispositivo de datos del usuario (DTE) y la red existe un DLCI reservado a través del cual se realizan las siguientes funciones:

- Requerimientos que permiten al DTE preguntar a la red si continúa activa.
- Requerimientos que permiten al DTE preguntar por las lista de DLCI definidos para su interface.
- Requerimientos que permiten conocer el estado de cada DLCI si está o no está congestionado.

5.2.6 PARÁMETROS EN LA CONEXIÓN FRAME RELAY.

Los cuatro parámetros que están definidos en la recomendación UIT-T I.233 para la administración de recursos de conexiones individuales son:

5.2.6.1 Committed Information Rate (CIR).- Es la velocidad de transporte a la cual la red Frame Relay mantendrá el servicio entre las localidades cuando los datos estén presentes. Si se transmiten más datos que la CIR especificada en un intervalo dado son marcados con el bit DE (susceptible de ser rechazado cuando se produce congestión) al entrar a la red. La red tratará de entregar aún estos datos.

La red puede verse forzada a proporcionar un servicio menor a la CIR para una conexión dada, en caso de congestión extrema. Cuando llega la hora de descartar tramas la red decidirá eliminar las tramas de conexiones que exceden su CIR antes de descartar Tramas que están por debajo de la CIR.

5.2.6.2 Tamaño contratado de ráfaga (Bc).- es la máxima cantidad de datos que la red conviene en transmitir en condiciones normales, en un intervalo de tiempo (Tc). Los datos pueden aparecer en una o varias tramas.

5.2.6.3 Committed Rate Measurement Interval (CRMI - Tc).- Es el intervalo de tiempo durante el cual el usuario está permitido transmitir Bc+Be.

5.2.6.4 Tamaño de ráfagas en exceso (Be).- es la máxima cantidad de datos en exceso de tamaño contratado de ráfaga que la red intenta transmitir. Los datos que representan el tamaño de ráfaga en exceso se entregan con menor probabilidad que los datos de tamaño contratado.

Estos parámetros son definidos mediante suscripción o vía señalización y son controlados en la interfaz usuario-red, para cada circuito virtual, a fin de que los usuarios se ajusten a los parámetros que se hayan contratado.

5.2.7 APLICACIONES

El estándar ANSI T1.606 lista cuatro tipos de aplicaciones en las que pudiera ser conveniente el uso de los beneficios de Frame Relay:

a) Aplicaciones de bloques de datos interactivos, las características de éste tipo de aplicaciones son alta llegada de datos y bajos retardos, por ejemplo gráficos y videos de alta resolución.

- Posibilidad de aplicaciones host-terminal, cliente-servidor y CAD/CAM.
- Intercambio de información en tiempo real, manteniendo instantáneamente actualizadas las redes que se encuentren conectadas
- Posibilidad de construcción de bases de datos distribuidas, ante situaciones en las que la información no esté centralizada y a la que deben tener acceso los usuarios finales

b) Transferencia de ficheros, en éste tipo de aplicación el retardo en la transmisión no es excesivamente crítico, pero la llegada de datos (throughput) es necesaria para producir la transferencia segura de grandes ficheros.

- Transferencia tanto de ficheros como de imágenes
- Impresión en remoto, permitiendo una mayor flexibilidad de trabajo

c) **Multiplexación de bits bajos**, ésta aplicación explota la capacidad de multiplexación de los servicios de Frame Relay para proporcionar unos acuerdos de acceso económico en aplicaciones de tasas de bits bajas.

- Soporte para el intercambio de correo electrónico

d); **Tráfico de caracteres interactivos**, las principales características de éste tipo de aplicación son: tramas cortas, bajo retraso y baja llegada de datos, un ejemplo típico es un editor de texto.

5.2.8 CONCLUSIONES.

5.2.8.1 Resumen de las principales características técnicas de Frame Relay.

**TABLA Nº 5.3
PRINCIPALES CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS DE FRAME RELAY.**

ATRIBUTO		VALORES DISPONIBLES - UIT
Velocidad de acceso (kbps)		19.2 – 64 – 128 – 256 – 512 – 1024 – 2048
Interfaz física	19.2 kbps	V.24
	64 – 1024 kbps	V35 – V36
	2 Mbps	G.703 – G.704 – X.21
Clase de caudal (CIR)		Disponible
Longitud máxima de trama		Hasta 4096 octetos

5.2.8.2 Resumen de las principales características del servicio Frame Relay.

**TABLA Nº 5.4
PRINCIPALES CARACTERÍSTICAS DEL SERVICIO FRAME RELAY.**

ATRIBUTO	CARACTERÍSTICAS
Ámbito de cobertura	A nivel nacional
Disponibilidad de servicio	99.50 %
Gestión de red	Permanente
Soporte de servicio	Permanente, Informe de tráfico cursado; PC para Gestión de Cliente (PGC)
Estructura de tarifas	Tarifa plana, independiente del tráfico cursado.
Acceso alternativo	RDSI para velocidades de hasta 256 kbps. Backup de 64 kbps a través de RDSI

[Fuente: Proveedores del servicio Frame Relay.]

Frame Relay es una tecnología de transmisión de datos especialmente diseñada para cubrir las necesidades de comunicación derivadas del uso generalizado e interconexión de LAN, con el fin de eliminar distancias geográficas; es capaz de soportar múltiples protocolos y aplicaciones que corresponden a diversos entornos de comunicación. Se adapta perfectamente a la interconexión de LAN y a las arquitecturas de comunicación predominantes.

Frame Relay ha sido definido para velocidades de hasta 1,544/2,048 Mbps. (T1/E1), aunque esto sin duda es algo temporal. El extenso y variado rango de velocidades permite una mayor flexibilidad y aumenta la disponibilidad de ancho de banda para aquellas aplicaciones que así lo requieran.

Frame Relay elimina el encabezado asociado con X.25, el cual realiza la corrección de errores y la retransmisión de datos, lo cual obliga a los dispositivos inteligentes del usuario realizar la corrección de errores. La eliminación del encabezado reduce los retardos y aumenta la eficiencia del enlace. Además que evita duplicación de esfuerzos en la red.

Generalmente opera sobre un enlace permanente (circuito virtual permanente), es decir, las llamadas de control no son requeridas proporcionando una señalización eficiente fuera de banda (conexión separada de llamadas de control).

Frame Relay provee de un servicio de ancho de banda sobre demanda permitiendo al usuario incrementar potencialmente su ancho de banda de una manera dinámica en función de la disponibilidad del mismo en ese momento (multiplexaje estadístico). Como una necesidad, los usuarios pueden excederse a mayores niveles de throughput sin pagar por un ancho de banda no utilizado.

En el Ecuador existe una infraestructura adecuada para la utilización de Frame Relay que satisface las necesidades de los usuarios y clientes corporativos, los proveedores de este servicio garantizan la cobertura a nivel nacional, tal es el caso de Andinadatos que proporciona facilidades operativas para el desarrollo de redes WAN usando esta tecnología.

5.3 ENLACE DE ÚLTIMA MILLA.

5.3.1 INTRODUCCIÓN.

La demanda de comunicación ha crecido en función de la capacidad ofrecida por las nuevas tecnologías, las que han permitido la comunicación móvil en muchas situaciones. Un importante componente en las comunicaciones móviles son los sistemas de comunicación inalámbrica que no trabajen de forma celular.

Una cuestión importante en sistemas de comunicación inalámbrica es el acceso aleatorio múltiple; los enlaces de comunicación pueden ser activados en cualquier momento mientras algunos enlaces pueden ser activados simultáneamente.

5.3.2 SPREAD SPECTRUM

La técnica de espectro ensanchado (*spread-spectrum*) consiste en la transformación reversible de una señal de forma que su energía se disperse entre una banda de frecuencias mayor que la que ocupaba originalmente.

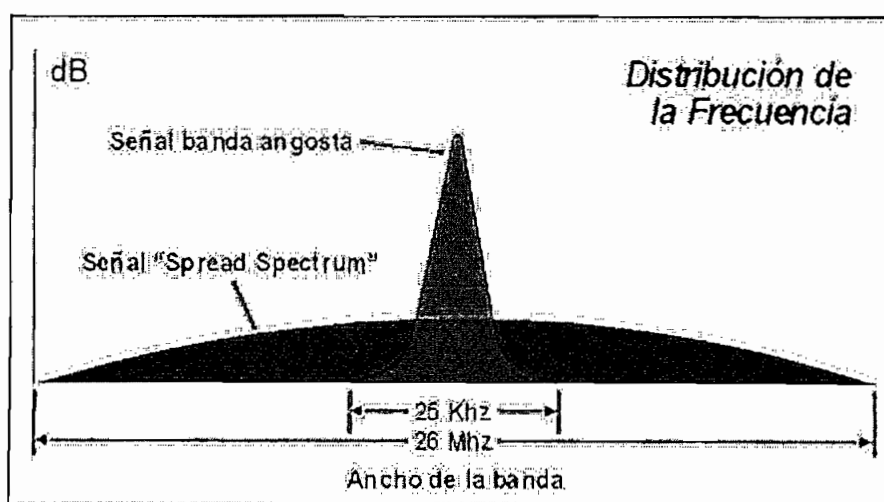


GRÁFICO Nº 5.3
DIFERENCIACIÓN ENTRE BANDA ESTRECHA Y BANDA ANCHA.

Esta técnica de transmisión se caracteriza por:

La modulación de espectro ensanchado ocupa un ancho de banda mayor que el mínimo requerido para que los datos sean transmitidos. Si R es la velocidad de transmisión (una modulación convencional tendría un ancho de banda de aproximadamente R Hz) y W es el ancho de banda empleado por la señal de espectro ensanchado, se cumple que $W/R \gg 1$.

El ensanchamiento de la señal transmitida se consigue con la suma binaria de esta, con otra señal pseudoaleatoria (código de Gold) que es independiente de la señal a transmitir. El ensanchamiento de la banda se realiza a partir de una señal pseudoaleatoria, que se caracteriza por tener una apariencia de ruido (también se le llama *pseudoruido*).

La señal transmitida tendrá características pseudoaleatorias, y sólo se podrá demodular si se es capaz de generar la misma señal de pseudoruido utilizada por el transmisor.

La recepción se realiza mediante el proceso de desensanche, el cual consiste en la suma binaria de la señal recibida con una señal local que es la réplica de la señal (código PN) empleada en la transmisión.

Esta es una técnica que se diferencia de los esquemas tradicionales de radio, en que no se utiliza una frecuencia portadora que concentra la potencia de la señal a transmitir, sino que esa potencia se distribuye en una banda de frecuencia permitiendo así señales de menor potencia en un ancho de banda mayor; así, la información aparece como un "piso de ruido" para los otros enlaces de radio o microondas presentes en alguna de las bandas de operación antes mencionadas, de tal manera que el enlace de Spread Spectrum no los interfiere.

5.3.2.1 Funcionamiento.

Un sistema de espectro ensanchado realiza las siguientes acciones para la transmisión:

- a) En el transmisor se modula una señal portadora con la señal en banda base de la forma convencional.
- b) Al mismo tiempo se genera una señal de pseudoruido a partir de una secuencia pseudoaleatoria de pulsos binarios, que parecerá aleatoria si no se conoce cómo ha sido generada, pero que en caso contrario puede ser reproducida exactamente. Esta señal tiene un ancho de banda mucho mayor que la señal modulada en pasa-banda, es la llamada señal ensanchadora, ya que es la que se utiliza para ensanchar el espectro de la señal transmitida.
- c) La señal pasa-banda que resulta de la primera modulación es modulada una segunda vez con la señal ensanchadora. Esta segunda modulación se puede realizar de diversas formas, dependiendo del tipo de sistema. El efecto de la segunda modulación es ensanchar el espectro de la señal pasa-banda. Si se supone que la segunda modulación consiste en multiplicar la señal pasa-banda por la señal ensanchadora, el resultado en el dominio de la frecuencia sería la convolución del espectro de las dos señales.

El espectro de la señal ensanchadora será mucho mayor que el de la señal pasa-banda, por lo que el resultado de la convolución tendrá un ancho de banda aproximadamente igual al de la señal ensanchadora. Aunque se pueden utilizar otros tipos de modulación distintos de éste, el resultado será siempre el ensanchado del espectro de la señal. Las señales transmitidas mediante espectro ensanchado presentan una alta dispersión espectral, debida a que al ensanchar el espectro de una señal conservando su energía, se reparte esta energía entre una banda de frecuencias mayor.

La densidad espectral de potencias puede llegar a ser inferior a la potencia del ruido térmico del canal, lo que va a dificultar no sólo la escucha, sino también la detección de la señal por alguien que no sea capaz de realizar el desensanchado.

5.3.2.2 Señales pseudoaleatorias.

El ensanchado y desensanchado del espectro de la señal se realiza operando sobre una señal de pseudoruido que se obtiene a partir de una secuencia pseudoaleatoria de bits. Estas secuencias tienen unas propiedades muy parecidas a las de una secuencia puramente aleatoria de bits, con la diferencia de que las primeras son periódicas y pueden ser reproducidas.

Una secuencia pseudoaleatoria es, por lo tanto, una secuencia periódica de bits, con un período largo, dentro del cual sus propiedades son iguales a las de una secuencia aleatoria.

En un periodo de la secuencia se ha de cumplir lo siguiente:

- Ser balanceada, es decir, la diferencia entre el número de ceros y el de unos ha de ser menor o igual que la unidad.
- Las secuencias repetitivas de ceros o unos han de estar distribuidas de la siguiente forma: la mitad han de ser de longitud uno, la cuarta parte de longitud dos, la octava parte de longitud tres, y así sucesivamente.

5.3.2.3 Códigos de Pseudoruido (pn-code).

Un pn-code es una secuencia existente de chips con valores de -1 y 1 (polar) ó 0 y 1 (no-polar). Existen algunas familias de pn-code binarios como por ejemplo: Gold-Codes y Kasami-Codes.

Una forma usual para crear un pn-code es por medio de al menos un registro cambiante con un tap de realimentación (por está razón es fácil de obtener una

gran ganancia de procesamiento en sistemas DSSS). La familia de códigos antes mencionados tiene ésta característica, cuando la longitud del registro de cambio es n , la longitud de la secuencia resultante es:

$$N = 2^n - 1 \quad (5.3)$$

[Fuente: Saniz Telecom, Curso de Spread Spectrum, SUPTEL.]

En el receptor la señal recibida es nuevamente multiplicada con el pn-code removiendo completamente el código de la señal y recuperando la señal original de datos. Otra observación es que la operación de de-ensanchamiento de la señal es similar a la operación de ensanchamiento.

5.3.2.4 Técnicas de modulación de Espectro Ensanchado

Existen varias técnicas, entre las cuales listamos las siguientes:

- Espectro ensanchado por secuencia directa (DSSS - Direct Sequence Spread Spectrum)
- Espectro ensanchado por saltos de frecuencia (FHSS - Frequency Hopping Spread Spectrum)
- Sistemas híbridos.
- Sistemas de salto en el tiempo.
- Sistemas de pulso FM (chirrido).

5.3.2.4.1 *Espectro ensanchado por secuencia directa (DSSS - Direct Sequence Spread Spectrum)*

DSSS es uno de los sistemas más conocidos de Spread Spectrum y probablemente uno de los más fáciles de implementar ya que dispersa la señal de transmisión sobre una banda amplia de radio frecuencias.

Está técnica es ideal para comunicaciones de datos porque es menos susceptible al ruido y pequeñas interferencias.

Aquí una portadora de banda angosta es modulada por una secuencia de código, la fase de la portadora de la señal transmitida cambia abruptamente su valor de acuerdo a ésta secuencia de código, el cual es generado por un generador pseudoaleatorio. Después de un número dado de bits el código se repite otra vez. La velocidad del código es llamada la tasa de chips medida en chips por segundo (cps).

En DSSS la cantidad de dispersión (spreading) depende del número de chips por bit de información. En el receptor la información es recuperada multiplicando la señal por una réplica de la secuencia de código generada localmente.

La mínima tasa de chips establecida por la FCC es de 10 chips para 1 y 2 Mbps usando BPSK y QPSK, así como 8 chips para 11 Mbps usando CCK (Complementary Code Keying). La banda de los 2.4 GHz ofrece un ancho de banda total de 83.5 MHz y la banda de 5.7 GHz uno de 125 MHz. La banda más usada es la de 2.4GHz, está dividida en 11 canales, cada uno de 22MHz por lo que se puede usar hasta 3 canales por sector ya que no se solapan (canales 1,6 y 11).

Para DSSS se tiene generalmente:

- Cambios en la fase de la señal portadora debido a una secuencia aleatoria (chips).
- Modulación PSK.
- Cada bit (1) es representado por una secuencia de chips y cada (0) por su inversa.
- Cada secuencia tiene propiedades especiales para ser identificada.

El principal problema al aplicar DSSS es el así llamado efecto "Near-Far", el cual es ilustrado a continuación:

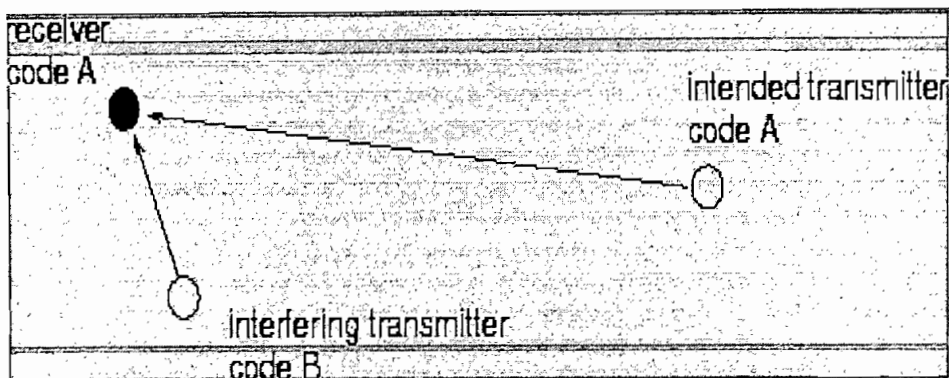


GRÁFICO N° 5.4
EFFECTO NEAR-FAR.

[Fuente: Saniz Telecom, Curso de Spread Spectrum, SUPTEL.]

Éste efecto se presenta cuando el transmisor que está interfiriendo se encuentra más cerca que el transmisor del cual se recibe la señal. Aunque la correlación de cruce entre el código A y B es baja, la correlación entre la señal recibida desde el transmisor que está interfiriendo y el código A puede ser mayor que la correlación entre la señal recibida del transmisor que envía señal y el código A. El resultado es que la detección apropiada de datos no es posible.

5.3.2.4.2 Espectro ensanchado por saltos de frecuencia (FHSS - Frequency Hopping Spread Spectrum)

Otra técnica de espectro ensanchado denominada FHSS es menos sensible al efecto "Near-Far", cuando se aplica saltos de frecuencias, la frecuencia portadora está saltando de acuerdo a una única secuencia de código pseudoaleatorio (una secuencia FH de longitud N_{FH}).

De esta forma el ancho de banda es incrementado por un factor de N_{FH} .

$$G_p(FH) = N_{FH} \quad (5.4)$$

[Fuente: Saniz Telecom, Curso de Spread Spectrum, SUPTEL.]

El transmisor y receptor siguen el mismo patrón de salto de frecuencia. Se divide el ancho de banda disponible en N canales y saltos entre canales de acuerdo a

una secuencia pn-code, el orden de las frecuencias seleccionadas en el transmisor es dictaminado por la secuencia de código. El receptor rastrea estos cambios y genera una señal de frecuencia intermedia (IF – Intermediate Frequency) constante.

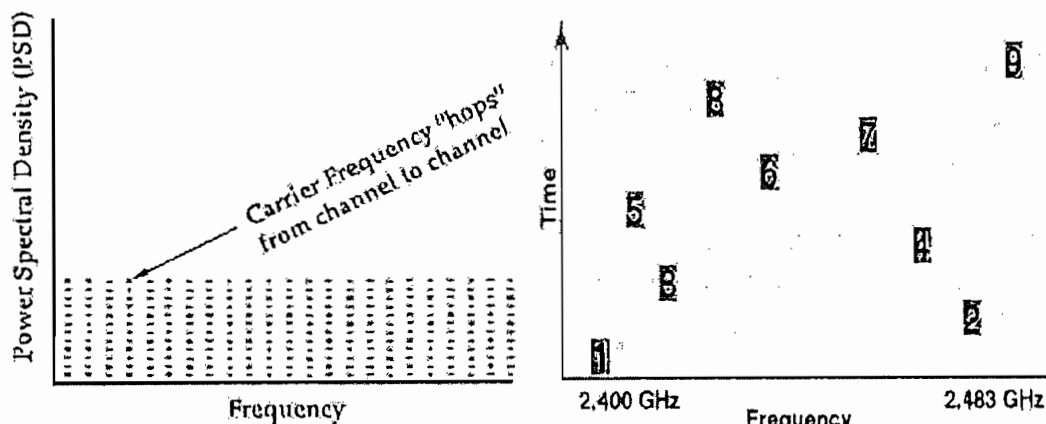


Gráfico N° 5.5
FHSS y Canales de FHSS

[Fuente: www.tapr.org/ss]

Para FHSS se tiene generalmente:

- La selección de la frecuencia que se ha de transmitir se realiza generalmente de forma pseudoaleatoria a partir de un juego de frecuencias que cubre una banda más ancha que la anchura de banda de información.
- Modulación FSK.
- La frecuencia cambia cada 100 ms (típico).
- Tres sets de secuencias (cada set de 26 secuencias).
- En la banda de 2.4 GHz para FHSS están dispuestos 79 canales de 1 MHz cada uno, con intervalos para los saltos en frecuencia de al menos 0.4 segundos.

Como el ancho de banda de un sistema FHSS solo depende del rango de sintonización puede ocupar un ancho de banda mucho mayor que un sistema DSSS.

- Con FH lento (slow FH) hay múltiples símbolos de datos por salto.
- Con FH rápido (fast FH) hay múltiples saltos por símbolos de datos.

El proceso de saltos de frecuencias es ilustrado en el Gráfico N° 5.6. Una desventaja de la técnica de saltos de frecuencia respecto de la técnica secuencia

directa es que en saltos de frecuencias es difícil obtener una ganancia de procesamiento alta. Es requerido un sintetizador de frecuencias que sea capaz de saltar rápidamente sobre un conjunto de frecuencias portadoras. Mientras más rápidos son los saltos de frecuencia, mayor es la ganancia de procesamiento G_p (5.4).

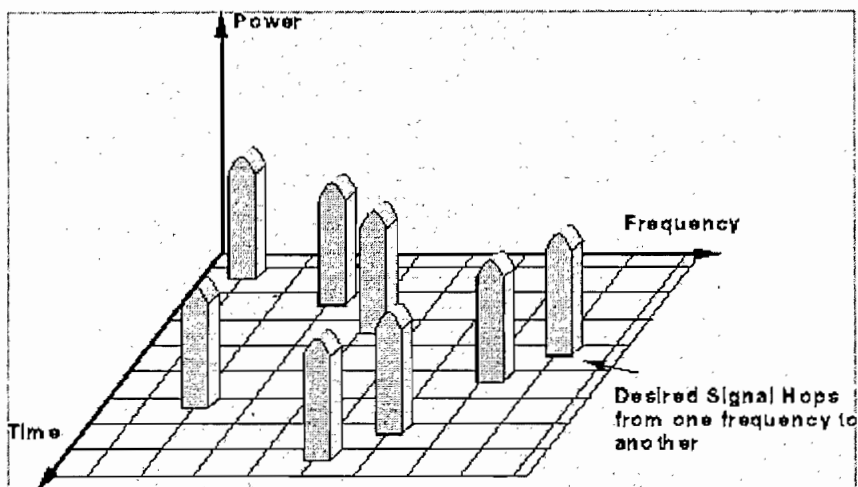


GRÁFICO N° 5.6
PROCESO DE SALTOS DE FRECUENCIA.

[Fuente: Saniz Telecom, Curso de Spread Spectrum, SUPTEL.]

5.3.2.4.2.1 Comparación entre DSSS y FHSS.

Hay que considerar los siguientes puntos:

- El aprovechamiento o rendimiento (relación entre bits informativos y número total de bits enviados) del canal es mejor con DSSS que con FHSS; esto se debe a que FHSS utiliza un protocolo más complejo (implica un mayor número de bits informativos) para permitir mayores capacidades en cuanto a movilidad y robustez (entre salto y salto FHSS necesita un tiempo para chequear la banda, identificar la secuencia de salto y fijarse en la misma), en cambio DSSS utiliza un protocolo más sencillo y proporciona velocidades de transferencia de datos más elevadas en conexiones punto a punto.
- Los solapamientos en la acción de los puntos de acceso pueden darse por varias razones: En grandes redes WLANs donde las distancias son muy

grandes para los radios de acción existentes, se solapan varios puntos de acceso para asegurar una cobertura continua.

En ambos casos (interferencia entre 2 ó 3 Access Point) el solapamiento implica que las estaciones afectadas recibirán señales de distintos puntos de acceso. DSSS soporta un máximo de tres canales solapados sin interferencias en el mejor de los casos (Gráfico N° 5.7 (b)), si se excede dicho número se producirá un rendimiento significativamente menor.

Sin embargo, FHSS debido a su modelo de sincronización puede proporcionar más canales con solapamiento, usando distintos canales en distintas frecuencias y con distintas frecuencias de sincronización. De hecho se podría incluso doblar el ancho de banda en un área añadiendo un segundo punto de acceso y configurándolo para un nuevo canal.

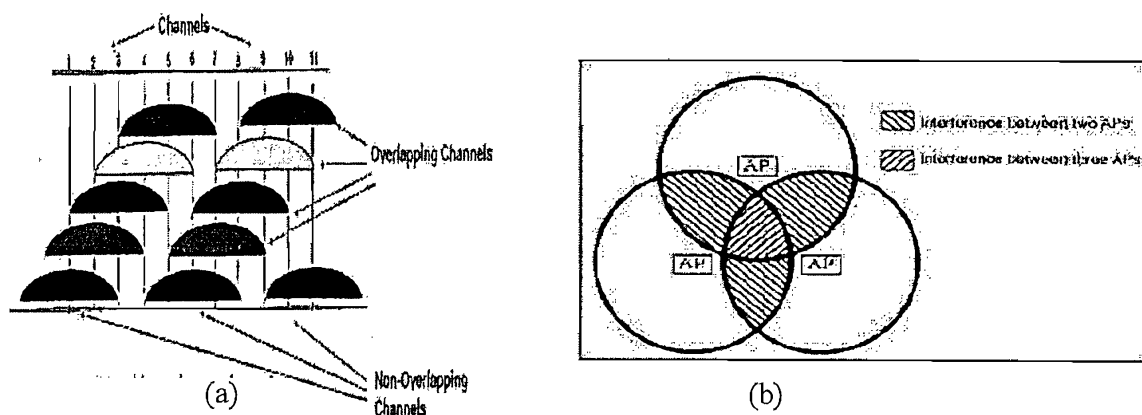


GRÁFICO N° 5.7.
SOLAPAMIENTO EN DSSS (a), CERCANÍA ENTRE VARIAS
WLAN QUE COMPARTEN UN ÁREA (b).

[Fuente: www.tapr.org/ss]

- **Fiabilidad.** La norma IEEE 802.11 describe el FHSS LAN siguiendo un esquema de modulación en frecuencia (FSK, Frequency Shift Keying) y a una velocidad estándar de 1 Mbps, pudiendo llegar a 2 Mbps en condiciones óptimas.

DSSS queda descrito en un esquema de modulación en fase (BPSK, Binary Phase-Shift Keying) a velocidades de 1 Mbps en condiciones de ruido, QPSK (Quadrature Phase-Shift Keying) a velocidades de 2 Mbps en condiciones de calidad y DQPSK & CCK para velocidades de 11Mbps.

- Un aspecto en el que existen grandes diferencias de enfoque es el de la **interferencia multirrayectoria (multipath)**. La interferencia multipath, asociada estrechamente a las comunicaciones por radio, consiste en una distorsión de la señal originada por la reflexión múltiple de las ondas de radio en estructuras como paredes, puertas y otros.

Esto hace que la señal se disperse en el tiempo, con lo cual llega a la antena receptora como una serie de múltiples señales en instantes ligeramente diferentes, lo que genera una atenuación de la señal conocida como fading. En este contexto, FHSS es inmune debido a su propia filosofía estructural, ya que al estar basado en el salto a diferentes frecuencias, el multipath queda automáticamente contrarrestado. Sin embargo, DSSS puede solucionar este problema aumentando la capacidad de la antena, lo que genera costos y complejidad añadidos.

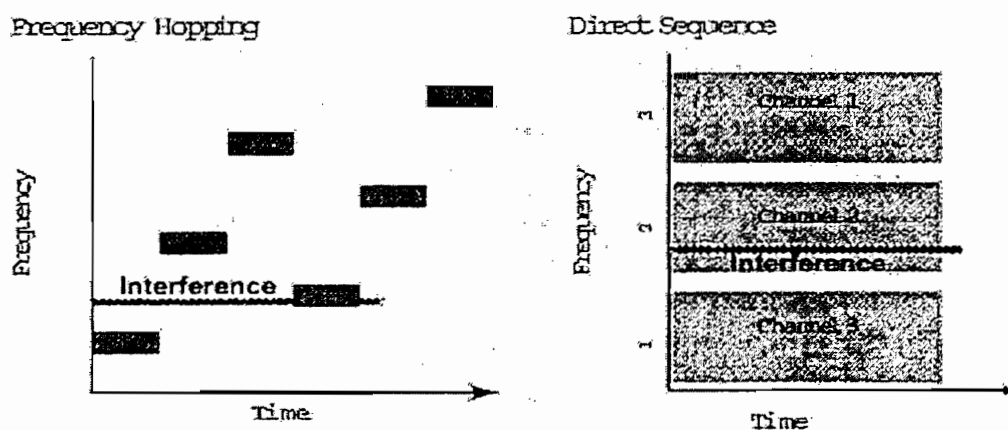


GRÁFICO Nº 5.8.

INTERFERENCIA EN DSSS Y FHSS.

Fuente: www.tapr.org/ss

- **Cobertura.** El alcance depende de varios aspectos en la implementación:
 - Potencia de transmisión.
 - Sistema de antenas (ganancia, pérdida en los cables)

- Sensibilidad del receptor.
- Ganancia de procesamiento resultante de las técnicas de modulación, donde DSSS posee ventaja sobre FHSS.
- **Tasa de transmisión.** Por lo visto antes, DSSS ofrece tasas hasta de 11Mbps y FHSS de 1.6 Mbps. Mediante la escalabilidad podría mejorarse la tasa total ya que con FHSS hay hasta 9 canales no solapados y con DSSS solo 3, sin embargo en el un caso aumentaría hasta 14,4 Mbps y en el otro hasta 33Mbps.

5.3.2.4.3 Sistemas híbridos DS/FH (Direct Sequence / Frequency Hopping).

La técnica de espectro ensanchado DS/FH es una combinación de secuencia directa y saltos de frecuencia. Un bit de datos es dividido sobre canales de saltos de frecuencia. En cada canal de salto de frecuencia un completo pn-code de longitud dada por la secuencia pseudoaleatoria es multiplicado con la señal de datos; como la frecuencia FH y el pn-code son acoplados, una dirección es una combinación de un pn-code y una frecuencia FH. Para coincidir dos frecuencias al mismo tiempo, la secuencia de saltos de frecuencias es seleccionada de tal forma que dos transmisores con diferentes secuencias de FH compartan más de dos frecuencias al mismo tiempo.

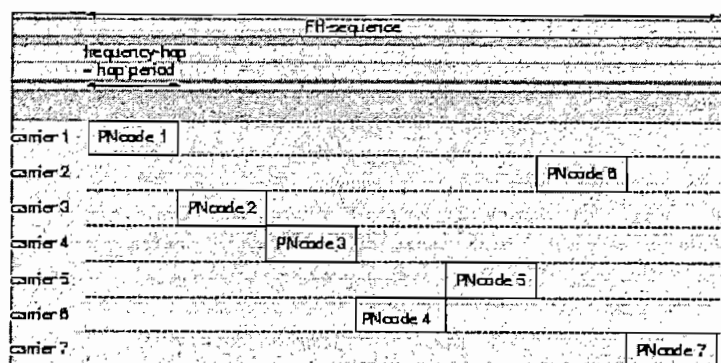


GRÁFICO N° 5.9

SISTEMAS HÍBRIDOS DS/FH.

[Fuente: Saniz Telecom, Curso de SS, SUPTEL]

5.3.2.4.4 *Técnica CDMA (Code Division Multiple Access).*

En el acceso múltiple por división de código (utilizado en espectro ensanchado), un código único es asignado a todos los usuarios. Este código es utilizado para codificar el mensaje de datos, como los códigos seleccionados tienen baja correlación de cruce (cross-correlation), todos los usuarios pueden transmitir simultáneamente en el mismo canal mientras un receptor que conoce dicho código es capaz de recuperar la señal deseada. La sincronización entre los distintos enlaces no es estrictamente necesaria, por lo que es posible tener acceso aleatorio

El principal parámetro en sistemas de espectro ensanchado es la ganancia de procesamiento (G_p), expresado como la relación entre el ancho de banda de transmisión (BW_t) y el ancho de banda de la información (BW_i), el cual es básicamente el factor de ensanchamiento.

$$G_p = BW_t / BW_i \quad (5.5)$$

[Saniz Telecom, Curso SS, SUPTEL]

5.3.2.4.5 *Sistemas de salto en el tiempo.*

En este sistema de Espectro Ensanchado con salto en el Tiempo (Time Hopping Spread Spectrum) la señal que transporta la información es transmitida en pequeñas ráfagas donde el instante de transmisión es determinado por la señal de código. Cada ráfaga consiste en k bits de datos y el tiempo exacto en que cada ráfaga se transmite, es determinado por una secuencia pseudoaleatoria.

Este es un sistema en el cual el período y el ciclo de un portador de pulso RF (Radio frecuencia) son variados de una forma pseudoaleatoria bajo el control de una secuencia codificada.

5.3.2.4.6 *Sistemas de pulso FM (chirrido).*

Este es un sistema en el cual la portadora RF es modulada con una secuencia de período y ciclos fijos. Al principio de cada pulso transmitido, la señal portadora es modulada en frecuencia provocando una propagación adicional de la misma. El modelo de la frecuencia de modulación dependerá de la función de propagación escogida. En algunos sistemas, la función de propagación es una extensión del chirrido FM lineal, extendiéndose tanto por arriba como por abajo en frecuencia.

5.3.3 APLICACIONES.

- Enlaces Punto a punto, Punto- multipunto.
- Transmisión de Datos, voz, audio de alta calidad.
- Video para Radiodifusión.
- Radiodifusión.
- Telefonía Local y Rural.
- Telefonía Celular, PCS/PCN
- Interconexión inalámbrica ideal para los sistemas Acceso Inalámbrico privado.
- Servicios de acceso a Internet, Puentes Remotos para redes LAN/WAN

5.3.4 CONCLUSIONES:

Ésta tecnología está ampliamente difundida en el campo de la comunicación inalámbrica, debido a que en el país la banda de 2,4 GHz es una banda libre (no necesita licencia); es por esto que se encuentra equipos para Spread Spectrum de varias marcas a costos accesibles los cuáles soportan un gran ancho de banda y trabajan a mayores velocidades de transmisión, por ejemplo, en la banda de 2,4 GHz la máxima velocidad de transmisión es de 11 Mbps, que es una velocidad aceptable en enlaces inalámbricos; la capacidad de Spread Spectrum de transmitir datos a una mayor velocidad ha permitido desarrollar un sistema de radio de gran confiabilidad.

Spread Spectrum siendo menos sensible a la Interferencia posee la capacidad de transmitir grandes cantidades de datos en forma muy rápida y con menos potencia que el sistema convencional de Radio, presentándose como una alternativa de comunicación por radio para el presente y en el futuro.

Las transmisiones utilizando spread spectrum no son una manera eficiente de utilizar el ancho de banda (es mucho mayor que el necesario para una transmisión convencional); sin embargo, son de utilidad cuando se combinan con los sistemas existentes que ocupan la misma banda de frecuencia, debido a que la señal spread spectrum que es propagada en un ancho de banda grande, puede coexistir con señales de banda estrecha realizando únicamente un ligero incremento en el ruido de fondo que los receptores de banda estrecha pueden detectar.

5.4 REDES PRIVADAS VIRTUALES

5.4.1 INTRODUCCIÓN.

Las redes de computadoras se implementaban con dos tecnologías principales: líneas dedicadas para una conectividad permanente y líneas de conexión telefónica cuando se necesitaba una conectividad ocasional.

La implementación inicial de una red de computadoras proporcionaba a los clientes una buena seguridad (capturar datos en líneas dedicadas requiere un equipamiento dedicado y acceso físico a los cables), pero no proporcionaba una implementación efectiva en cuanto al costo, debido a dos razones:

- El perfil habitual del tráfico entre dos sitios cualesquiera de una red varía dependiendo de la aplicación.
- Los usuarios finales desean contestaciones rápidas, lo que determina un mayor ancho de banda entre los sitios.

Estas dos razones impulsaron a la industria de comunicación de datos y a los proveedores de servicios a desarrollar e implementar un número de esquemas de multiplexación estadísticos que proporcionarían a los clientes un servicio que casi era equivalente a las líneas dedicadas.

Sin embargo, este servicio era más económico debido a los beneficios estadísticos que el proveedor de servicios podía alcanzar a partir de una mayor base de clientes. Las primeras redes virtuales se basaban en tecnologías tales como X.25 y Frame Relay, y, posteriormente en ATM.

5.4.2 Red Privada Virtual (VPN).

Una Red Privada Virtual se define como una red en la que la conectividad cliente entre varios sitios se distribuye en una infraestructura compartida con las mismas normas de acceso o seguridad que una red privada. Para emular un enlace punto a punto, los datos son encapsulados, con una cabecera que proporciona la información de enrutamiento que le permite atravesar la red pública para llegar a su destino. Para emular un enlace privado, los datos enviados son encriptados para tener confiabilidad.

Los paquetes que son interceptados en la red pública son indescifrables sin las claves de encriptación. El enlace en el cual los datos son encapsulados y encriptados se conoce como una conexión de red privada virtual (VPN). Desde el punto de vista del usuario, la VPN es una conexión punto a punto entre la computadora del cliente VPN y el servidor de la organización (el servidor VPN).

La infraestructura exacta de la red pública es irrelevante porque desde el punto de vista lógico parece como si los datos fueran enviados por un enlace privado dedicado.

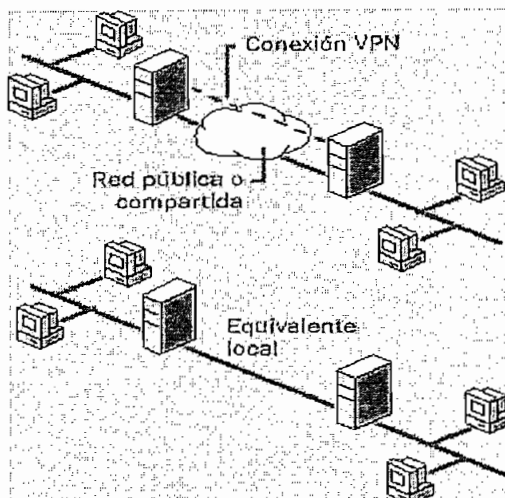


GRÁFICO N° 5.10 RED PRIVADA VIRTUAL.

[Fuente: <http://www.microsoft.com/latam/technet/>]

Se han desarrollado varias técnicas y tecnologías que permiten asegurar la privacidad de los datos sobre la red pública:

5.4.2.1 Encriptación nodo a nodo.

Se refiere a la encriptación de enlace a enlace, la encriptación/desencriptación requiere que los nodos sean compatibles y debe ser realizada al mismo nivel del modelo OSI, por ejemplo si se encripta nivel de capa 2 se debe desencriptar también a nivel de capa 2.

La administración es complicada.

5.4.2.2 Encriptación extremo a extremo.

Como una alternativa las capas superiores son las encargadas de encriptar en un extremo y desencriptar en el otro. A medida que se realiza la encriptación en una capa más alta se proporciona más información a los potenciales intrusos.

5.4.3 ¿EN QUÉ CAPA ENCRIPITAR?

El nivel de seguridad en la encriptación depende del nivel OSI en el que se realiza la encriptación. Si por ejemplo se encripta a nivel de capa 3 (IP), se podría interceptar la información que identifica a los computadores de origen y destino de la información.

Si la encriptación de la información se realiza a nivel de capa 4 se podría observar la información de los puertos que se están utilizando y por tanto concluir el tipo de aplicación que se usa.

Si se encripta a nivel de capa 7 se deja vulnerable una mayor cantidad de información. Por ejemplo, al encriptar correo electrónico, si bien no se ve el contenido se puede saber el emisor y el destinatario del correo y el sitio de origen y destino.

5.4.4 CLASIFICACIÓN DE LAS VPNS.

Con la introducción de nuevas tecnologías en las redes de los proveedores de servicios y los nuevos requisitos de los clientes, el concepto de VPN se hace cada vez más complejo, abarcando distintas tecnologías y topologías. La única forma de afrontar esta adversidad es presentar la clasificación de las VPN, que se puede hacer empleando cuatro criterios:

- a) El problema comercial que una VPN va a solucionar. las principales clases de problemas comerciales son:
 - o Comunicación interna de la empresa (intranet),
 - o Comunicación entre empresas (extranet), y
 - o Acceso de los usuarios móviles (VPND-Red de Marcación Privada Virtual).

Normalmente, los tres tipos de soluciones VPN engloban la mayoría de topologías y tecnologías ofrecidas por los proveedores de servicios VPN, pero difieren en el nivel de seguridad necesario en su implementación.

- b) La capa OSI en la que el proveedor de servicios intercambia la información de topología del cliente. Aquí las principales categorías son:
 - o Modelo Overlay, donde el proveedor de servicios ofrece al cliente sólo un grupo de enlaces punto a punto (o multipunto) entre los sitios del cliente, y
 - o Modelo Igual a Igual, donde el proveedor de servicios y el cliente intercambian información de enrutamiento de Capa 3.

El modelo VPN Overlay proporciona una clara separación entre las responsabilidades del cliente y las del proveedor de servicios. En el modelo Igual a Igual todos los clientes comparten el mismo espacio de direcciones IP (Proveedor de servicios asigna direcciones IP privada y públicas a los clientes) y los clientes no pueden insertar la ruta predeterminada en sus VPN.

- c) La tecnología de Capa 2 o Capa 3 empleada para implementar el servicio VPN dentro de la red del proveedor de servicios, que puede ser X.25, Frame Relay, ATM o IP.
- d) La topología de red, que puede ir desde una simple topología en estrella hasta topologías de redes en malla completa, y jerárquicas de varios niveles en redes mayores.

5.4.4.1 Topología en Estrella.

La topología más frecuente es la topología en estrella, en la cual varias oficinas remotas se conectan a un sitio central. Normalmente las oficinas pueden intercambiar datos (no existen restricciones de seguridad explícitas en el tráfico entre oficinas), pero la cantidad de datos intercambiados entre ellas es

insignificante. La topología en estrella se utiliza generalmente en empresas con estructuras jerárquicas estrictas; por ejemplo, bancos, gobiernos, empresas internacionales con oficinas pequeñas dispersas por el país, etc.

5.4.5 ELEMENTOS DE UNA CONEXIÓN VPN.

Una conexión VPN incluye los siguientes componentes:

5.4.5.1 Servidor VPN (Centro de Control). Es una computadora que acepta conexiones VPN de clientes VPN. Un servidor VPN puede proporcionar una conexión de acceso remoto VPN o una conexión de router a router.

5.4.5.2 Cliente VPN (EMRR). Es una computadora que inicia una conexión VPN con un servidor VPN.

- Un cliente VPN o un router tiene una conexión de router a router (intranets).
- Las computadoras con Microsoft® Windows NT 4.0, 95, 98, 2000, XP pueden crear **conexiones de acceso remoto** VPN a un servidor VPN con Windows NT 4.0, 2000, XP Server.
- Las computadoras con Windows Server que ejecutan el Servicio de Enrutamiento y Acceso Remoto (*Routing and Remote Access Service*, RRAS) puede crear conexiones VPN de router a router con un servidor VPN con Windows Server con RRAS (extranets). El cliente VPN puede también ser cualquier cliente del Protocolo de Túnel Punto a Punto (Point-to-Point Tunneling Protocol, PPTP) que no sea de Microsoft.

5.4.5.3 Túnel. La porción de la conexión en la cual los datos son encapsulados.

5.4.5.4 Conexión VPN. La porción del enlace en la cual los datos son encriptados.

Para conexiones VPN seguras, los datos son encriptados y encapsulados en la misma porción de la conexión.

5.4.5.5 Protocolos de túnel. Se utilizan para administrar los túneles y encapsular los datos privados.

5.4.5.6 Datos del túnel (*tunneled data*). Los datos que son generalmente enviados a través de un enlace punto a punto.

5.4.5.7 Red de tránsito. La red pública por la que se transportan los datos encapsulados. En éste Proyecto de Titulación la red de tránsito es una red IP. La red de tránsito puede ser Internet o una intranet IP privada.

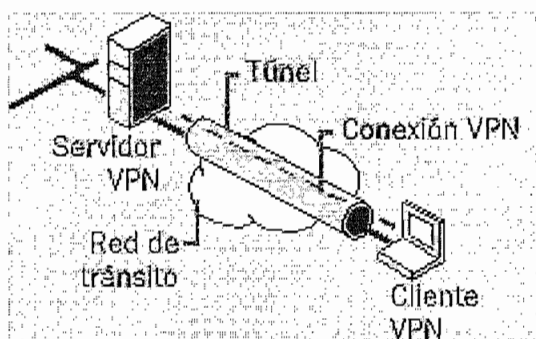


GRÁFICO N° 5.11 COMPONENTES DE UNA VPN

[Fuente: <http://www.microsoft.com/latam/technet/>]

La Comunicación interna de la empresa (intranet) y la Comunicación entre empresas (extranet), utilizan conexiones router a router, a diferencia de una conexión VPN de acceso remoto.

5.4.6 CONEXIONES VPN: DIRECCIONAMIENTO Y ENRUTAMIENTO PARA VPNS.

Para comprender cómo funcionan las VPNs, hay que entender cómo son afectados el direccionamiento (*addressing*) y el enrutamiento (*routing*) para la

creación de VPNs de acceso remoto y de VPNs de router a router. Una conexión VPN crea una interface virtual que debe de ser asignada a una dirección IP apropiada, y se deben cambiar o agregar rutas para asegurar que el tráfico apropiado sea enviado a través de la conexión VPN segura, en lugar de ser enviado por la red de tránsito pública.

5.4.6.1 Conexión VPN de router a router.

Una conexión VPN de este tipo es efectuada por un router y conecta dos porciones de una red privada. El servidor VPN proporciona una conexión enrutada hacia la red a la cual está conectado. En una conexión VPN de router a router, los paquetes enviados desde cualquier router a través de la conexión VPN generalmente no se originan en los enrutadores.

El router que llama (el cliente VPN) se autentifica a sí mismo ante el router que responde (el servidor VPN), y para autenticación mutua, el router que responde se autentifica a sí mismo ante el router que llama.

5.4.6.2 Conexión VPN de acceso remoto.

Una conexión VPN de acceso remoto la hace un cliente de acceso remoto (una computadora personal), y se conecta con una red privada. El servidor VPN proporciona acceso a sus propios recursos ó hacia la red completa a la cual se encuentra conectado. Los paquetes enviados desde el cliente remoto a través de la conexión VPN se originan en la computadora cliente de acceso remoto.

El cliente de acceso remoto (el cliente VPN) se autentifica a sí mismo ante el servidor de acceso remoto (el servidor VPN) y, para autenticación mutua, el servidor se autentifica a sí mismo ante el cliente.

En resumen, una computadora crea una conexión de acceso remoto a un servidor VPN. Durante el proceso de conexión el servidor VPN asigna una dirección IP

para el cliente de acceso remoto y modifica la ruta por defecto en el cliente remoto para que el tráfico de la ruta por defecto sea enviado sobre la interface virtual.

5.4.6.3 Conexiones VPN en Internet.

Las conexiones VPN pueden ser utilizadas siempre que se requiera una conexión punto a punto segura para conectar usuarios o redes. Las conexiones VPN típicas están construidas sobre Internet o sobre intranets, de las cuales la que más se ajusta a nuestro diseño es una conexión VPN sobre Internet.

5.4.6.3.1 Conexiones VPN sobre Internet.

Al utilizar una conexión VPN sobre Internet, se evitan gastos de llamadas de larga distancia a la vez que toma ventaja de la disponibilidad global de Internet.

5.4.6.3.2 Acceso remoto sobre Internet

En lugar de que un cliente de acceso remoto tenga que hacer una llamada de larga distancia a un servidor de acceso de redes (*Network Access Server, NAS*) corporativo o contratado, el cliente puede llamar a un ISP local. Al utilizar la conexión establecida con el ISP local, el cliente de acceso remoto inicia una conexión a través de Internet hacia el servidor VPN. Una vez que la conexión VPN es creada, el cliente de acceso remoto tiene acceso a los recursos de la intranet. Hay que considerar que el Centro de Control va a tener acceso a los recursos de la intranet de la SUPTEL.

5.4.7 FORMAS DE CONEXIÓN DE LAS VPNS

Existen dos formas de crear una conexión VPN:

- A través de un ISP
- Conexión directa a Internet

5.4.7.1 VPN a través de un ISP.

La conexión VPN realiza antes una llamada a un ISP. Después de establecer la conexión, se realiza otra llamada al servidor de acceso remoto para establecer el túnel PPTP o L2TP. Después de la autenticación, puede tener acceso a la red corporativa, tal como se muestra en la ilustración siguiente.

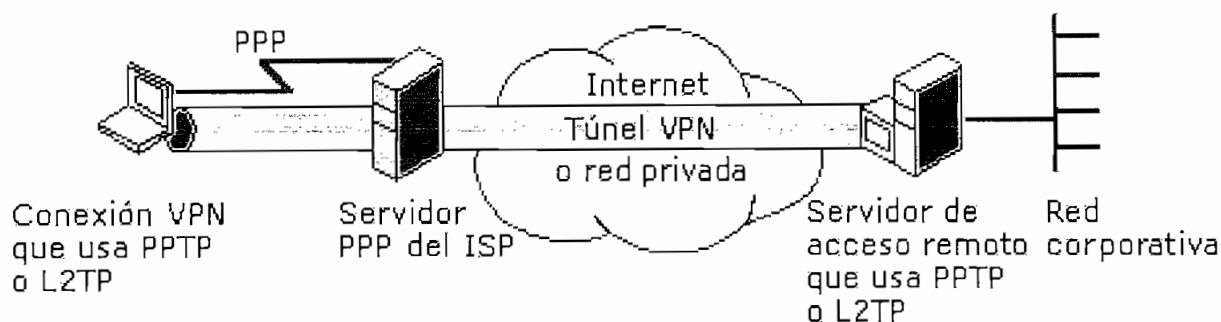


GRÁFICO N° 5.12
VPN A TRAVÉS DE UN ISP.

[Fuente: <http://www.microsoft.com/latam/technet/>]

5.4.7.2 VPN con Conexión Directa a Internet

Un usuario que ya está conectado a Internet utiliza una conexión VPN para marcar el número del servidor de acceso remoto. Entre los ejemplos de este tipo de usuarios se incluyen las personas cuyos equipos están conectados a una red de área local, los usuarios de módems de cable o los suscriptores de servicios como ADSL, en los que la conectividad IP se establece inmediatamente después de que el usuario inicie el equipo. El controlador PPTP o L2TP establece un túnel a través de Internet y conecta con el servidor de acceso remoto habilitado para PPTP o L2TP. Después de la autenticación, el usuario puede tener acceso a la red corporativa con la misma funcionalidad que en el ejemplo anterior.

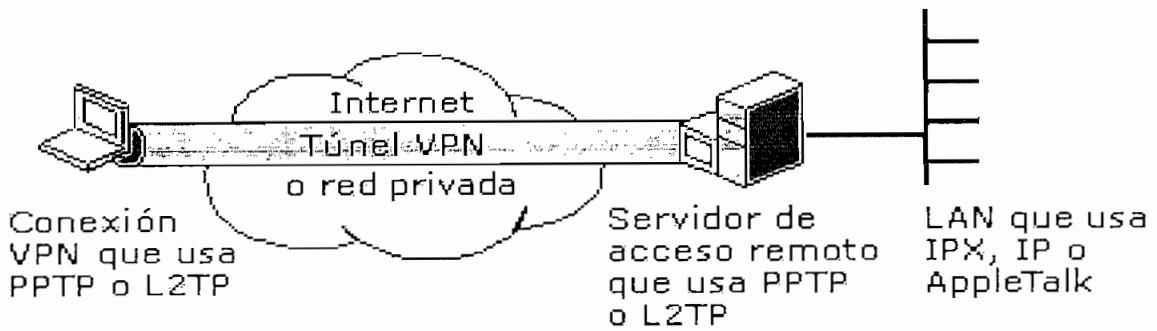


GRÁFICO Nº 5.13
VPN CON CONEXIÓN DIRECTA A INTERNET.

[Fuente: <http://www.microsoft.com/latam/technet/>]

5.4.8 DIRECCIONES IP Y EL CLIENTE VPN DE ACCESO TELEFÓNICO.

Para los clientes VPN de acceso telefónico que se conectan a Internet antes de crear la conexión VPN con un servidor VPN en Internet, dos direcciones IP son asignadas:

- o Cuando se crea la conexión PPP (Point to Point Protocol), la negociación IPCP (IP Control Protocol) con el NAS (Network Access Service) del ISP (Internet Service Provider) asigna una dirección IP pública.
- o Cuando se crea la conexión VPN, la negociación IPCP con el servidor VPN asigna una dirección IP. La dirección IP asignada por el servidor VPN puede ser una dirección IP pública o una privada.

En cualquier caso, la dirección IP asignada al cliente VPN (EMRR) debe estar accesible por el Centro de Control y viceversa. El servidor VPN debe tener las definiciones apropiadas en sus tablas de enrutado para acceder a todos los servidores de la intranet de la SUPTEL.

Los datos enviados por el túnel y a través de la VPN son direccionados desde la dirección del cliente VPN asignada por el servidor VPN hacia sí mismo.

La cabecera IP más externa es direccionada entre la dirección IP del cliente VPN asignada por el ISP y la dirección pública del servidor VPN. Debido a que los routers en Internet solamente procesan la cabecera IP más externa, los routers de Internet dirigirán los datos del túnel a la dirección IP pública del servidor VPN.

5.4.8.1 Rutas por defecto y los clientes de acceso telefónico.

Cuando un típico cliente de acceso telefónico llama al ISP, recibe una dirección IP pública del NAS del ISP. No se asigna la dirección de un *gateway* por defecto como parte del proceso de negociación IPCP. Por lo tanto, para acceder a todas las direcciones de Internet, el cliente de acceso telefónico agrega una ruta por defecto a su tabla de enrutamiento, utilizando la interface conectada al ISP. Como resultado de esto, el cliente puede redirigir los datagramas IP al NAS del ISP desde donde son enrutados a su localización en Internet.

Para los clientes sin otras interfaces TCP/IP, este es el comportamiento deseado. Sin embargo, este comportamiento puede causar confusión a los clientes de acceso telefónico que tienen una conexión de LAN existente hacia una intranet. En este escenario, ya existe una ruta por defecto apuntando al router de la intranet local. Cuando el cliente de acceso telefónico crea una conexión con su ISP, la ruta por defecto permanece en la tabla de enrutamiento, pero es modificada para que tenga una métrica superior. Se agrega una nueva ruta por defecto con una métrica inferior que utilice la conexión del ISP.

Como resultado, las localizaciones de la intranet que no están directamente conectadas a la red, no son accesibles durante la duración de la conexión con el ISP. Si la nueva ruta por defecto no se crea, todas las localizaciones de la intranet son accesibles, pero las localizaciones de Internet no lo son.

5.4.8.2 Rutas por defecto y las VPN sobre Internet.

Cuando el cliente de acceso telefónico llama al ISP, agrega una ruta por defecto utilizando la conexión al ISP como se muestra en el Gráfico N° 5.14. En éste

punto, se puede acceder a todas las direcciones de Internet a través del router en el NAS del ISP.

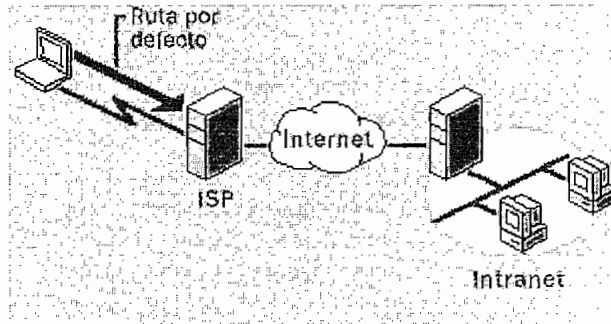


GRÁFICO N° 5.14

RUTA POR DEFECTO CREADA CUANDO SE LLAMA AL ISP.

[Fuente: <http://www.microsoft.com/latam/technet/>]

Una vez que el cliente VPN crea la conexión VPN, se agrega otra ruta por defecto y una ruta al servidor hacia la dirección IP del servidor del túnel, como se ilustra en el Gráfico N° 5.15. La ruta por defecto previa es grabada pero ahora tiene una métrica superior. El agregar la nueva ruta por defecto significa que todas las direcciones de las localizaciones de Internet, excepto la dirección IP del servidor del túnel, no estarán accesibles mientras dure la conexión VPN.

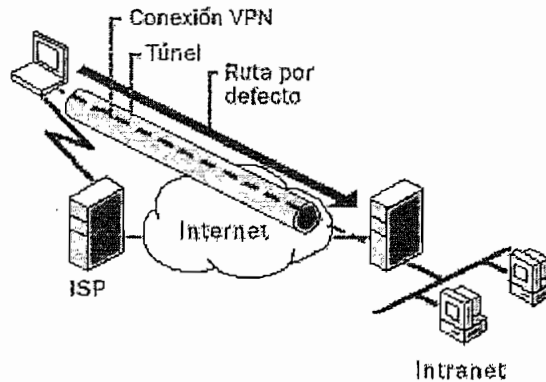


GRÁFICO N° 5.15

RUTA POR DEFECTO CREADA CUANDO SE INICIA LA VPN

[Fuente: <http://www.microsoft.com/latam/technet/>]

5.4.9 REQUERIMIENTOS PARA LA IMPLEMENTACIÓN DE UNA VPN.

5.4.9.1 Seguridad.

Privacidad establecida mediante dos métodos.

- Encriptación en modo Transporte.
- Encriptación en modo Túnel.

En el método de transporte no se encripta el header, sólo los datos. Se usa encriptación como: DES, 3DES, RSA, IDEA.

En el método de túnel se encripta el header y los datos (y se añade un nuevo header), se emplean protocolos como: IPsec y L2TP.

5.4.9.2 Integridad.

Se utilizan algoritmos de hashing como: SHA, MD4, MD5.

5.4.9.3 Autenticación.

Se lo aplica mediante el empleo de esquemas como: user/password, token cards, smart cards, certificados X509.

5.4.9.4 Autorización.

Mediante perfiles de usuario y sus niveles de autorización y acceso.

5.4.9.5 Contabilidad (Accounting).

Registro de actividad del usuario.

5.4.9.6 Desempeño.

Para los usuarios, además de los elementos de seguridad es necesario tener un tiempo de respuesta comparable entre una red insegura y una red segura.

- Calidad de servicio QoS.
- Acuerdos de calidad de servicio (SLA – Service Level Agreement).
- Soporte de múltiples protocolos.
- Confiabilidad.

5.4.9.7 Facilidad de administración.

Administración centralizada.

Manejo de direcciones.

Manejo de logs (registros) de eventos, auditoría y reportes.

5.4.9.8 Cumplimiento de estándares de interoperabilidad.

Se requiere en lo posible cumplir estándares abiertos. Ejemplos:

Encriptación: IPsec, Integridad: MD5, Servidor Proxy: SOCKSv5, Autenticación: CHAP, Intercambio de llaves: IKE, SKIP, Diffie – Hellmann, Firmas digitales: X509. Adicionalmente se pueden tener estándares de facto como L2F, PPTP para túneles en Microsoft o autenticación como RADIUS, TACACS+.

5.4.10 TECNOLOGÍAS PARA LA FORMACIÓN DE VPNS.

Las tecnologías utilizadas para la creación de VPNs en cada capa del modelo de referencia OSI, son las que se indican a continuación:

Capa de aplicación	Aplicación proxy
Capa de presentación	
Capa de sesión	SOCKSv5, SSL, TLS
Capa de transporte	
Capa de red	IPsec, GRE
Capa de enlace	PPTP, L2F, L2TP
Capa física	
MODELO DE REFERENCIA OSI	

GRÁFICO N° 5.16

TECNOLOGÍAS PARA LA FORMACIÓN DE VPNS.

[Fuente: Seminario de Seguridades en Redes, EPN 2003.]

SSL: Secure Socket Layer.

TLS: Transport Layer Security.

IPsec: IP Security Extensions.

GRE: Generic Routing Encapsulation.

PPTP: Point to Point Tunneling Protocol.

L2F: Layer 2 Forwarding.

L2TP: Layer 2 Tunneling Protocols.

Una descripción de estos protocolos se detalla en el Anexo N° 6.

5.4.11 USOS Y APLICACIONES

Generales:

- Permitir el acceso de empleados remotos
- Conectar a una empresa con sus sucursales (Interconexión de centros remotos)
- Delegaciones de zona
- Plantas de fabricación
- Socios de negocio
- Sucursales (intranets)

Específicos:

- Dentro de una corporación podemos realizar el intercambio de información en tiempo real.
- Se puede abordar la transferencia de grandes volúmenes de información como por ejemplo archivos gráficos o imágenes.
- Es posible la impresión remota
- Uso de correo electrónico
- Acceso remoto a bases de datos
- Implementación de bases de datos de carácter distribuido
- Aplicaciones basadas en la filosofía host-terminal y cliente-servidor
- Aplicaciones relacionadas con diseño asistido y manufactura computarizada (CAD/CAM)
- Acceso a servidores corporativos por parte de usuarios móviles o remotos:
 - Agentes comerciales de zona
 - Usuarios Móviles y tele-trabajo
 - Extranets para conexión de clientes, distribuidores y proveedores

5.4.12 CONCLUSIONES:

Las VPNs permiten una administración y ampliación de la red corporativa al mejor costo-beneficio; además la facilidad y seguridad para los usuarios remotos de conectarse a las redes corporativas.

En cuanto a la efectividad y economía, una VPN es realmente efectiva en términos de intercambio de información crítica entre empleados que trabajan en oficinas remotas, en el hogar, o en la vía pública; pueden distribuir información en forma segura entre vendedores, proveedores o socios, aún habiendo una distancia enorme entre ellos.

Debido a que las compañías no tienen que invertir en gran infraestructura, pueden reducir sus costos operativos tercerizando los servicios de red a proveedores. Las

VPNs también reducen los costos al eliminar la necesidad de llamadas telefónicas de larga distancia, por ejemplo cuando se utilizan bases de datos distribuidas.

Técnicamente es posible crear un túnel y enviar los datos a través de el túnel sin encriptación. Sin embargo, esto no es una conexión VPN porque los datos privados enviados viajan a través de la red pública o compartida en una forma no encriptada y fácilmente visible.

Las VPN enlazan todo tipo de redes TCP/IP, de manera que si está utilizando redes TCP/IP de Microsoft, bien punto a punto ó cliente/servidor, podrá enlazar sus usuarios y computadores utilizando una VPN. Los routers VPN realizar toda la labor inteligente, de manera que cualquier dispositivo TCP/IP de la red local o remota es accesible. Esto es válido para cualquier PC, servidor, equipo Linux e inclusive una impresora, es decir cualquier dispositivo que utilice TCP/IP.

CAPÍTULO 6.

6. ESTUDIO TÉCNICO Y ECONÓMICO DE LAS ALTERNATIVAS SELECCIONADAS.

Una vez realizado el análisis preliminar de las alternativas propuestas se realiza un estudio técnico-económico de éstas tecnologías, para lo cual se desglosan las principales ventajas y desventajas así como sus costos por el servicio y equipos necesarios para su desarrollo.

Las alternativas de conectividad para la red a diseñarse en el presente Proyecto de Titulación deben cumplir características muy importantes como las siguientes:

- Acceso a los lugares en los que se ubiquen las 37 EMRRs y el Centro de Control.
- Disponibilidad de conexión, al 100% o bajo demanda.
- Velocidad de transmisión de 128 kbps.
- Costo
- Confiabilidad.
- Crecimiento.

6.1 ESTUDIO TÉCNICO PARA VSAT.

Ventajas:

Las características del medio de transmisión satelital, junto con su topología y diseño, otorgan a las redes VSAT unas ventajas específicas frente a otros sistemas de transmisión, entre las que cabe destacar las siguientes:

- Facilidad y rapidez para la puesta en operación y la incorporación de nuevos terminales.
- Costo de los circuitos independiente de la distancia.

- Acceso a lugares donde no está disponible otra infraestructura terrestre, bien por razones físicas o económicas.
- Flexibilidad para la reconfiguración del tráfico, sea crecimiento, disminución o reasignación, las VSAT son fácilmente ampliables frente a redes terrestres que requieren obras de infraestructura para incorporar nuevos nodos.
- Utilización eficiente de la capacidad espacial.
- Alta calidad y disponibilidad de los enlaces.
- Gestión centralizada y dependencia de un único Operador de Servicios.
- Costos de los terminales en clara disminución.
- Permite transmitir grandes volúmenes de información (1 E1) y a velocidades similares a las ofertadas por otras redes.
- Confiabilidad: el equipo remoto VSAT falla en promedio cada 10 años* y pueden operar sin mantenimiento por un número determinado de años, lo cual disminuye el costo operativo.
- Servicios de valor agregado: Un consumidor final de VSATs puede recibir muchos servicios con la misma infraestructura: Datos, TV, educación a distancia, música, publicidad, etc.
- Ofrece una relación costo/beneficio muy favorable, en redes de comunicación a lugares donde las estaciones terrestres no dan un buen servicio.

[Fuente: Apuntes de Comunicaciones Satelitales, Ing. Carlos Egas]

Desventajas.

- Costo en general para la puesta en operación alto.
- Retardos considerables debido a la propagación de la señal desde y hacia el satélite. En principio el tramo espacial tiene una gran retardo (270 ms) y errores abundantes (requiere corrección de errores FEC).
- Mantenimiento más costoso comparado con otro tipo de enlaces, debido a que sus equipos son más complejos.

- Un problema en el sistema VSAT es la interferencia debido a la pequeña apertura de la antena. El ángulo de apertura para una atenuación de 3 dB se define como:

$$\Phi_{3dB} = 70. \frac{c}{D.f} \quad (6.1)$$

Donde: D es el diámetro de la antena en metros, f es la frecuencia en Hz y c ($3 \cdot 10^8$ m/s). Por ello la banda C tiene más interferencia que la banda Ku.

- Los enlaces utilizados son mucho más ruidosos, incrementándose de este modo la probabilidad de error y las pérdidas de datos; reflejándose este comportamiento directamente sobre el número de retransmisiones.

6.1.1 ESTUDIO ECONÓMICO PARA VSAT.

La alternativa analizada debe cumplir con las siguientes características para su contratación:

Se deberá contratar enlaces satelitales entre el Centro de Control (Quito) y las 37 EMRRs ubicadas en diferentes ciudades repartidas a nivel nacional a 64 kbps ó 128 kbps. Utilizando enlaces Clear Channel (SCPC), ya que, éste tipo de comunicación permite utilizar el ancho de banda especificado en forma total y exclusiva por la SUPTEL, para comunicarse entre el Centro de Control y las EMRRs las 24 horas al día; con esta conexión la SUPTEL podrá disponer de canales PERMANENTES de comunicación para la transferencia de datos provenientes del control del espectro radioeléctrico.

Instalación, la misma que deberá incluir:

- Análisis de campo.
- Instalación de equipos.
- Pruebas de funcionamiento.
- Puesta en marcha del servicio de telecomunicaciones.

Mantenimiento y administración de los enlaces y equipos implementados.

6.1.1.1 Características de las soluciones

Los costos que a continuación se presentan corresponden al requerimiento de la red, para disponer de servicios de Telecomunicaciones entre el Centro de Control (Quito) y las EMRRs, de acuerdo a la información obtenida por varios proveedores de este servicio en el mercado nacional, entre ellos cabe destacar RAMTELECOM, QUIKSAT, IMPSAT y SURATEL.

Con base en la descripción técnica entregada, a continuación presentamos los valores referenciales promedio de los diferentes enlaces solicitados:

TABLA N° 6.1
COSTO ESTIMADO DE ENLACES SATELITALES PARA 128 kbps.

Descripción	ENLACE SATELITAL 128 kbps	
	Precio de Instalación USD (\$)	Total / Mes USD (\$)
37 Enlaces Satelitales entre el Centro de Control (Quito) y las 37 EMRRs	76.000,00	41847.00
Renta de antenas en 38 sitios, su electrónica, modem satelital, repuestos, administración y mantenimiento.	-	74290.00
TOTAL USD (\$)	76000.00	116137.00

Requerimientos que deben presentar cada uno de los puntos para la instalación

- Energía eléctrica regulada de 110 V
- Energía de respaldo
- Infraestructura para el montaje de la estación satelital

A los valores de esta alternativa hay que incluir los impuestos de ley 12% IVA y el ICE 15%.

6.1.1.2 Costo total estimado de los enlaces VSAT para 128 kbps:

TABLA N° 6.2
COSTO TOTAL ESTIMADO DE LOS ENLACES Y EQUIPAMIENTO
VSAT PARA 128 kbps.

ITEM	NÚMERO REQUERIDO	COSTO INDIVIDUAL USD (\$)	COSTO PARCIAL USD (\$)
COSTO DE INSTALACIÓN	38	2000	76000
TOTAL INSTALACIÓN TOTAL USD (\$)			76000
ROUTER CISCO 805	37	720	26640
ROUTER CISCO 2600	1	2500	2500
TOTAL EQUIPOS TOTAL USD (\$)			29140
RENTA MENSUAL DE EQUIPOS: ANTENA, MODEM SATELITAL, REPUESTOS, ADMINISTRACIÓN Y MANTENIMIENTO	38	1955	74290
RENTA MENSUAL DEL SERVICIO SATELITAL	37	1131	41847
TOTAL RENTA MENSUAL TOTAL USD (\$)			116137

Para el análisis satelital efectuado se propone el colocar un router en cada uno de los puntos de monitoreo remoto, teniendo en cuenta que no solamente se va a conectar la EMRR, además se adjuntarán equipos tales como: Analizadores de espectro que alcanzan hasta los 40 GHz u otro equipamiento adicional que se requiera y que permita controlar servicios que utilicen bandas de frecuencia superiores; todo el conjunto de equipos conformarán una LAN, donde los resultados de medición obtenidos deberán viajar por el canal de comunicación establecido.

Los costos expuestos no incluyen impuestos, en el caso de la inscripción se debe incluir el 12% del IVA, en la renta mensual se agregará 27 % de impuestos (5% para el deporte, 12% de IVA y 10% Agua Potable) y en el arrendamiento de equipos se debe incluir el 12% del IVA.

6.2 ESTUDIO TÉCNICO PARA FRAME RELAY.

Ventajas

Frame Relay provee de servicio de transporte transparente a protocolos de capas superiores, porque al encapsularlos se elimina la necesidad de conversión de protocolos.

Varias conexiones virtuales pueden compartir un mismo medio de transmisión. Al soportar enlaces lógicos múltiples sobre una misma línea física, se reduce la cantidad de equipos terminales del cliente, esto se traduce en accesos más rápidos a la red para las aplicaciones del usuario final.

Frame Relay ha sido definido para velocidades de hasta 1,544/2,048 Mbps. (T1/E1), aunque esto sin duda es algo temporal. El extenso y variado rango de velocidades permite una mayor flexibilidad y aumenta la disponibilidad de ancho de banda para aquellas aplicaciones que así lo requieran.

Costo bajo comparado a otros servicios digitales en el mercado por ejemplo líneas dedicadas con Clear Channel.

Desventajas

Trabajar con líneas Frame Relay proporciona una conexión con una calidad de servicio inmejorable usando otras tecnologías, si bien resulta bastante más caro, pues se requiere equipamiento (hardware) en ambos extremos.

No hay soluciones reales dentro de la red Frame Relay para ofrecer servicios a aplicaciones que son sensibles al retardo (al menos de forma estándar).

Dado que Frame Relay está orientado a conexión, todas las tramas siguen la misma ruta a través de la red, basadas en un identificador de conexión pero de existir pérdida de tramas (éstas no contienen números de secuencia), no hay

manera de asegurar que los datos una vez fragmentados, sean reensamblados en el orden correcto; además las redes orientadas a conexión son susceptibles de perderla en el destino si el enlace entre el nodo conmutador de dos redes falla.

Aún cuando la red intente recuperar la conexión, deberá de ser a través de una ruta diferente, lo que origina un cambio en la demora extremo a extremo y puede no ser lo suficientemente rápido como para ser transparente a las aplicaciones.

La disponibilidad de Frame Relay está limitada a las ciudades en las que los proveedores de este servicio puedan proporcionarlo.

6.2.1 ESTUDIO ECONÓMICO.

Parámetros de Contratación

A la hora de contratar un enlace Frame Relay, hay que tener en cuenta varios parámetros:

El primero de ellos es la velocidad máxima del acceso (**Vt**), que dependerá de la calidad o tipo de línea empleada.

El **CIR** (velocidad media de transmisión o **Committed Information Rate**), que es la velocidad que la red se compromete a servir como mínimo. Se contrata un CIR para cada PVC o bien se negocia dinámicamente en el caso de SVC's.

El **Committed Burst Size (Bc)**, que es el volumen de tráfico alcanzable transmitiendo a la velocidad media de transmisión (CIR).

Por último la ráfaga máxima o **Excess Burst Size (Be)**, que es el volumen de tráfico adicional sobre el volumen alcanzable.

Para el control de todos estos parámetros se fija un intervalo de referencia (**tc**). Así, cuando el usuario transmite tramas, dentro del intervalo **tc**, a la velocidad

máxima (V_t), el volumen de tráfico se acumula y la red lo acepta siempre que este por debajo de B_c , pero si se continúa transmitiendo hasta superar B_c , las tramas empezarán a ser marcadas mediante el bit DE (serán consideradas como desechables). Por ello, si se continúa transmitiendo superando el nivel marcado por B_c+B_e , la red no admitirá ninguna trama más.

Los costos que a continuación se presentan corresponden al requerimiento de la red, para disponer de servicios de Telecomunicaciones entre el Centro de Control (Quito) y las EMRRs, de acuerdo a la información obtenida de varios proveedores de este servicio en el mercado nacional, entre ellos cabe destacar ANDINADATOS, INTEGRAL-DATA, TRANSFERDATOS.

Con base en la descripción técnica entregada, a continuación presentamos los valores referenciales promedio de los diferentes enlaces solicitados:

TABLA N° 6.3
TARIFAS MENSUALES PARA CIRCUITOS FRAME RELAY.

VELOCIDAD (kbps)		TARIFA MENSUAL EN DÓLARES (USD (\$))		
		LÍNEA TELEFÓNICA		
BURST	CIR	LOCAL	REGIONAL	NACIONAL
1024	768	950	2800	4275
768	512	800	2360	3600
512	384	600	1770	2700
384	256	450	1330	2025
256	128	250	740	1025
128	64	140	410	630
128	32	126	365	555
64	32	118	340	520
64	19.2	112	325	495
64	9.6	103.6	300	456
32	19.2	103.6	300	456
32	9.6	94	270	410
19.2	9.6	76	220	335

TABLA N° 6.4
TARIFAS DE INSCRIPCIÓN DE CIRCUITOS PARA TRANSMISIÓN DE DATOS.

Tipo de Enlace	LOCAL	REGIONAL	NACIONAL	INTERNACIONAL
DERECHO DE INSCRIPCIÓN EN DÓLARES (USD (\$))	250	400	500	1500

Los costos expuestos no incluyen impuestos, en el caso de la inscripción se debe incluir el 12% del IVA, en la renta mensual se agregará 27 % de impuestos (5% para el deporte, 12% de IVA y 10% Agua Potable) y en el arrendamiento de equipos se debe incluir el 12% del IVA.

En los costos detallados se considera únicamente el equipo terminal (módem), y no los equipos adicionales como routers.

6.2.2 COSTO ESTIMADO DE LOS ENLACES:

En el análisis efectuado en el capítulo 3 se determinó que es necesario utilizar 37 EMRR para realizar el monitoreo remoto a nivel nacional, por lo tanto el número de enlaces Frame Relay a contratar es de 34, ya que, en Galápagos se utiliza un enlace satelital y en Morona Santiago una red Inalámbrica para acceder a un único nodo Frame Relay ubicado en la Provincia de Cañar.

Cada EMRR debe utilizar un router para acceder a la Red Frame Relay y de esta forma conectarse al Centro de Control, por lo tanto se requiere de un router central y de 36 routers adicionales (uno por cada EMRR).

TABLA N° 6.6
COSTO TOTAL ESTIMADO DE LOS ENLACES FRAME RELAY.

DESCRIPCIÓN		NUMERO REQUERIDO	COSTO INDIVIDUAL USD (\$)	COSTO PARCIAL USD (\$)
ROUTER CISCO 805		36*	720	25920
ROUTER CISCO 2600		1	2500	2500
TOTAL EQUIPOS USD (\$)				28420
INSCRIPCION	LOCAL	3	250	750
	REGIONAL	15	400	6000
	NACIONAL	16*	500	8000
TOTAL INSCRIPCIÓN USD (\$)				14750
RENTA MENSUAL	LOCAL	3	250	750
	REGIONAL	15	740	11100
	NACIONAL	16*	1025	16400
TOTAL RENTA MENSUAL USD (\$)				28250

* No se incluye a Galápagos, porque para la conexión se utilizará un enlace satelital.

Los costos referenciales de los equipos que se detallan en las tablas anteriores y posteriores provienen del mercado nacional, de empresas tales como: UNYSISdata, UNIPLEX, ISEYCO.

6.3 CARACTERÍSTICAS DE SPREAD SPECTRUM.

6.3.1 CONSIDERACIONES PREVIAS.

Considerando que los nodos de Frame Relay no están disponibles en todas las ciudades en las que se ubicarán las EMRR es necesario acceder al servicio desde la ciudad más cercana (dentro del área permitida ó área simultánea de cobertura), mediante un enlace de última milla, para este diseño el enlace adicional se lo realizará únicamente utilizando tecnología Spread Spectrum a la frecuencia de 5.8 GHz (radioenlace).

La transmisión de señales con espectro ensanchado es mucho más resistente a las interferencias de banda estrecha que otros tipos de transmisión.

La señal es difícilmente detectable, ya que su nivel de potencia queda muy reducido por su dispersión espectral. Sólo después de la transformación de desensanchado, ésta recupera la relación señal a ruido suficiente para su demodulación.

En el caso de que se detecte la señal, la transmisión es ininteligible para el que no conozca la señal pseudoaleatoria utilizada para el ensanchado del espectro.

La transmisión es resistente a las interferencias por multicamino (*multipath*), porque aunque se trate de una interferencia de la señal sobre sí misma, tiene consecuencias parecidas a cualquier otra interferencia de banda estrecha.

Es posible la transmisión simultánea de varias señales de espectro ensanchado por el mismo medio, ya que siempre que se cumplan ciertas condiciones, por ejemplo, que las señales pseudoaleatorias generadas sean aproximadamente

incorreladas unas respecto de otras, la transmisión es resistente a las interferencias de unos canales sobre otros.

La modulación Spread Spectrum ofrece una mayor velocidad de transmisión de datos que los sistemas de banda angosta.

FHSS está limitado a 2Mbps y se recomienda en aplicaciones muy específicas. Para las demás redes, DSSS es una mejor opción ya que soporta velocidades de 11Mbps.

6.3.1.1 ¿Spread Spectrum ó Microondas?

Los enlaces de microondas utilizan una parte de la banda de UHF (Anexo N° 1), son concesiones a título primario, es decir que cuando un sistema interfiere el enlace, el sistema interferente debe resolver la interferencia o salir de la banda.

Estos enlaces son muy costosos porque requieren de varios saltos para cubrir grandes distancias (más equipamiento), además de requerir línea de vista; el pago por el derecho de concesión y el costo mensual por el uso de frecuencias.

En cambio los sistemas de Espectro Ensanchado únicamente requieren un costo por inscripción anual y son concesiones a título secundario, es decir, si éste sistema interfiere a otro entonces debe salir de la frecuencia utilizada, éste tipo de inconvenientes se dan esporádicamente y son debidos a una mala implementación; como ventajas éstos sistemas permiten alcanzar grandes distancias (50km, varía dependiendo del fabricante); adicionalmente los equipos no son muy costosos.

6.3.2 DESCRIPCIÓN DE LOS EQUIPOS.

a. Radios para Spread Spectrum.

- Radio Digital
- Capacidad: desde 56 a 512 kbps.

- Modulación: Spread Spectrum, QPSK.
- Banda: 5.8 GHz
- Alimentación: 110 VAC / -48 VDC.
- Interface: V.35

b. Antenas Grid Parabólicas.

- Frecuencia: 5.725 – 5.85 GHz.
- Ganancia: 24 dB.
- Diámetro: 2 pies.

c. Cable V.35 punto a punto

Cable utilizado para la conexión entre el radio digital y la EMRR.

6.4 ANÁLISIS DE LA SOLUCIÓN MIXTA.

Para determinar el número de enlaces de radio a utilizar, es necesario realizar un análisis preliminar, tomando como punto de partida las ciudades en las que existe el servicio de Frame Relay.

En la ciudad a conectar, los proveedores de éste servicio, solicitan tener necesariamente un número telefónico referencial y la dirección respectiva, para determinar si el enlace es DIRECTO ó si existe FACTIBILIDAD para la conexión, entonces en este proyecto se utilizó la información de Radiodifusión Sonora (Anexo N° 7) que existe en base de datos IRIS de la SUPTEL. En dicha base se obtuvo los teléfonos y direcciones de las Estaciones de Radio que se encuentran en las ciudades cercanas a la ubicación de las EMRR, con lo cual se obtuvo la siguiente tabla:

TABLA N° 6.7
CIUDADES EN LAS QUE EXISTE EL SERVICIO DE FRÁME RELAY
Y EN LAS QUE EXISTE FACTIBILIDAD DE CONEXIÓN.

ANDINATEL		
PROVINCIAS	CIUDAD	TIPO DE ACCESO
CARCHI	TULCAN	DIRECTO
CARCHI	SAN GABRIEL	DIRECTO
IMBABURA	COTACACHI	FACTIBILIDAD
PICHINCHA	YARUQUI	DIRECTO
PICHINCHA	QUITO	DIRECTO
PICHINCHA	SANTO DOMINGO DE LOS COLORADOS	DIRECTO
COTOPAXI	SALCEDO	DIRECTO
TUNGURAHUA	AMBATO	DIRECTO
ESMERALDAS	ESMERALDAS	DIRECTO
ESMERALDAS	SAN LORENZO	FACTIBILIDAD
CHIMBORAZO	RIOBAMBA	DIRECTO
SUCUMBIOS	NUEVA LOJA	DIRECTO
SUCUMBIOS	TARAPOA	FACTIBILIDAD
BOLIVAR	CALUMA	FACTIBILIDAD
NAPO	BAEZA	FACTIBILIDAD
NAPO	TENA	DIRECTO
ORELLANA	PTO. FCO. ORELLANA	DIRECTO
PASTAZA	PUYO	DIRECTO
PACIFICTEL		
PROVINCIAS	CIUDAD	TIPO DE ACCESO
MANABI	JIPIJAPA	FACTIBILIDAD
MANABI	PORTOVIEJO	DIRECTO
MANABI	BAHIA	DIRECTO
GUAYAS	GUAYAQUIL	DIRECTO
GUAYAS	SALINAS	DIRECTO
EL ORO	MACHALA	DIRECTO
EL ORO	HUAQUILLAS	FACTIBILIDAD
EL ORO	PIÑAS	DIRECTO
GALAPAGOS	PTO. AYORA	FACTIBILIDAD
LOJA	CARIAMANGA	FACTIBILIDAD
LOJA	LOJA	DIRECTO
CAÑAR	AZOGUES	DIRECTO
LOS RIOS	BABAHOYO	DIRECTO
MORONA SANTIAGO	SUCUA	FACTIBILIDAD
MORONA SANTIAGO	MACAS	FACTIBILIDAD
MORONA SANTIAGO	GUALAQUIZA	FACTIBILIDAD
ZAMORA CHINCHIPE	ZAMORA	FACTIBILIDAD
ETAPA		
PROVINCIA	CIUDAD	TIPO DE ACCESO
AZUAY	GIRON	DIRECTO
AZUAY	CUENCA	DIRECTO

[Fuente: ANDINADATOS, TRANSFERDATOS, SURATEL Y ETAPA].

DIRECTO: implica tener acceso directo al nodo Frame Relay.

FACTIBILIDAD: en este tipo de acceso es necesario agregar equipamiento adicional, por ejemplo para Galápagos se requiere un enlace satelital, en Morona Santiago el sistema todavía es analógico y en el resto de ciudades habría que tender pares de cobre adicionales. Este costo se lo añade directamente al usuario en su contrato.

De acuerdo a la Tabla N° 6.7 para realizar la interconexión de las EMRRs a la red Frame Relay, en los lugares en los que se marca con FACTIBILIDAD, se requiere llegar a la ciudad en la que existe este servicio mediante un enlace radioeléctrico, a excepción de Galápagos, a donde se llegará con un enlace Satelital. En éste proyecto de titulación se utiliza únicamente radioenlaces con Spread Spectrum, cuyas simulaciones se encuentran en el Anexo N° 8, a continuación se tabulan las principales características de estos enlaces:

TABLA N° 6.8
LISTADO DE CIUDADES CON FACTIBILIDAD DE CONEXIÓN.

PROVINCIAS	CIUDAD	LATITUD	LONGITUD	ALTURA (m)	TIPO DE ACCESO
IMBABURA	COTACACHI	00°18'25" N	78°16'02" W	2600	FACTIBILIDAD
ESMERALDAS	SAN LORENZO	01°17'46" N	78°49'57" W	1	FACTIBILIDAD
SUCUMBIOS	JAMBELI	00°05'27" N	77°04'50" W	502	FACTIBILIDAD
BOLIVAR	BALZAPAMBA	01°45'45" S	79°10'60" W	800	FACTIBILIDAD
NAPO	COSANGA	00°34'36" S	77°52'07" W	2200	FACTIBILIDAD
MANABI	SUCRE	01°16'20" S	80°25'16" W	200	FACTIBILIDAD
EL ORO	HUAQUILLAS	03°28'33" S	80°13'59" W	14	FACTIBILIDAD
LOJA	CARIAMANGA	04°19'04" S	79°32'51" W	2154	FACTIBILIDAD
MORONA SANTIAGO	HUAMBI	02°31'49" S	78°09'31" W	752	FACTIBILIDAD
MORONA SANTIAGO	MACAS	02°17'56" S	78°08'19" W	1000	FACTIBILIDAD
MORONA SANTIAGO	SAN JUAN BOSCO	03°07'07" S	78°31'20" W	1800	FACTIBILIDAD
ZAMORA CHINCHIPE	ZAMORA	04°03'55" S	78°57'19" W	1000	FACTIBILIDAD

**TABLA N° 6.9
NÚMERO TOTAL DE ENLACES Y EQUIPOS A UTILIZAR.**

Provincia	Ubicación Original	Nueva Ubicación*	Número de Radioenlaces necesarios	Número de Antenas	Número de Radios Digitales
IMBABURA	COTACACHI	COTACACHI	1	2	2
ESMERALDAS	SAN LORENZO	SAN LORENZO	4	8	5
SUCUMBIOS	FRANCISCO DE ORELLANA	JAMBELÍ	1	2	2
BOLÍVAR	CALUMA	BALZAPAMBA	1	2	2
NAPO	BAEZA	COSANGA	2	4	3
MANABÍ	JIPIJAPA	SUCRE	1	2	2
EL ORO	HUAQUILLAS	HUAQUILLAS	1	2	2
LOJA	CARIAMANGA	CARIAMANGA	2	4	3
MORONA SANTIAGO	SUCUA	HUAMBI	6	12	7
	MACAS	MACAS			
	GUALAQUIZA	SAN JUAN BOSCO			
ZAMORA CHINCHIPE	ZAMORA	ZAMORA	3	6	4
TOTAL			22	44	32

* Esta nueva ubicación se encuentra dentro del área de intersección válida para colocar la EMRR, Capítulo 4. Ubicación de las EMRR, Anexo N° 4. Simulaciones de Propagación.

6.4.1 COSTOS DE LOS EQUIPOS A UTILIZAR EN EL ENLACE.

**TABLA N° 6.10
COSTOS DE LOS EQUIPOS A UTILIZAR EN EL ENLACE**

	Número necesario	COSTO UNITARIO (USD (\$))	COSTO TOTAL (USD (\$))
RADIOS	32	4900	156800
ANTENAS	44	820	36080
CABLES V.35	12	100	1200
FUENTE AC/DC	32	174	5568
INSTALACIÓN Y EQUIPAMIENTO ADICIONAL	32	800	2560
TOTAL USD (\$)			202208

6.4.2 COSTO TOTAL DE LA SOLUCION MIXTA: FRAME RELAY + RADIOENLACE (SPREAD SPECTRUM).

TABLA N° 6.11
COSTO TOTAL DE LA SOLUCION MIXTA

	EQUIPOS(USD (\$))	INSCRIPCIÓN(USD (\$))	SUBTOTAL(USD (\$))
FRAME RELAY	29140	15750	44890
RADIOENLACE (Spread Spectrum)	202208	**	202208
COSTO TOTAL INSCRIPCIÓN + EQUIPOS USD (\$)			247098
RENTA TOTAL MENSUAL USD (\$)			30300

** La SUPTEL únicamente se inscribe como una red privada, en el Registro correspondiente.

6.5 ANÁLISIS TÉCNICO PARA LAS VPNs

Ventajas.

Las VPNs unen oficinas remotas a través de Internet, la ubicación de las oficinas es indiferente; pueden estar a ambos lados de una calle, en la misma ciudad o en cualquier lugar del mundo.

La escalabilidad es buena ya que soportan múltiples túneles simultáneos.

Las oficinas remotas pueden configurarse rápidamente; uniones remotas de carácter temporal pueden establecerse con facilidad.

Ahorro de grandes sumas de dinero al no contratar líneas dedicadas, lo que se utilizará son líneas dial-up para la conexión a Internet.

La conexión no necesita tener un controlador PPTP, la EMRR solamente realiza una conexión PPP al grupo de módems o al servidor de comunicaciones. El servidor de comunicaciones o el grupo de módems tienen que implementar PPTP para la comunicación con el servidor de acceso remoto.

Se utiliza encriptación de alto nivel IPsec, la conexión a través de Internet es cifrada y segura. Los datos confidenciales quedan ocultos a los usuarios de Internet, pero los usuarios apropiados pueden tener acceso a ellos a través de la VPN.

Compatibilidad con Protocolos de Red más comunes (incluidos TCP/IP, IPX y NetBEUI), puede ejecutar de forma remota cualquier aplicación que dependa de estos protocolos de red específicos.

Como la VPN está cifrada, las direcciones que especifique están protegidas e Internet solamente ve las direcciones IP externas. Para las organizaciones que tengan direcciones IP internas sin normas, las repercusiones pueden ser notables, ya que el cambio de direcciones IP para el acceso remoto a través de Internet no genera costos administrativos adicionales.

Desventajas.

La disponibilidad y el rendimiento de una organización VPN de área amplia (sobre el Internet en particular) dependen de factores que están fuera de su control. Los problemas de conectividad IP, del establecimiento de la conexión de acceso remoto y del enrutamiento generalmente caben dentro de las siguientes categorías:

- El intento de conexión es rechazado cuando debería de ser aceptado.
- No se pueden acceder localizaciones más allá del servidor VPN.
- No se puede establecer un túnel.

Las VPNs requieren un profundo conocimiento de las reglas de seguridad en la red pública y tener en cuenta precauciones para su desarrollo.

Las tecnologías VPN de diferentes vendedores a menudo no trabajan bien juntas debido a estándares no muy desarrollados o de facto (compatibilidad entre equipos).

La VPN necesita (para nuestro caso) tener una conexión al Internet por cada EMRR para que se creen los túneles necesarios y poder de esta forma transmitir la información, una alternativa es contratar enlaces dedicados en cada localidad (acceso de última milla), pero se pagaría mensualmente la tasa de Internet y el alquiler de la línea dedicada lo que la hace más costosa. El costo de una línea dedicada para Internet es similar al de una línea dedicada para la transmisión de datos.

Al utilizar VPNs con conexiones dial-up la transmisión de datos se vuelve inestable, esto se debe a que por lo general se utilizan modems internos, una alternativa para minimizar éste efecto sería incorporar modems externos con lo cual se logra una conexión afianzada, para conexiones en la Sierra efectivamente se logra 33.6 kbps, en la Costa de 19.2 a 24 kbps*, las velocidades varían dependiendo de la calidad de las líneas telefónicas. Por lo tanto lo que se sacrifica al usar una conexión dial-up es la aplicación en tiempo real.

*Fuente: UNIPLEX

Adicionalmente, si en la etapa autenticación se tienen passwords muy extensos, existirá un mayor procesamiento y retardos en el establecimiento de la conexión VPN, lo mismo ocurre con el throughput, pues existen más bits añadidos por encriptación e integridad lo que aumenta el tamaño de la información enviada.

6.6 COSTO DEL SERVICIO DE INTERNET PARA EL CENTRO DE CONTROL (QUITO).

Para el diseño de la red utilizando VPNs, el único enlace con línea dedicada para la conexión a Internet será el del centro de Control, para el resto de enlaces se realizarán utilizando conexiones dial-up. Por ser un único enlace se estima conveniente contratar una línea dedicada Clear Channel.

De los proveedores del servicio de Internet (ISPs) locales se obtuvo varias propuestas, el acceso de última milla como ya aclaramos es con un Clear

Channel, entre los ISPs consultados tenemos: PANCHONET, EASYNET, INTEGRAL-DATA, ANDINANET.

TABLA N 6.12
COSTO DE ACCESOS DE ULTIMA MILLA A 128 kbps E INTERNET.

ENLACE DE 128 kbps	
DESCRIPCIÓN DEL PRODUCTO	VALOR (USD (\$))
VALOR DE INSCRIPCIÓN	100
VALOR INSCRIPCIÓN ÚLTIMA MILLA	400
TOTAL INSCRIPCIÓN	500
INTERNET MENSUAL	833
ÚLTIMA MILLA MENSUAL (CLEAR CHANNEL)	400
ALQUILER DE EQUIPO	100
TOTAL MENSUAL	1333

TABLA N .6.13
COSTO POR ENLACE DIAL-UP

ENLACE DIAL-UP			
DESCRIPCIÓN	NÚMERO	VALOR (USD (\$))	SUBTOTAL
INTERNET MENSUAL	37	18	666
TOTAL MENSUAL (USD (\$))			666
COSTO DE LA LINEA TELEFONICA	37	110*	4070
EQUIPOS ADICIONALES (MODEMS EXTERNOS-ACCURA)	37	120	4440
TOTAL EQUIPOS Y LÍNEAS TELEFÓNICAS (USD (\$))			8510

* depende de la disponibilidad de líneas telefónicas en el sector, si la línea va a ser utilizada residencialmente o comercialmente y de la empresa de Telefonía (Andinatel, Pacifictel, Etapa), el valor mostrado es un promedio.

Al costo mensual de Internet se debe añadir el costo por llamada telefónica, ya sea local, regional o nacional.

TABLA N° 6.14
COSTO TOTAL DE LA SOLUCION VPN

		TOTAL MENSUAL (USD (\$))	TOTAL UNA SOLA VEZ (USD (\$))
EMRRs	COSTO DEL SERVICIO MENSUAL	666	
	COSTO DE LOS EQUIPOS		8510
CENTRO DE CONTROL	COSTO DE INSTALACIÓN E INSCRIPCIÓN		500
	COSTO DEL SERVICIO MENSUAL	1333	
TOTAL (USD (\$))		1999	9010

6.7 EVALUACION DE LAS ALTERNATIVAS ANALIZADAS, PRO Y CONTRAS.

6.7.1 EVALUACIÓN PARA VSAT.

Considerando el número de terminales VSAT que se utilizan en éste diseño, la alternativa VSAT resulta muy costosa pero técnicamente satisface los requerimientos de ubicación y rápida implantación de la red, ya que sólo se necesita instalar los equipos, apuntar las antenas al satélite y configuración de la red.

Debido a que los costos de implementación son altos (Tabla N° 6.2), no se justifica económicamente la inversión y se concluye que la solución mediante enlaces VSAT no es adecuada.

6.7.2 EVALUACIÓN PARA LA ALTERNATIVA MIXTA: FRAME RELAY + RADIOENLACE (SPREAD SPECTRUM).

Esta alternativa de interconexión de la red, presenta un problema relacionado con la existencia o no de nodos Frame Relay en las ciudades en las que se determinó

ubicar las EMRR, para suplir esta deficiencia es necesario acceder a un nodo cercano mediante un radioenlace usando Spread Spectrum, lo cual hace que ésta alternativa se encarezca.

Con la adición de un enlace de radio se cumple con el requerimiento de flexibilidad en cuanto a la ubicación de la EMRR y con el resto de especificaciones técnicas.

6.7.3 EVALUACIÓN PARA VPN.

Las VPNs poseen un sinnúmero de ventajas y aplicaciones, pero, una VPN funciona muy bien en lugares en donde se tiene una infraestructura para conexión a Internet bien establecida (últimas millas), en nuestro diseño resulta muy costoso, porque se tiene que arrendar un enlace dedicado (sea Frame Relay o Clear Channel), una conexión a Internet y los equipos finales para la transmisión de la información proveniente de las EMRRs.

Para reducir el costo que involucra una línea dedicada conviene utilizar VPNs con acceso remoto vía dial-up, pero en este tipo de acceso se reduce considerablemente el ancho de banda, por lo tanto las aplicaciones en tiempo real desaparecen, es decir que la transmisión de la información se la haría en forma diferida, ya sea en forma de archivos grandes o utilizando correo electrónico.

En conclusión la alternativa VPN se descarta debido al alto costo que involucra si se contratasen líneas dedicadas además si se usan conexiones dial-up su ancho de banda reducido no permite aplicaciones de transmisión de información en tiempo real, la cuales son necesarias para el control del espectro radioeléctrico.

6.7.4 CONCLUSIÓN.

Del análisis anterior se concluye que la alternativa más adecuada y que cumple con los requerimientos de diseño es: Frame Relay + Radioenlace (Spread Spectrum), de la cual se realizará la Ingeniería de Detalle correspondiente.

CAPÍTULO 7.

7. INGENIERÍA DE DETALLE DE LA ALTERNATIVA PROPUESTA.

7.1 FUNCIONES DE CONTROL DE LAS EMRRS.

La configuración técnica de las redes y sistemas inalámbricos, depende fundamentalmente de varios parámetros como:

- tecnología de la infraestructura técnica,
- características de la banda de frecuencia,
- tipo de servicio,
- características topográficas donde se implementa el sistema,
- cobertura geográfica,
- tipos de usuarios y su distribución dentro del área de servicio.

Sobre la base de lo expuesto, cada uno de los sistemas posee sus propias características en relación con la distribución de su infraestructura técnica, pudiendo en unos casos estar confinada en un área local que coincide con la cobertura del servicio que soporta y en otros casos, conformar una red que abarca varias áreas de servicio, tal es el caso de los sistemas que cubren más de una región dentro del país o que cubren todo el país.

Dependiendo de las características de cada tipo de sistema en general se identifican dentro de los centros urbanos las siguientes configuraciones:

1. Radiodifusión sonora y de TV:

- a. Enlace radioeléctrico entre estudio y transmisor.

- b. Sistema transmisor ubicado en un sitio que permite cubrir la zona poblada o área de servicio.
- c. Sistemas de comunicaciones de espectro ensanchado con antena de transmisión omnidireccional que difunde una señal en un área determinada dentro de la zona urbana.

2. Servicio Fijo:

- a. Enlaces radioeléctricos punto a punto dentro de la ciudad
- b. Enlaces radioeléctricos punto a multipunto dentro de la ciudad
- c. Enlaces radioeléctricos punto a punto entre la ciudad y un sitio que está fuera de la ciudad y que cubre la zona urbana o de servicio
- d. Enlace radioeléctrico punto a multipunto entre un sitio que está fuera de la ciudad y que cubre la zona urbana o de servicio y la ciudad

3. Servicio Móvil:

- a. Sistemas de operación en modo simplex del servicio de comunicaciones móvil terrestre. Comunicación entre estaciones móviles o entre estaciones fijas o entre estaciones fijas y móviles del servicio dentro de la ciudad
- b. Sistemas de operación en modo semidúplex del servicio de comunicaciones móvil terrestre. Comunicaciones entre estaciones móviles, fijas y portátiles a través de un sistema de repetición ubicado en un sitio que está fuera de la ciudad y que cubre la zona urbana

4. Servicio de telefonía móvil celular:

- a. Enlace radioeléctrico punto a punto entre estaciones base dentro de la ciudad.

- b. Enlace radioeléctrico punto a punto entre estaciones que se encuentran dentro de la ciudad y una estación ubicada en un sitio que está fuera de la ciudad y que cubre la zona urbana o rural de servicio.
- c. Comunicaciones entre terminales móviles y estaciones base ubicadas dentro de la ciudad o fuera de ella.

5. Configuraciones comunes en zonas rurales:

- a. En casos muy especiales pueden encontrarse sistemas que son comunes en las zonas urbanas como los servicios móviles terrestres.
- b. Los sistemas más frecuentes son los enlaces radioeléctricos punto a punto que pertenecen a sistemas de enlaces de televisión abierta, enlaces de datos y enlaces entre sistemas de radiocomunicaciones, cuyas estaciones están ubicadas en cerros que cubren varias áreas de servicio.
- c. Sistemas de recepción y estaciones base del servicio telefónico móvil celular.
- d. Comunicaciones entre terminales móviles y estaciones base ubicadas en zonas rurales.
- e. Los sitios donde se ubican las estaciones transmisoras y repetidoras albergan una gran cantidad de este tipo de estaciones que pertenecen a diferentes servicios, principalmente por las facilidades de acceso y disponibilidad de servicios de alimentación de energía eléctrica, además de las condiciones aptas para la transmisión de señales, sobre todo por las ventajas de cobertura, debido a la altura sobre el nivel del mar.

Debido a que las EMRR van a realizar funciones de control en las configuraciones de los sistemas descritos, deben cumplir con las siguientes características:

- a) Los requerimientos esenciales están basados en la recomendación UIT-R SM-1392-1. Se considera la mencionada recomendación como el requerimiento mínimo.

- b) El equipamiento debe corresponder al estándar tecnológico internacional en materia de detección, monitoreo, supervisión y medidas de señales radioeléctricas.
- c) El equipo corresponde a un sistema especializado para llevar a cabo las tareas prácticas de monitoreo y supervisión del espectro radioeléctrico.
- d) La funcionalidad y aplicaciones del sistema deben constituirse en el fundamento para el cumplimiento de las tareas que debe llevar a cabo el servicio de comprobación técnica de las emisiones radioeléctricas especificadas en la Recomendación UIT-R SM-1050. de la UIT.
- e) El conjunto de tareas de medidas de parámetros técnicos de señales radioeléctricas, monitoreo y supervisión del Espectro radioeléctrico debe desempeñarse en concordancia con las Recomendaciones, regulaciones y reportes técnicos relevantes en el ámbito de la materia generados por la UIT.

7.2 COMPONENTES GENERALES DE LAS EMRR.

Se requieren los siguientes componentes:

1. Sistema de recepción de monitoreo digital
2. Sistema de antenas
3. Receptor DDF con antena asociado
4. Configuración mínima de la estación de trabajo:
 - Procesador: Pentium IV: 1.3 GHz – 2.2 GHz
 - RAM: 256 MB
 - Disco Duro (HD): 40 GB – 80 GB
5. Software de monitoreo de espectro
6. Equipo de monitoreo transportable

TABLA N° 7.1
ESPECIFICACIONES TÉCNICAS DE LAS EMRRs.

Parámetros Funcionales	Especificaciones	Requerimientos
Control	Monitoreo, supervisión y medida de señales radioeléctricas.	Funciones operacionales especializadas.
Facilidades	<ol style="list-style-type: none"> 1. Unidad de control y exhibición de espectro de frecuencias. 2. Monitoreo de frecuencias específicas. 3. Rastreo de frecuencias y preselección por banda. 4. Medida de parámetros técnicos. 5. Mediciones de ocupación. 6. DF (Direction Finding) 7. Evaluación gráfica y numérica de resultados de medidas. 8. Creación de reportes. 9. Identificación de señales. 10. Almacenamiento de audio, imagen espectral y valores de medidas. 11. Conversión de unidades de medidas. 12. Unidad de alimentación de energía. 	Operación combinada hardware y software.
Rango de frecuencias del sistema receptor de monitoreo	100 kHz - 3 GHz	El rango de frecuencias debe incluir todos los servicios de radiocomunicaciones explotados en las bandas indicadas.
Sistema de antenas de recepción	100 kHz – 3 GHz	En conformidad con el sistema de recepción.
Modos de operación	<ol style="list-style-type: none"> 1. Modos de operación directa: <ol style="list-style-type: none"> a. Interactivo b. Automático c. Básico 2. Modos de operación remota <ol style="list-style-type: none"> a. Control en línea b. Operación en modo lotes c. Multitarea cooperativa 	El sistema permitirá el modo de operación de acuerdo a las necesidades del operador.

**TABLA N° 7.1
ESPECIFICACIONES TÉCNICAS DE LAS EMRRs (CONTINUACIÓN).**

Parámetros Funcionales	Especificaciones	Requerimientos
Medidas de parámetros técnicos.	<ol style="list-style-type: none"> 1. Frecuencia 2. Intensidad de campo y densidad de flujo de potencia. 3. Anchura de banda. 4. Profundidad de modulación (Señales AM). 5. Desviación de frecuencias (Señales FM). 6. Análisis espectral. 7. Medidas de ocupación de espectro. 8. Valores de emisiones no esenciales 9. Niveles de subportadoras. 	<ol style="list-style-type: none"> 1. Medidas en concordancia con las recomendaciones UIT-R. 2. Medidas en tiempo real y diferenciado. 3. Intercepción, demodulación, grabación y análisis de señales. 4. Libre determinación del nivel umbral de recepción señales. 5. Libre determinación de los pasos de frecuencia.
Medidas de señales digitales	<ol style="list-style-type: none"> 1. Intensidad de campo 2. Bit Error Rate (BER). 3. C/I Relación Portadora a Interferencia 4. Respuesta impulso del canal. 5. Medida de espectro transmitido. 6. Pruebas de recepción. 	<ol style="list-style-type: none"> 1. La intensidad de campo provee información acerca de la cobertura electromagnética. 2. El BER, es una medida de la calidad de recepción en las pruebas de recepción. 3. La relación señal / Interferencia, permite identificar todas las posibles causas de interferencia: <ul style="list-style-type: none"> • Interferencia Co-canal y de canal adyacente. • Ruido, Interferencias extrañas • Propagación por multitrayecto y reflexión. 4. La medida de espectro transmitido, determina la máscara o límite de medición requerido. 5. La respuesta impulso de canal, permite chequear la sincronización de redes. 6. Los transmisores no sincronizados son potencialmente interferentes en redes que operan en una frecuencia.

TABLA N° 7.1
ESPECIFICACIONES TÉCNICAS DE LAS EMRRs (CONTINUACIÓN).

Parámetros Funcionales	Especificaciones	Requerimientos
Medidas especiales	<ul style="list-style-type: none"> • Coordenadas geográficas. • Altura sobre el nivel del mar. 	Operación con referencia a un GPS.
Demodulación analógica / digital	CW, AM, FM, SSB, NFM, WFM / MSK, PSK, BPSK, QPSK, FSK, QAM.	A/D y módulo DSP, con filtros digitales de frecuencia intermedia.
Funciones de rastreo.	<ul style="list-style-type: none"> • Rastreo de frecuencias, discretas y por banda. • Selección discreta de pasos de frecuencias 	<ol style="list-style-type: none"> 1. Búsqueda de frecuencias activas en rangos predefinidos. 2. Función activa en todos los modos de operación.
Almacenamiento de datos.	Almacenamiento de resultados de medida y generación de reportes.	Drivers de equipos periféricos. Impresoras y PC'S.
Power Supply	<ol style="list-style-type: none"> 1. 110V +/- 5%, 60 Hz 2. Fuente de alimentación alternativa. 	Normalización para el Ecuador

TABLA N° 7.2
CARACTERÍSTICAS DEL SOFTWARE DE MONITOREO

Características Generales	<ul style="list-style-type: none"> • Interfaz hombre – máquina, estándar. • Amigable • Clara identificación de funciones. • Visualización del espectro de frecuencias. • Fácil lectura de resultados. • Visualización gráfica y numérica de resultados. • Adaptación de módulos adicionales. (Crecimiento del sistema). 	
Características técnicas.	Objetivo Principal	Medir, monitorear, y ejecutar la tarea de radiogoniometría en estaciones fijas o móviles o controladas remotamente.
	Aplicación directa cliente-servidor, identificando una unidad de medida (servicio) y una unidad de control (Cliente).	Protocolo de red: TCP/IP

TABLA N° 7.2
CARACTERÍSTICAS DEL SOFTWARE DE MONITOREO (CONTINUACIÓN)

Características técnicas.	Módulos	<ul style="list-style-type: none"> • Administración de datos. • Manejo de gráficos. • Configuración. • Interfaces de software estándar • Aplicación de varios modos de medida. • Manejadores de equipos como analizadores, receptores, decodificadores, grabadoras, y antenas. • Interfaces de software para operación remota. • Interfaz estándar de datos. • Interfaz a la base de datos de Gestión del espectro radioeléctrico.
---------------------------	---------	---

Como una alternativa se anexa las especificaciones técnicas de un sistema de monitoreo de la marca Rohde&Schwarz, específicamente el modelo TMS-200 que utiliza el software de operación y gestión ARGUS, el cual cumple con los requerimientos establecidos. (Anexo N° 9).

7.3 CENTRO DE CONTROL.

7.3.1 CARACTERÍSTICAS.

TABLA N° 7.3
CARACTERÍSTICAS DE LA ESTACION DE CONTROL DEL SISTEMA

ESTACION DE CONTROL DEL SISTEMA	
FUNCION	ESPECIFICACIONES
Manejo del software de monitoreo y control del sistema	<ul style="list-style-type: none"> • Procesador de última generación a la fecha de entrega del sistema. • Requerimiento mínimo: Pentium IV, mayor o igual que 1.8 GHz. • RAM mayor o igual que 256 MBytes. • Disco Duro (HD): mayor o igual que 60 GBytes • Interfaces: Mínimo 1 puerto serial, un puerto paralelo, 2 puertos USB. • Teclado Latinoamericano o español. • Unidad de CD-Writer. • tarjeta de sonido Full Dúplex Sistema Operativo Windows 2000 profesional o Windows XP profesional (última versión).

TABLA N° 7.3 CARACTERISTICAS DE LA ESTACION DE CONTROL DEL SISTEMA (CONTINUACIÓN)		
SUBSISTEMA DE RECEPCION		
FUNCION	ESPECIFICACIONES	OBSERVACION
RECEPCION DE SEÑALES	10 kHz – 3 GHz	Bandas: VLF, LF, MF, HF, VHF, UHF.
DETECCION DE SEÑALES	Que permita detectar: <ul style="list-style-type: none"> • Señales convencionales. • Señales de corta duración. • Señales TDMA, CDMA, FDMA. • Libre determinación de niveles de recepción. 	Amplio rango de recepción. Doble sintonización Ancho de banda suficiente para todos los tipos de sistemas analógicos y digitales. Referencia adicional: Rec. UIT-R SM 1055.
BUSQUEDA Y RASTREO	Que permita la realización de las siguientes operaciones dentro del rango de recepción definido: <ul style="list-style-type: none"> • Rastreo de una frecuencia. • Rastreo de frecuencias seleccionadas. • Rastreo de frecuencias en rangos predefinidos. • Libre determinación de pasos de frecuencia. 	Para búsqueda por rangos de frecuencia se requiere un mínimo de 100 canales en memoria. Velocidad de búsqueda mayor que 5GHz/s.
SUBSISTEMA DE ANTENAS		
RECEPCION DE SEÑALES RADIOELECTRICAS	Rango de frecuencias: 100 kHz - 3 GHz. Cumpliendo las siguientes características: <ul style="list-style-type: none"> • Operación activa. • Arreglo de acuerdo al rango de frecuencias preestablecido. • Alta sensibilidad (mejor que -17 dB (uV/m)). • Amplio rango de frecuencias. • Plano de polarización seleccionable. • Patrón de radiación simétrico. • Transportable. 	Requerimiento mínimo: Manual de Comprobación Técnica del Espectro (UIT 2002 ó última edición)
SUBSISTEMA DE MEDICIONES Y VISUALIZACION DEL ESPECTRO		
MEDICION DE PARAMETROS TECNICOS	<ul style="list-style-type: none"> • Frecuencia. • Intensidad de campo. • Densidad de flujo de potencia. • Ancho de banda. • Profundidad de modulación. • Desviación de frecuencia. 	Requerimiento mínimo: recomendaciones UIT-R SM 377, SM 378, SM 443, SM 182, SM 328, SM 854.
MEDICIONES DE OCUPACION DE FRECUENCIAS	<ul style="list-style-type: none"> • Que permita el monitoreo automático de la ocupación del espectro de frecuencia. • Ocupación del canal respecto del tiempo. 	Requerimiento mínimo: Recomendación: UIT-R SM 182-4 y Manual de Comprobación Técnica del Espectro UIT 2002.

TABLA N° 7.3 CARACTERISTICAS DE LA ESTACION DE CONTROL DEL SISTEMA (CONTINUACIÓN)		
SUBSISTEMA DE MEDICIONES Y VISUALIZACION DEL ESPECTRO		
DEMODULACION	<p>Que permita demodular los siguientes formatos: Analógicos y digitales: CW, AM, LSB, USB, FM, SSB, ISB, ASK, FSK, PSK, IQ, Y TRANSMISION DE PULSO para los rangos de frecuencias VLF/LF/HF/VHF/UHF.</p>	<p>Audio monitoreo (escucha). Selección digital de IF con el soporte de procesamiento digital de señales.</p>
ANALISIS ESPECTRAL	<p>Que permita visualizar:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Imagen espectral de señales radioeléctricas. • Medidas de parámetros técnicos de la señal radioeléctrica a partir de su imagen espectral. • Actualización dinámica de la imagen de señales presentes en el espectro. • Reproducción de datos e imágenes en tiempo real. • Impresión de imagen espectral. 	<ul style="list-style-type: none"> • Representación de señales en los dominios del tiempo, frecuencia y fase. • Espectro de frecuencia. • Análisis de señales. • Análisis de intermodulación.
ALMACENAMIENTO DE DATOS Y GENERACION DE REPORTES	<ul style="list-style-type: none"> • Grabación de audio. • Grabación de Imagen espectral. • Almacenamiento de resultados de mediciones. • Generación de reportes. 	
IDENTIFICACION DE LA DIRECCION DE SEÑALES Y UBICACIÓN DE TRANSMISORES (RADIOGONIOMETRIA)		
IDENTIFICACION DE SEÑALES Y UBICACIÓN DE TRANSMISORES	<ul style="list-style-type: none"> • Rango de identificación: HF, VHF y UHF. • Determinación de la dirección de las señales. • Detección de señales de corta duración. • Clara separación de señales adyacentes y traslapadas. • Rango dinámico y alta sensibilidad. • Manejo del ancho de banda de análisis. • Ubicación geográfica de transmisores detectados (Ubicación de posiciones en el mapa- Resultados de funciones de triangulación). 	<p>Registro de resultados</p>

TABLA Nº 7.3 CARACTERISTICAS DE LA ESTACION DE CONTROL DEL SISTEMA (CONTINUACIÓN)		
CONTROL DE OPERACIÓN Y ADMINISTRACION DEL SISTEMA		
INTERFACE DE COMUNICACION	Tipo de comunicación: <ul style="list-style-type: none"> • Datos • Video • Audio Velocidad: 64 kbps Plataforma de red sobre TCP/IP.	La plataforma de comunicaciones debe permitir a la estación remota que sea transportable.
CONTROL DE OPERACION	1. Modos de operación directa: <ol style="list-style-type: none"> a. Interactivo b. Automático c. Básico 2. Modos de operación remota <ol style="list-style-type: none"> a. Control en línea b. Operación en modo lotes c. Multitarea cooperativa 	El sistema permitirá el modo de operación de acuerdo a las necesidades del operador.
CARACTERISTICAS DEL SOFTWARE DE MONITOREO		
CONTROL Y OPERACIÓN DEL SISTEMA	El software debe permitir: <ul style="list-style-type: none"> • Manejo de interfaces de comunicaciones y sus periféricos. • Configuración del sistema. • Telemonitoreo de la estación. • Manejo de las funciones de mediciones de espectro. • Manejo de la ejecución de las tareas de radiogoniometría. • Manejo de imagen espectral. • Evaluación gráfica y numérica de los resultados. • Manejo de datos. • Manejo del interface de datos (Intercambio de datos con otras aplicaciones o bases de datos). 	<ul style="list-style-type: none"> • Aplicación directa cliente-servidor, identificando una unidad de medida (servicio) y una unidad de control (cliente). • Control del sistema monitoreo y medida de señales radioeléctricas y ejecución de la tarea de radiogoniometría. • Interface gráfico y operación transparente para el usuario.
CARACTERISTICAS TECNICAS OPCIONALES		
Medida de cobertura	Medidas de cobertura mostradas sobre un mapa digital	
CARACTERISTICAS GENERALES		
<ul style="list-style-type: none"> • El sistema debe ser modular, escalable y ampliable. • El sistema debe ser fácilmente transportable con su propio sistema de embalaje que permita la protección adecuada para su transportación y manipuleo. • Power Supply: 110V +/- 5%, 60 Hz, fuente portátil de alimentación alternativa, mínimo 4 horas. 		

7.4 COSTO APROXIMADO DE SISTEMA DE MONITOREO.

TABLA N° 7. 4

COSTOS REFERENCIALES DE UN SISTEMA DE MONITOREO

Descripción	Elementos	Precio Unitario (USD \$)	Tipo de estación/Obs.
Estaciones Transportables (EMRRs)	Sistema Receptor Digital incluido interface de comunicaciones más software	41.700,00	Estación remota Centro de Control Costos de referencia del mercado de equipos de control.
	Software de monitoreo	5.850,00	
	Direction Finder	250.000,00	
	Sistema de antenas	85.000,00	
Centro de Control	Computador	1.000,00	
	Software de monitoreo	5.850,00	
TOTAL (USD \$)		389.400,00	

7.5 REQUERIMIENTOS ADICIONALES DEL SISTEMA DE MONITOREO NACIONAL:

Los siguientes requerimientos deben ser proporcionados por el proveedor del equipamiento.

TABLA N° 7.5

REQUERIMIENTOS ADICIONALES DEL SISTEMA DE MONITOREO NACIONAL

CONCEPTO	DESCRIPCIÓN	OBSERVACIONES
Capacitación	<ol style="list-style-type: none"> 1. Curso de Montaje e instalación 2. Curso de Operación y Mantenimiento. 3. Material guía para el entrenamiento 	El material guía puede ser impreso o en medio magnético

TABLA N° 7.5
REQUERIMIENTOS ADICIONALES DEL SISTEMA DE MONITOREO NACIONAL
(CONTINUACIÓN)

CONCEPTO	DESCRIPCIÓN	OBSERVACIONES
Documentación	<ol style="list-style-type: none"> 1. Planos de Instalación 2. Manuales de operación y de mantenimiento tanto del sistema como de sus componentes. 	El material debe ser impreso y en medio magnético.
Suministro de bienes y servicios	El contratista asumirá la provisión de todos los bienes y servicios establecidos en el contrato respectivo.	
Servicio técnico	Suministro de piezas y repuestos (fungibles y no fungibles), necesarias para el mantenimiento del sistema durante cinco años después de la aceptación definitiva.	Se garantizará la prestación del servicio de mantenimiento preventivo y correctivo.
Entrega	Un máximo de 180 días en el sitio de explotación, incluye la responsabilidad de embalaje, transporte y puesta en operación.	
Puesta en operación	Es responsabilidad del contratista instalar todo el equipo y efectuar todas las pruebas requeridas para garantizar el perfecto estado y funcionamiento del sistema. (Modalidad Llave en mano).	Instalación, comprobación, integración y pruebas.
Pruebas de aceptación provisional	<ol style="list-style-type: none"> 1. Protocolos de aceptación 2. Probar la fiabilidad de la instalación y funcionamiento del sistema y /o equipos. 	
Pruebas de aceptación definitiva	<ol style="list-style-type: none"> 1. Protocolos de aceptación 2. Probar la fiabilidad de la instalación y funcionamiento del sistema y /o equipos 	
Garantía	Garantía de calidad, buen funcionamiento, material y software por 24 meses después de la aceptación definitiva.	
Responsabilidad sobre el seguro	El contratista asume una póliza de seguro para cubrir cualquier riesgo hasta la emisión del certificado de aceptación definitiva.	

7.6 ANALISIS DETALLADO DE LA SOLUCION MIXTA

7.6.1 UBICACIÓN Y NÚMERO DE EMRR A NIVEL NACIONAL.

TABLA N° 7.6

UBICACIÓN POR CIUDADES Y NÚMERO DE EMRRs A NIVEL NACIONAL.

PROVINCIAS	CIUDAD	# DE EMRRs
CARCHI	TULCAN	1
	SAN GABRIEL	1
IMBABURA	COTACACHI	1
PICHINCHA	YARUQUI	1
	QUITO	1
	SANTO DOMINGO DE LOS COLORADOS	1
COTOPAXI	SALCEDO	1
TUNGURAHUA	AMBATO	1
ESMERALDAS	ESMERALDAS	1
	SAN LORENZO	1
CHIMBORAZO	RIOBAMBA	1
SUCUMBIOS	NUEVA LOJA	1
	JAMBELI	1
BOLIVAR	BALZAPAMBA	1
NAPO	COSANGA	1
	TENA	1
ORELLANA	PTO. FCO. ORELLANA	1
PASTAZA	PUYO	1
MANABI	SUCRE	1
	PORTOVIEJO	1
	BAHIA	1
GUAYAS	GUAYAQUIL	1
	SALINAS	1
EL ORO	MACHALA	1
	HUAQUILLAS	1
	PIÑAS	1
GALAPAGOS	PTO. AYORA	1
LOJA	CARIAMANGA	1
	LOJA	1
CAÑAR	AZOGUES	1
LOS RIOS	BABAHOYO	1
MORONA SANTIAGO	HUAMBI	1
	MACAS	1
	SAN JUAN BOSCO	1
ZAMORA CHINCHIPE	ZAMORA	1
AZUAY	GIRON	1
	CUENCA	1
NÚMERO TOTAL DE EMRRs		37

7.6.1.1 NÚMERO Y TIPO DE ENLACES A CONTRATAR

TABLA Nº 7.7
NÚMERO Y TIPO DE ENLACES A CONTRATAR

PROVINCIAS	CIUDAD	TIPO DE CONEXIÓN	NÚMERO DE ENLACES		
			FRAME RELAY	SPREAD SPECTRUM	SATELITAL
CARCHI	TULCAN	DIRECTO	1		
	SAN GABRIEL	DIRECTO	1		
IMBABURA	COTACACHI	FACTIBILIDAD	1	1	
PICHINCHA	YARUQUI	DIRECTO	1		
	QUITO	DIRECTO	1		
	SANTO DOMINGO DE LOS COLORADOS	DIRECTO	1		
COTOPAXI	SALCEDO	DIRECTO	1		
TUNGURAHUA	AMBATO	DIRECTO	1		
ESMERALDAS	ESMERALDAS	DIRECTO	1		
	SAN LORENZO	FACTIBILIDAD	1	4	
CHIMBORAZO	RIOBAMBA	DIRECTO	1		
SUCUMBIOS	NUEVA LOJA	DIRECTO	1		
	JAMBELI	FACTIBILIDAD	1	1	
BOLIVAR	BALZAPAMBA	FACTIBILIDAD	1	1	
NAPO	COSANGA	FACTIBILIDAD	1	2	
	TENA	DIRECTO	1		
ORELLANA	PTO. FCO. ORELLANA	DIRECTO	1		
PASTAZA	PUYO	DIRECTO	1		
MANABI	SUCRE	FACTIBILIDAD	1	1	
	PORTOVIEJO	DIRECTO	1		
	BAHIA	DIRECTO	1		
GUAYAS	GUAYAQUIL	DIRECTO	1		
	SALINAS	DIRECTO	1		
EL ORO	MACHALA	DIRECTO	1		
	HUAQUILLAS	FACTIBILIDAD	1	1	
	PIÑAS	DIRECTO	1		
GALAPAGOS	PTO. AYORA	FACTIBILIDAD			1
LOJA	CARIAMANGA	FACTIBILIDAD	1	2	
	LOJA	DIRECTO	1		
CAÑAR	AZOGUES	DIRECTO	1		
LOS RIOS	BABAHOYO	DIRECTO	1		
MORONA SANTIAGO	HUAMBI	FACTIBILIDAD	1	6	
	MACAS	FACTIBILIDAD			
	SAN JUAN BOSCO	FACTIBILIDAD			
ZAMORA CHINCHIPE	ZAMORA	FACTIBILIDAD	1	3	
AZUAY	GIRON	DIRECTO	1		
	CUENCA	DIRECTO	1		
NÚMERO TOTAL DE ENLACES			34	22	1

7.6.2 ANALISIS DEL COSTO TOTAL EN LA SOLUCION MIXTA

7.6.2.1 Costo de los equipos y servicio para Frame Relay

TABLA N° 7.8
COSTO DEL SERVICIO Y EQUIPOS FRAME RELAY

DESCRIPCIÓN		NUMERO REQUERIDO	COSTO INDIVIDUAL USD (\$)	COSTO PARCIAL USD (\$)
ROUTER CISCO 805		36*	720	25920
ROUTER CISCO 2600		1	2500	2500
TOTAL EQUIPOS USD (\$)				28420
INSCRIPCION	LOCAL	3	250	750
	REGIONAL	15	400	6000
	NACIONAL	16*	500	8000
TOTAL INSCRIPCIÓN USD (\$)				14750
RENTA MENSUAL	LOCAL	3	250	750
	REGIONAL	15	740	11100
	NACIONAL	16*	1025	16400
TOTAL RENTA MENSUAL USD (\$)				28250

* No se incluye a Galápagos, porque para la conexión se utilizará un enlace satelital.

7.6.2.2 Costos de los equipos a utilizar en los radioenlaces.

TABLA N° 7.9
COSTO DE EQUIPOS SPREAD SPECTRUM.

	Número necesario	COSTO UNITARIO (USD (\$))	COSTO TOTAL (USD (\$))
RADIOS	32	4900	156800
ANTENAS	44	820	36080
CABLES V.35	12	100	1200
FUENTE AC/DC	32	174	5568
INSTALACIÓN Y EQUIPAMIENTO ADICIONAL	32	800	2560
TOTAL USD (\$)			202208

7.6.2.3 Costo de los equipos y servicio para VSAT.

TABLA N° 7.10
COSTO DE EQUIPOS Y ENLACE SATELITAL

Descripción	ENLACE SATELITAL 128 kbps	
	Precio de Instalación USD (\$)	Total / Mes USD (\$)
1 Enlace Satelital entre el Centro de Control (Quito) y la EMRR en Galápagos	2000	1131
Renta de antenas, su electrónica, modem satelital, repuestos, administración y mantenimiento.	-	1955
TOTAL USD (\$)	2000	3086

7.6.2.4 Análisis de costos total en la alternativa propuesta

TABLA N° 7.11
ANALISIS DE COSTOS TOTALES EN LA ALTERNATIVA PROPUESTA

ENLACES		COSTOS (USD \$)				
TIPO	NUMERO	INSCRIP-CION	EQUIPOS			RENTA MENSUAL DEL SERVICIO
			COMPRA	ARRENDAMIENTO MENSUAL	INSTALACIÓN	
FRAME RELAY	34	14750	28420	3700	-	28250
SPREAD SPECTRUM	22	-	202208	4400	33000	-
SATELITAL	1	-	30000	1955	2000	1131
COSTO TOTAL (USD \$)		14750	260628	10055	35000	29381

7.7 INTERFACES UTILIZADOS

Definición de los interfaces entre el Centro de Control (CC), las Estaciones de Monitoreo y Radiogoniometría Remotas (EMRR).

a. Enlace DIRECTO.

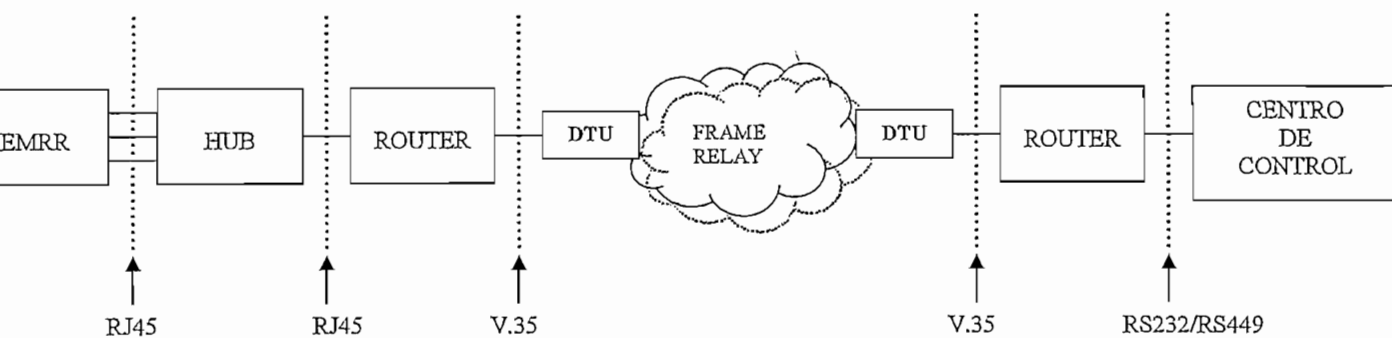


Gráfico N° 7.1. Interfaces utilizados en el enlace DIRECTO.

TABLA N° 7.12
INTERFACES DE EQUIPOS ACTIVOS.

	EQUIPOS	INTERFACES*
INTERFACE DE COMUNICACIONES	ROUTER	RS-232C / RS-449 RJ45 / 10BASET EIA/TIA-530 V.35 X.21
	HUB	RJ45 / 10BASET
PLATAFORMA DE RED	PROTOCOLO	FRAME RELAY

[*Requerimientos mínimos]

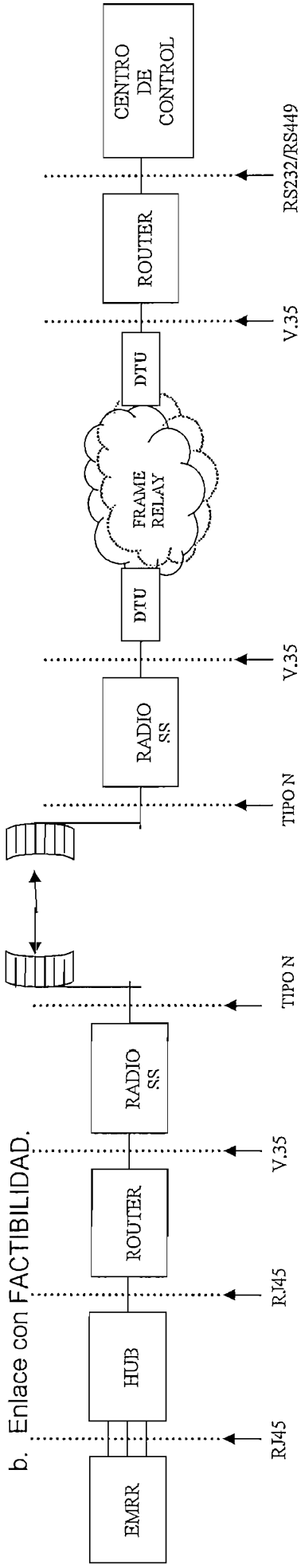


Gráfico N° 7.2 Interfaces utilizados en FRAME RELAY y SPREAD SPECTRUM.

c. Enlace Satelital.

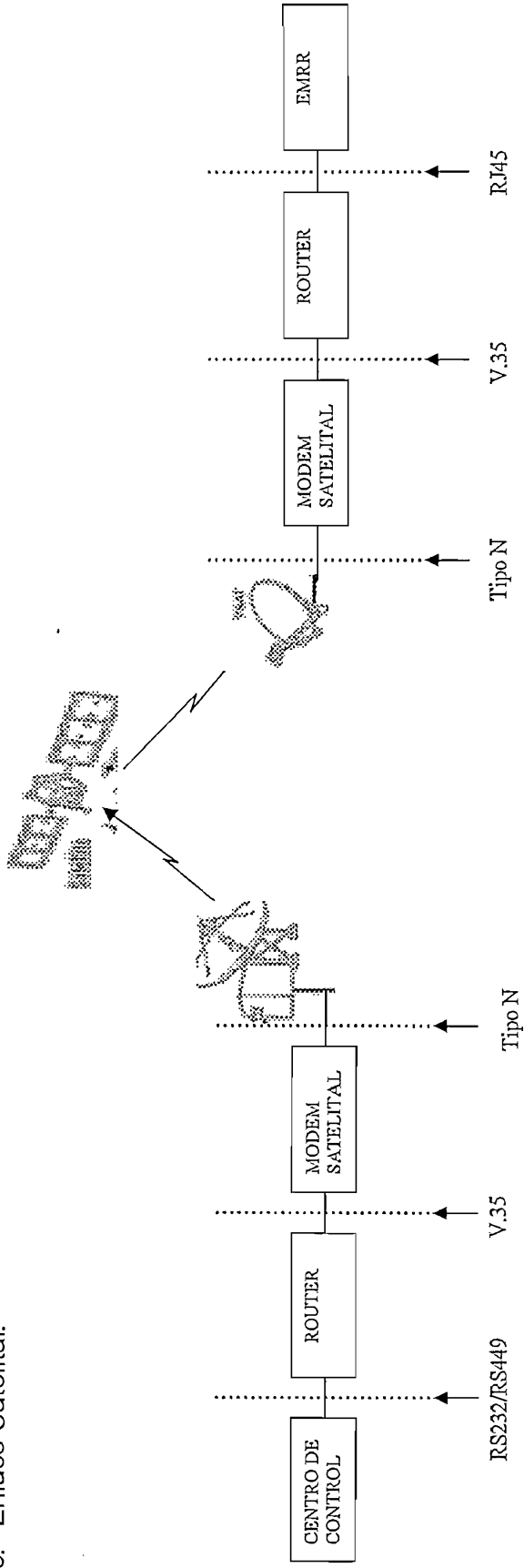


Gráfico N° 7.3 Interfaces utilizados en el ENLACE SATELITAL.

7.7.1 CARACTERÍSTICAS DE LOS EQUIPOS ACTIVOS.

La Estación de Monitoreo (EMRR) deberá conectarse a la plataforma de comunicaciones utilizando un ruteador que deberá cumplir con las siguientes características:

Compatibilidad con servicios IP, Frame Relay, ATM y líneas dedicadas.

Integración de voz datos y video.

Interfaces:

- Ethernet: Single 10BaseT,
- Serial: ANSI EIA/TIA-530, EIA/TIA-232, EIA/TIA-449; ITU V.35, X.21.
- T1: ANSI T1.403.
- E1: ITU G.703

7.8 ANÁLISIS COSTO-BENEFICIO DE LA ALTERNATIVA PLANTEADA (A 10 AÑOS).

7.8.1 COSTO DEL SISTEMA.

TABLA N° 7.13
COSTO TOTAL ACTUAL DEL SISTEMA

ENLACES		COSTOS (USD \$)				
TIPO	NUMERO	INSCRIP- CION	EQUIPOS			RENTA MENSUAL DEL SERVICIO
			COMPRA	ARRENDA- MIENTO MENSUAL	INSTALA- CIÓN	
FRAME RELAY	34	14750	28420	3700	-	28250
SPREAD SPECTRUM	22	-	202208	4400	33000	-
SATELITAL	1	-	30000	1955	2000	1131
COSTO TOTAL (USD \$)		14750	260628	10055	35000	29381

7.8.1.1 Costo del capital

- Costos de Diseño (CD):

TABLA N° 7.14
COSTOS DE DISEÑO

Meses	Semanas (4 al mes)	Días (5 en la semana)	Horas (4 en el día)	Personas	Costo USD /hora-hombre.	TOTAL 1 (USD)
6	24	120	480	2	25	24000

- Costo de los Equipos actuales (CE)

TABLA N° 7.15
COSTOS DE COMPRA DEL EQUIPAMIENTO

Centro de Control (USD)	37 EMRRs (USD)	Equipos para Enlaces (USD)	TOTAL 2 (USD)
6850	14154350	260628	14421828

- Instalación + Servicio + Puesta a punto del servicio (CS).

TABLA N° 7.16
COSTOS DE SERVICIO E INSTALACION

DESCRIPCIÓN*	FRAME RELAY		SATELITAL		SPREAD SPECTRUM	TOTAL 4 (USD)		
	SERVICIO + INSTALACIÓN		SERVICIO + INSTALACION		INSTALACIÓN	Renta Mensual	Renta Total a 10 años	INSCRIPCIÓN
	Renta Mensual	Renta Total a 10 años	Renta Mensual	Renta Total a 10 años				
14750	28250	3390000	1131	135720	33000	29381	3525720	47750

- COSTO DEL CAPITAL (V1)**

$$V1 = CD + CE + CS + INSCRIPCION$$

$$V1 = 24000 + 14421828 + 3525720 + 47750$$

$$V1 = 18019298 \text{ USD}$$

Donde:

- Costos de Diseño (CD):
- Costo de los Equipos actuales (CE)
- Instalación + Servicio + Puesta a punto del servicio (CS).

7.8.1.1 Costos de explotación.

a. Operación y mantenimiento. 25% capital.

a.1 Operación 6 a 7 USD / hora.

TABLA N° 7.17
COSTOS DE OPERACION

Años	Meses (12 meses al año)	Semanas (4 al mes)	Días (5 en la semana)	Horas (8 en el día)	Personas	Costo USD /hora- hombre.	TOTAL 5 (USD)
10	120	480	2400	19200	1	6	115200

a.2 Mantenimiento

- Preventivo: 4 veces al año 6 a 7 USD / hora.

TABLA N° 7.18
COSTOS DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO

Años	Días (4 al año)	Horas (8 en el día)	Personas	Costo USD /hora- hombre.	TOTAL 6 (USD)
10	40	320	1	6	1920

- **Correctivo: 1 vez al año, 6 a 7 USD / hora.**

TABLA N° 7.19
COSTOS DE MANTENIMIENTO CORRECTIVO

Años	Días (1 al año)	Horas (8 en el día)	Personas	Costo USD /hora-hombre.	TOTAL 7 (USD)
10	10	80	1	6	480

b. Desarrollo.

- Representa alrededor del 15 %, del capital.

DESARROLLO = 15% x CostoCapital = 0.15 x 18019298 = 2702894.7 USD.

- **COSTOS DE EXPLOTACION (V2)**

$$V2 = \text{Operación} + \text{Mantenimiento} + \text{DESARROLLO}$$

$$V2 = 115200 + (1920 + 480) + 2702894.7$$

$$V2 = 2820494.7 \text{ USD}$$

7.8.1.2 Costo total del sistema a 10 años. (CT)

$$CT = V1 + V2$$

$$CT = 18019298 + 2820494.7$$

$$CT = 20839792.7 \text{ USD}$$

7.8.2 TERCERIZACIÓN O RENTA DEL EQUIPAMIENTO.

7.8.2.1 Renta del equipamiento:

TABLA N° 7.20
COSTOS DE ARRENDAMIENTO DE EQUIPO

Centro de Control (USD)		37 EMRRs (USD)		Equipos para Enlaces (USD)		TOTAL 3 (USD)	
Renta Mensual	Renta Total a 10 años	Renta Mensual	Renta Total a 10 años	Renta Mensual	Renta Total a 10 años	Renta Mensual	Renta Total a 10 años
114.17	13700	235905.83	28308700	10055	1206600	246075	29529000

• COSTO DE TERCERIZACION (VT)

CapitalRenta = CD + RE + CS + INSCRIPCIÓN

CapitalRenta = 24000 + 29529000 + 3525720 + 47750

CapitalRenta = 33126470 **USD.**

Donde:

- Costos de Diseño (CD):
- Costo de Renta de Equipos (RE)
- Instalación + Servicio + Puesta a punto del servicio (CS).

DR = DESARROLLO_RENTA = 15% x (CapitalRenta – TOTAL3)

DR = 0.15 x (33126470 – 29529000) = 539620.5 USD

VT = Valor Tercerización = CapitalRenta + Operación + Mantenimiento + DR

VT = 33126470 + 115200 + (1920 + 480) + 539620.5

VT = 33783690.5 USD.

7.8.2.2 Relación costo-beneficio.

$$\text{Relación Costo - Beneficio} = \frac{\text{CostoTotal}}{\text{ValorTercerizado}} = \frac{CT}{VT} = \frac{20839792.7}{33783690.5} = 0.62$$

Donde:

- Costos Total del Sistema a 10 años (CT):
- Costo de Tercerización (VT)

Para realizar el análisis basándose en la relación Costo-Beneficio, dicho valor debe estar comprendido entre 0.6 y 0.7, para que un proyecto sea rentable, sin embargo siendo la SUPTEL una entidad sin fines de lucro, es posible aceptar un valor mayor a 0.7 pero menor o igual a uno.

Del análisis efectuado se recomienda que la SUPTEL adquiera el equipamiento correspondiente a: EMRRs, routers, radios digitales, antenas, etc; contratando únicamente el servicio de transmisión de datos a cualquiera de los Carriers existentes en el país.

Además como se puede observar el valor del índice Costo/Beneficio es menor que uno, por lo tanto se puede concluir que el proyecto es rentable para la Superintendencia de Telecomunicaciones y por ende es beneficioso para el Estado.

CAPÍTULO 8.

8. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.

8.1 CONCLUSIONES

El espectro radioeléctrico es un bien universal, cuya administración y control le corresponde al Estado, de tal manera que, a través del marco jurídico correspondiente, que contempla las leyes, los reglamentos y demás normativa de carácter técnico y operativo, se regula la explotación de los servicios de radiocomunicaciones, en primera instancia, considerando los intereses nacionales que recogen los que corresponden al usuario.

La SUPTEL, es el Organismo técnico responsable de ejercer la función de supervisión y control del sector de las telecomunicaciones en el Ecuador, para lo cual, entre otras, es de su atribución, en conformidad a lo establecido en la Ley Especial de Telecomunicaciones Reformada y su Reglamento, controlar y monitorear el espectro radioeléctrico, tomando en cuenta el Plan Nacional de Frecuencias.

Al uso del espectro radioeléctrico se encuentran asociados tres parámetros: frecuencia, espacio y tiempo, de tal manera que la explotación de cualquier sistema de radiocomunicaciones deniega su uso a otros usuarios potenciales de la misma frecuencia, espacio y tiempo.

El uso correcto por parte de los concesionarios de frecuencia del espectro radioeléctrico, obliga a que el ente de control, garantice el buen uso del mismo, para lo cual debe elaborar, actualizar y supervisar los procedimientos y métodos de medición y monitoreo, además realizar un control efectivo, oportuno y eficaz, con el soporte de una herramienta que se encuentre acorde con el cambio tecnológico, económico y administrativo experimentado en el sector de las telecomunicaciones.

Una Estación de Monitoreo y Radiogoniometría Remota (EMRR) es un conjunto de elementos (software y hardware) que permiten realizar las tareas de comprobación técnica en forma automática, las 24 horas al día y los 365 días al año, lo cual permite tener un control efectivo de los concesionarios del espectro radioeléctrico autorizados o no, en cualquier localidad que así lo requiera, convirtiéndola en una alternativa que mejora el actual sistema de comprobación económica y técnicamente.

Dentro de las tareas fundamentales de las EMRR, se encuentra la identificación de transmisores no autorizados y de fuentes de interferencia perjudicial, con el fin de precautelar el uso correcto y legal del Espectro Radioeléctrico. Es necesario que el equipamiento contenga herramientas adicionales, entre ellas un mapa digital, que en función del tipo de servicio, obtenga una adecuada simulación de señales radioeléctricas, localización de fuentes interferentes y emisiones no autorizadas.

En el caso de los entes de regulación y control se requiere un análisis integral tanto en software como en hardware, es decir, se necesita una herramienta de propósito general que pueda medir señales de radar, satélite, wireless, LMDS, microondas, trunking, etc en diferentes tecnologías, por lo tanto no cualquier tipo de cartografía sirve para la gestión de espectro radioeléctrico; hay un tipo de cartografía para cada necesidad, ya que a mayores frecuencias se requieren mejores resoluciones, por ejemplo en FM se puede tener cartografía de una resolución de 100 m; pero para LMDS se debe usar modelos urbanos con resoluciones de 1 metro o mejores.

Se puede tener el mejor software y la mejor cartografía, pero sin el adecuado conocimiento de propagación, algoritmos y casos de uso, no se sacará el provecho adecuado de los recursos. Se requiere entrenamiento y soporte técnico permanente. Del mismo modo se puede disponer del mejor software pero sin la cartografía adecuada, los resultados no serán los mejores, la selección de un adecuado software con las funciones y algoritmos adecuados ayuda al éxito en las simulaciones para un eficiente control y gestión del espectro radioeléctrico.

Una de las tantas interrogantes que surgió en este proyecto fue la ubicación y por ende el número de EMRRs necesarias a nivel nacional, para lo cual se consideraron varios aspectos, tales como: el lugar de concentración de los transmisores y repetidores que son utilizados para la difusión de las señales de los diferentes sistemas de telecomunicaciones, las ciudades de mayor densidad poblacional en las que se concentran estos sistemas, los parámetros técnicos involucrados, sean estos: potencia de transmisión, banda de frecuencia, tipo de servicio, ancho de banda, antena utilizada, etc. Del análisis efectuado se concluye que son necesarias 37 EMRRs para realizar el control en todo el país simultáneamente, pero aprovechando que éstas son transportables, se puede utilizar un menor número dependiendo de la prioridad que se le de a cada sector a controlarse.

El uso de EMRRs para el control remoto y en tiempo real del espectro radioeléctrico es una alternativa que para su correcta explotación requiere de toda una infraestructura o red de transmisión de la información obtenida, la misma que debe proporcionar la flexibilidad en su ubicación y garantizar la integridad de los datos obtenidos, considerando aspectos técnicos y económicos que se enmarquen dentro de los recursos previstos de inversión, cumpliendo este objetivo se ha seleccionado a la tecnología Frame Relay pues su costo relativamente barato y sus características técnicas la hacen una alternativa de buen desempeño. Adicionalmente en lugares donde éste servicio no exista es necesario el acceso al nodo mas cercano a través de radioenlaces con tecnología Spread Spectrum.

Los Radioenlaces con tecnología Spread Spectrum se utilizan porque permiten transmitir a uná mayor velocidad, poseen capacidad de encriptación, es posible tener enlaces a grandes distancias, añadiendo ya sea un amplificador o una antena con mayor ganancia.

8.2 RECOMENDACIONES

Los mapas digitales a utilizarse conjuntamente con las EMRRs, en la realización de estudios de propagación, enlaces, cálculo de áreas de cobertura, detección de fuentes interferentes, etc, deben tener una resolución en función de los servicios a controlar. La SUPTEL deberá adquirir un mapa digital actualizado del Ecuador con una resolución de 100 m para radiodifusión y en ciudades más importantes una resolución de 1m con la finalidad de controlar los servicios en bandas superiores, tales como LMDS y celulares; además es necesario que los mapas digitales adquiridos deban ser, en el caso de nuestro país, actualizados por lo menos una vez al año.

Para dimensionar la velocidad de transmisión y por ende de el ancho de banda a contratar es recomendable primero, arrendar equipos de interconexión y simular un enlace punto a punto entre el Centro de Control y una EMRR, es decir realizar un periodo de pruebas y establecer la capacidad real necesaria para transmisión de información, posteriormente, rentar el ancho de banda y el numero de enlaces Frame Relay necesarios.

Se recomienda que la SUPTEL adquiera el equipamiento necesario para la correspondiente interconexión con el Portador (CARRIER), de modo que se disponga de una infraestructura independiente, económica y técnicamente, ya que la información a transmitirse es de carácter confidencial.

Debido a que la información a transmitirse en esta red es confidencial es recomendable el agregar un nivel de seguridad, de manera los datos que no sean accesibles a extraños, no puedan ser alterados, estar disponibles y que estén claramente autenticados; ya que esta información será utilizada posteriormente para efectos de juzgamiento y sanción.

Es recomendable realizar un análisis de la red utilizando enlaces en HF (High Frequency), en este proyecto se lo descartó debido a que presenta problemas de disponibilidad, ya que depende de las condiciones atmosféricas, sin embargo es una alternativa que requiere un mayor estudio.

El presente proyecto fue diseñado para que funcione como una red independiente de la actual Infraestructura Técnica de Control, por ésta razón se ubicaron varias EMRRs en ciudades en las que existen Estaciones Fijas de Comprobación Técnica, puesto que la SUPTEL no cuenta con los recursos económicos necesarios para poner en marcha el proyecto en su totalidad, es decir adquiriendo 37 EMRRs, se recomienda la utilización del actual equipamiento de monitoreo conjuntamente con las EMRRs adquiridas, de esta forma se reducirá su número estimado originalmente mediante la creación de una infraestructura mixta de control, la cual se podrá utilizar óptimamente si primero se realiza una sectorización del país en función de: el número de concesionarios, los sectores que requieran un control prioritario, el tipo de tecnología a controlar, etc; de esta forma se obtendrán zonas del tipo primario-secundario; así, las EMRRs se destinarían a ciudades de mayor crecimiento e importancia donde aparezcan nuevos servicios que utilicen tecnología de punta; mientras que el resto de equipamiento se trasladaría a sectores de igual o menor importancia que aun posean tecnología convencional.

Debido a las limitaciones económicas que tiene la SUPTEL, se recomienda una implementación gradual del proyecto, en la que inicialmente la actual Infraestructura Técnica de Control sea un complemento de la Red de EMRRs, considerando que cada año se debería adquirir una o varias EMRRs hasta que se logre completar la Red Nacional de Monitoreo Remoto del Espectro Radioeléctrico.

BIBLIOGRAFIA:

- Ivan Pepelnjak _ Jim Guichard, Arquitecturas MPLS y VPN, Cisco Systems, Pearson Educación, Madrid 2003.
- Mark Merkow, Virtual Private Networks for Dummies, IDG Books Worldwide, Inc. Indianapolis, 1999.
- Superintendencia de Telecomunicaciones, Frame Relay, Dirección de Servicios Privados, Quito, 2001.
- Escuela Politécnica Nacional, Carrera de Ingeniería en Redes, Seminario de Seguridades en Redes, Quito, 2003
- Saniz Telecom, Spread Spectrum, Superintendencia de Telecomunicaciones, Dirección de Servicios Privados, Quito, 2002.
- TesAmerica-Complementos Electrónicos, Nuevas Tecnologías para el Control del Espectro Radioeléctrico, Cartografía Digital. Superintendencia de Telecomunicaciones, Quito, 2003.
- Unión Internacional de Telecomunicaciones, Manual para el Uso de las Estaciones de Comprobación Técnica de las Emisiones, Comité Consultivo Internacional de Radiocomunicaciones, Ginebra, 1988.
- Ley Especial de Telecomunicaciones Reglamento, Legislación Conexa, Corporación de estudios y Publicaciones, Tomo I y II, 2003.
- Unión Internacional de Telecomunicaciones, Manual sobre nuevas tecnologías y nuevos servicios, Fascículo I, Nuevas Tecnologías que sustentan nuevas redes, UIT 2001.

- Ing. José Eduardo Naranjo, "Tecnologías usadas en las Redes Lan Inalámbricas", Revista Portal (Tecnologías de la Información y Tecnología), Edición 2001.
- CONATEL, Norma para la Implementación y Operación de Sistemas de Espectro Ensanchado, Registro Oficial N° 215, jueves 30 de noviembre del 2000.
- CONATEL, Plan Nacional de Frecuencias, Registro Oficial N° 192, jueves 26 de octubre del 2000.
- <http://www.intermedia.cl/~jsanjuan/tecno2.html>
- <http://www.elo.utfsm.cl/~elo341/clases/ComDig16.pdf>
- <http://www.abcnet.es/graphics/n551/WirelessINFO.pdf>
- <http://www.tarp.gov.org/ss>
- <http://www.argus.rohde-schwarz.com>
- <http://www.rohde-schwarz.com>
- <http://www.swe-dish.com>
- <http://www.lastmilegear.com>.
- <http://www.cisco.com>
- <http://www.radn.com>
- <http://www.harris.com>

Anexo N° 1. Definición de los Servicios Radioeléctricos.

Servicios de Radiocomunicación y Telecomunicación.

Telecomunicación.- Toda transmisión, emisión o recepción de signos, señales, escritos, imágenes, sonidos o informaciones de cualquier naturaleza por hilo, radioelectricidad, medios ópticos u otros sistemas electromagnéticos (CS)¹.

Radiocomunicación.- Es toda comunicación transmitida por ondas radioeléctricas (ondas hertzianas), (CS)¹ (CV)², las cuales son ondas electromagnéticas cuya frecuencia se fija convencionalmente por debajo de 3000 GHz, que se propaga por el espacio sin guía artificial. En otras palabras, radiocomunicaciones es:

- Toda comunicación transmitida por medio de las ondas electromagnéticas
- Usada fundamentalmente para servicios fijo y móvil y para servicios de radiodifusión y televisión.

(CS)¹: Constitución de la Unión Internacional de Telecomunicaciones.

(CV)²: Convenio de la Unión Internacional de Telecomunicaciones.

Servicios de radiocomunicación.- Servicio que implica la transmisión, la emisión o la recepción de ondas radioeléctricas para fines específicos de telecomunicaciones.

Todo servicio de radiocomunicación que se mencione en el reglamento de radiocomunicaciones de la UIT, salvo indicación expresa en contrario, corresponde a una radiocomunicación terrenal.

Radiocomunicación Terrenal.- Es toda radiocomunicación distinta de la radiocomunicación espacial o de la radioastronomía; siendo toda radiocomunicación que utilice una o varias estaciones espaciales, uno o varios satélites reflectores u otros objetos situados en el espacio y astronomía basada en la recepción de ondas radioeléctricas de origen cósmico respectivamente.

Servicios fijo y móvil. Servicio de radiocomunicación entre puntos fijos determinados o entre puntos fijos y móviles.

Servicio Fijo.- Es un servicio de radiocomunicación entre puntos fijos determinados.

Servicio fijo por satélite.- Servicio de radiocomunicación entre estaciones terrenas situadas en emplazamientos dados cuando se utilizan uno o más satélites; el emplazamiento dado puede ser un punto fijo determinado o cualquier punto fijo situado en una zona determinada; en algunos casos, este servicio incluye enlaces entre satélites que pueden realizarse también dentro del servicio entre satélites; el servicio fijo por satélite también puede incluir enlaces de conexión para otros servicios de radiocomunicación espacial.

Servicio Móvil.- Servicio de radiocomunicación entre estaciones móviles y estaciones terrenas o entre estaciones móviles (CV)².

Servicio móvil por satélite.- Servicio de radiocomunicación:

- Entre estaciones terrenas móviles y uno o varias estaciones espaciales o entres estaciones espaciales utilizadas por este servicio; o,
- Entres estaciones terrenas móviles por intermedio de una o varias estaciones espaciales.

También puede considerarse incluidos en este servicio los enlaces de conexión necesarios para su explotación.

Servicio móvil terrestre.- Servicio móvil entre estaciones de base y estaciones móviles terrestres o entre estaciones móviles terrestres.

Servicio móvil terrestre por satélite.- Servicio móvil por satélite en el que las estaciones terrenas móviles están situadas en tierra.

Servicio móvil marítimo.- Servicio móvil entre estaciones costeras y estaciones de barco, entre estaciones de barco, o entre estaciones de comunicaciones a bordo asociadas; también pueden considerarse incluidas en este servicio las estaciones de embarcación o dispositivos de salvamento y las estaciones de radiobaliza de localización de siniestros.

Servicio móvil marítimo por satélite.- Servicio móvil por satélite en el que las estaciones terrenas móviles están situadas a bordo de barcos; también puede considerarse incluidas en este servicio las estaciones de embarcación o dispositivo de salvamento y las estaciones de radiobaliza de localización de siniestros.

Servicio de radiodifusión sonora y televisión.

Servicio de radiocomunicación cuyas emisiones de imágenes y sonidos se destinan a ser recibidos por el público en general.

Servicio de radiodifusión.- Servicio de radiocomunicación cuyas emisiones se destinan a ser recibidas directamente por el público en general. Dicho servicio abarca emisiones sonoras, de televisión o de otro género (CS)¹.

Servicio de radiodifusión por satélite.- Servicio de radiocomunicación en el cual las señales emitidas o retransmitidas por estaciones espaciales están destinadas a la recepción directa por el público en general. En el servicio de radiodifusión por satélite la expresión "recepción directa" abarca tanto la recepción individual como la recepción comunal.

Servicio de aficionados.- Servicio de radiocomunicación que tiene por objeto la instrucción individual, la intercomunicación y los estudios técnicos, efectuado por aficionados, esto es, por personas debidamente autorizadas que se interesan en la radiotecnica con carácter exclusivamente personal y sin fines de lucro.

Servicio de aficionados por satélite.- Servicio de radiocomunicación que utiliza estaciones espaciales situadas en satélites de la Tierra para los mismos fines que el servicio de aficionados.

Principales servicios (fijo-movil terrestre)

- HF (Banda Comercial)
- Banda Ciudadana
- VHF (Radioaficionados)
- VHF (Banda Comercial)
- UHF (Banda Comercial)
- TX - DATOS
- TRONCALIZADOS
- BUSCAPERSONAS
- TELEFONIA MÓVIL CELULAR
- ENLACES DUPLEX A/D
- PCS
- TELEFONIA INALAMBRICA FIJA

Banda ciudadana

Servicio de radiocomunicaciones Fijo y Móvil terrestre, establecido para comunicaciones exclusivamente de tipo personal de corta distancia y de experimentación, sin fines políticos, religiosos o de lucro.

- **EQA.20*** La banda 26.965 - 27.405 kHz, atribuida a los servicios fijo y móvil, se utiliza para el servicio de banda ciudadana. Los canales de la banda ciudadana desde 26.965 kHz a 27.285 kHz deberán aceptar interferencia perjudicial de las aplicaciones industriales, científicas y médicas (ICM).

* La atribución de bandas de frecuencia para servicios de radiocomunicaciones específicos será únicamente establecida en la correspondiente nota nacional EQA.

Enlaces radioeléctricos.

Sistema que presta comunicación a un grupo de personas adheridas a una frecuencia mediante una conexión directa (estación fija).

- **EQA.70** En la banda 225 - 235 MHz, atribuida a los servicios fijo y móvil, operan exclusivamente enlaces radioeléctricos entre estaciones fijas con antenas direccionales punto - punto, punto - multipunto para el servicio de radiodifusión sonora.
- **EQA.75** En las bandas 235 - 245 MHz, 360 - 370 MHz, atribuidas a los servicios fijo y móvil, operan exclusivamente enlaces radioeléctricos entre estaciones fijas con antenas direccionales punto - punto, punto - multipunto.

- **EQA.95** En la banda 425 - 430 MHz, atribuida a los servicios fijo y móvil salvo móvil aeronáutico, operan exclusivamente enlaces radioelétricos entre estaciones fijas con antenas direccionales punto - punto, punto - multipunto para el servicio de radiodifusión sonora.
- **EQA.100** En la banda 430 - 440 MHz, atribuida a los servicios fijo, móvil, radiolocalización, operarán exclusivamente enlaces radioelétricos entre estaciones fijas con antenas direccionales punto - punto, punto - multipunto. (Continúa)
- **EQA.230** En la banda 12,7 - 12,75 GHz, atribuida a los servicios fijo, fijo por satélite (Tierra - espacio), móvil salvo móvil aeronáutico, operarán exclusivamente enlaces radioelétricos entre estaciones fijas con antenas direccionales punto - punto, punto - multipunto para el servicio de radiodifusión de televisión, a partir de julio de 2003.
- **EQA.235** En la banda 12,75 - 12,772 GHz, atribuida a los servicios fijo, fijo por satélite (Tierra - espacio) y móvil, operarán exclusivamente enlaces radioelétricos entre estaciones fijas con antenas direccionales punto - punto, punto - multipunto para el servicio de radiodifusión de televisión, a partir de julio de 2003.

Espectro ensanchado

- **EQA. 150** El uso de la banda 902 - 928 MHz atribuida al servicio fijo, se comparte con sistemas de espectro ensanchado (Spread Spectrum).
- **EQA.215** El uso de la banda 5.725 - 5.850 MHz, atribuida al servicio de radiolocalización, se comparte con los servicios fijo y móvil que operan con Sistemas de Espectro Ensanchado (Spread Spectrum).
- **EQA.195** El uso de la banda 2.400 - 2.483,5 MHz, atribuida a los servicios fijo, móvil y radiolocalización, operan sistemas de seguridad pública compartido con sistemas de espectro ensanchado (Spread Spectrum).

Sistema comunal

Sistema comunal de los servicios Fijo y Móvil Terrestre, es el conjunto de estaciones de radiocomunicación utilizadas por una persona natural o jurídica, que comparte en el tiempo un canal radioelétrico para establecer comunicaciones entre sus estaciones de abonado. Son sistemas especiales de explotación.

- **EQA.60** En las bandas 170 - 172 MHz y 172 - 174 MHz, 500 - 503 MHz y 506 - 509 MHz, atribuidas a los servicios fijo y móvil operarán exclusivamente sistemas comunales de explotación a partir de julio de 2003.

En razón de que los equipos utilizados tienen las mismas características técnicas que los Sistemas Convencionales y los Sistemas Buscapersonas, los Sistemas Comunales operarán en bandas en forma compartida, según la siguiente distribución:

BANDA	RANGO (MHZ)
VHF	138 – 144
	148 – 174
UHF	450 - 500

Se debe indicar que de acuerdo al Plan Nacional de Frecuencias, en la banda de 148 – 174 MHz existen pequeños rangos de frecuencia asignados a otro tipo de servicio.

El ancho de banda de cada canal radioeléctrico es de 12,5 MHz y la separación entre frecuencia de transmisión y recepción es de 5 MHz para la banda de 450 – 482 MHz y 6 MHz para la banda de VHF la separación mínima entre transmisión y recepción es de 600 kHz.

Para la operación en simplex se ha asignado las bandas 470 – 472 MHz y 482 – 488 MHz.

Sistema troncalizado

Sistema de radiocomunicación fijo y móvil terrestre, que está conformado por pares de frecuencia, en el que las estaciones establecen comunicación mediante el acceso en forma automática a cualquiera de las frecuencias asignadas al sistema que esté disponible.

- **EQA.140** En las bandas 806- 811 MHz y 851-856 MHz; 896 - 898 MHz y 935 - 937 MHz; 811 - 824 MHz y 856 - 869 MHz, 902 - 904 MHz y 932 -934 MHz; atribuidas a los servicios fijo y móvil, operan sistemas troncalizados.

Transmisión de datos

- **EQA.155** En las bandas 917-922 MHz y 941 - 946 MHz, 925 - 928 MHz y 951 - 954 MHz, 934 - 935 MHz y 955 - 956 MHz, 1.400 - 1.452 MHz, 1.492- 1.525 MHz, 3.700- 4.200 MHz, 5.925 -6.700 MHz, 6.892 - 7.075 MHz, 7.075 - 8.500 MHz, 14,5 - 15,4 GHz, 17,8 - 18,8 GHz, 21,2 -24 GHz, operan enlaces para sistemas de transmisión de datos.

Busca personas

- **EQA.115** En las bandas 470 - 472 MHz, 482 - 487 MHz, atribuidas a los servicios fijo y móvil, operan sistemas buscapersonas unidireccionales compartido con sistemas simplex excepto enlaces radioeléctricos entre estaciones fijas con antenas direccionales punto - punto, punto - multipunto.

- **EQA.160** En la banda 929 - 932 MHz, atribuida a los servicios fijo y móvil salvo móvil aeronáutico, operan sistemas buscapersonas unidireccional.
- **EQA.165** En las bandas 901 - 902 MHz y 940 - 941 MHz, atribuidas a los servicios fijo y móvil salvo móvil aeronáutico, operan sistemas buscapersonas bidireccional.
- **EQA.160** En la banda 929 - 932 MHz, atribuida a los servicios fijo y móvil salvo móvil aeronáutico, operan sistemas buscapersonas unidireccional.

[Fuente: Registro Oficial N° 192 (Jueves 26 de Octubre del 2000)]

Servicios de Telecomunicaciones

La SUPTEL deberá ejercer sus campos de acción sobre los siguientes servicios:

- Servicios radioeléctricos
- Servicios públicos
- Servicios **especiales**

a) Servicios Radioeléctricos

- Servicio Fijo
- Servicio Móvil
 - marítimo
 - aeronáutico
- Aficionados
- Fijo por satélite
- Móvil por satélite
 - marítimo
 - terrestre
 - aeronáutico
- Aficionados por satélite
- Troncalizado
- Venta de música
- Buscapersonas
- Comunales
- Ayuda a la comunidad

b) Servicios Públicos

- Telefonía Fija
 - Andínatel
 - Pacífictel
 - Etapa
- Telefonía Celular
 - Otecel (Bell South)

- Conecel (Porta Celular)
- Telecsa

c) Servicios Especiales

- Servicios satelitales
 - Fijo
 - Móvil(terrestre, marítimo, aeronáutico)
 - Radiodifusión
 - Radionavegación
 - Explotación de la tierra
- Servicios de comunicaciones personales PCS
 - Microcelulares de telefonía y datos
 - Interactivos de datos y videos
 - Teléfonos sin cordón
- Comunicaciones de espectro ensanchado
- Televisión por cable
- Televisión codificada 12 GHz por satélite
- Televisión codificada 28 GHz terrestre
- Servicios de valor agregado
- Servicios portadores.

Servicios de Radiocomunicaciones

Servicios Fijo y Móvil

SERVICIOS

BANDA DE FRECUENCIAS

HF (Comercial):	3,5 - 14 MHz
Banda Ciudadana:	26,965 - 27,405 MHz
Radioaficionados:	144 - 148 MHz
Banda Comercial VHF:	138 - 144 MHz
	148 - 174 MHz
	150.05 – 156.7625 MHz
	156.8375 – 170 MHz
	170 – 174 MHz (Sistemas comunales)
Enlaces S/D:	235 - 370 MHz
Banda comercial UHF:	450 – 455 MHz
	456 – 459 MHz
	460 – 470 MHz
	472 – 482 MHz
	487 – 500 MHz
Transmisión de datos:	917 – 922 MHz
	925 - 928 MHz
	934 – 935 MHz

1400 – 1452 MHz
1492 – 1525 MHz
3700 – 3777 MHz
5925 – 6300 MHz
6892 – 8500 MHz
14.5 – 15.4 GHz
17.8 – 18.8 GHz
21.2 - 24 GHz

Sistema troncalizado: 806 - 824 MHz
851 - 870 MHz
896 - 898 MHz
935 - 937 MHz
902 - 904 MHz
932 - 934 MHz

Buscapersonas: 929 - 932 MHz

Telefonía móvil celular 824 - 835 MHz A Tx
869 - 880 MHz A Rx
845 - 846,5 MHz A extend. Tx
890 - 891,5 MHz A extend.Rx

835 - 845 MHz B Tx
880 - 890 MHz B Rx
846,5 - 849 MHz B extend.Tx
891,5 - 894 MHz B extend.Rx

Transmisión digital: 1 - 2 GHz
3 - 4 GHz
5 - 6 GHz
7 - 8 GHz
14 - 15 GHz

Radiolocalización: 5,725 – 5,850 GHz
10,5 – 10,55 GHz

PCS (Servicios de comunicaciones personales)
1,85 – 1,99 GHz

Telefonía inalámbrica fija: 1,91 – 1,93 GHz
3,4 - 3,6 GHz

Fijo por satélite: 6/4 GHz Banda C
13/11 GHz Banda Ku
14/11 GHz Banda Ku
14/12 GHz Banda Ku
8/7 GHz Banda X

Móvil marítimo por satélite: 1530 - 1544 MHz
1626,5 - 1645 MHz

Principales Servicios de Radiodifusión y Televisión

- Radiodifusión
 - Onda Corta (OC)
 - Amplitud Modulada (AM)
 - Frecuencia Modulada (FM)
- Televisión abierta
 - VHF
 - UHF
- Televisión por cable
- Televisión codificada
 - Terrestre
 - Satelital

- Enlaces Fijo y móvil
 - Terrestre
 - Por satélite

- Sistemas de venta de música

Servicios de Radiodifusión y Televisión

Radiodifusión Sonora en:

Amplitud modulada:	525 – 1705 kHz
Onda corta tropical:	2300 – 2495 kHz 3200 – 3400 kHz 4750 – 4995 kHz 5005 – 5060 kHz
Ondas decamétricas:	5900 – 6200 kHz 7300 – 7350 kHz 9400 – 9900 kHz 11600 – 12100 kHz 13570 – 13870 kHz 15100 – 15800 kHz 17480 – 17900 kHz 18900 – 19020 kHz 21450 – 21850 kHz 25670 – 26100 kHz
Frecuencia modulada:	88 – 108 MHz

Radiodifusión de:

Televisión VHF:

CH 2 – 4	54 – 72 MHz
CH 5 – 6	76 – 88 MHz
CH 7 – 13	174 – 216 MHz

Televisión UHF:

CH 19 – 36	500 – 606 MHz
CH 38 – 49	614 – 686 MHz
CH 50 – 69	686 - 806 MHz

Televisión codificada terrestre: 2500 – 2686 GHz

Televisión codificada satelital: 11,45 – 12,75 GHz (up)
13,75 – 14,5 GHz (down)

Televisión codificada celular: 27,5 – 28,35 GHz
29,1 – 29,25 GHz
31 – 31,3 GHz

Enlaces de radiodifusión:	216 – 220 MHz	(Fijo y móvil marítimo)
	220 – 225 MHz	(Aficionados, fijo y móvil)
	235 - 267 MHz	(Fijo y móvil)
	410 – 420 MHz	(Fijo, móvil salvo móvil aeronáutico e investigación espacial)
	420 - 425 MHz	(Fijo y móvil)
	940 – 946 MHz	(Fijo y móvil)
	951 – 960 MHz	(Fijo y móvil)

Enlaces de televisión: 2200 – 2296 MHz
3777 – 4200 MHz
6300 – 6892 MHz
10550 – 10680 MHz
12700 – 12772 MHz

Ancho de banda de referencia

- Debajo de 30,1 MHz 5 KHz
- 30,1 - 1.000 KHz 25 KHz, actualmente se utiliza 12,5 kHz
- 1 - 8 GHz 100 KHz
- 8 - 15,350 GHz 500 KHz
- 15,350 - 22 GHz 1 MHz
- Sobre 22 GHz 2 MHz

Anexo N° 2. Cerros utilizados para los diferentes servicios a nivel nacional.

NOMBRE	PROVINCIA	COORDENADAS		ASNM (m)
		LATITUD	LONGITUD	
ALTO BURIN	AZUAY	024852 S	791423 W	4220
GUAVIDULA	AZUAY	024702 S	791020 W	4100
PATUL	AZUAY	024150 S	791200 W	4000
YANALPA	AZUAY	032950 S	790730 W	3850
PAREDONES	AZUAY	024428 S	792418 W	3670
TINAGUILLAS	AZUAY	031042 S	790132 W	3485
NEGRO	AZUAY	032000 S	793346 W	3450
PORTETE	AZUAY	030737 S	790342 W	3380
GUIRILLO	AZUAY	030945 S	793615 W	3279
HIERBA BUENA	AZUAY	024441 S	792652 W	3270
MOLLETURO	AZUAY	024134 S	792524 W	3250
SINBALA	AZUAY	030802 S	790502 W	3160
TIPOLOMA	AZUAY	030656 S	790549 W	2784
AMOPUNGO	AZUAY	024818 S	784916 W	3085
PUCARA	AZUAY	030806 S	795048 W	3000
EL MIRADOR	AZUAY	031145 S	793615 W	2900
CRUZ	AZUAY	025538 S	785942 W	2850
EL TURI	AZUAY	025512 S	790023 W	2607
ITAG CRUZ	AZUAY	025513 S	790057 W	2720
RAYO LOMA	AZUAY	025439 S	785847 W	2700
PACCHA	AZUAY	033341 S	794242 W	2700
NARANCAY	AZUAY	025535 S	790258 W	2660
QUINTA CHICA	AZUAY	025245 S	785905 W	2600
CUENCA	AZUAY	025333 S	785958 W	2510
ORDOÑES LAZO	AZUAY	025337 S	790011 W	2500
CORONA DE ORO	AZUAY	024425 S	792503 W	600
HUASIPAMBA	AZUAY	031042 S	793544 W	3000
PACAR	AZUAY	025043 S	790136 W	2872
BARABON	AZUAY	030626 S	790515 W	2953
VIRACOCCHABAMBA	AZUAY	030728 S	790022 W	3001
CAJALOMA	AZUAY	030812 S	790108 W	3000
RADIOLOMA	AZUAY	030210 S	790510 W	2992
JATUMPAMBA	AZUAY	031204 S	791114 W	1936
CAPADIA CHICO	BOLIVAR	012541 S	795613 W	4350
CAPADIA	BOLIVAR	012535 S	785749 W	4234
CAPADIA GRANDE	BOLIVAR	012516 S	785654 W	4200
TIOGINAL	BOLIVAR	012202 S	790616 W	4200
PARAMO APAGUA	BOLIVAR	010315 S	785300 W	4100
SALINAS	BOLIVAR	012250 S	790049 W	3850
TIGUINAL	BOLIVAR	012020 S	790510 W	3850
MULIDIAHUAN	BOLIVAR	012455 S	790427 W	3000
SINCHE CHICO	BOLIVAR	013002 S	785922 W	3500
DE LOURDES	BOLIVAR	014516 S	790452 W	3300
CEBADAPAMBA	BOLIVAR	014256 S	785824 W	3240
BOCA DE PIEDRA	BOLIVAR	012920 S	790205 W	3200
PADRE URCO	BOLIVAR	014206 S	790556 W	3100

SUSANGA	BOLIVAR	014008 S	790058 W	2600
ANGASPASCHA	BOLIVAR	014548 S	790210 W	3010
PATIOBAMBA	BOLIVAR	014119 S	790608 W	2950
GUALASAY	BOLIVAR	014159 S	790640 W	2900
TUNDALOMA	BOLIVAR	014148 S	790608 W	2850
TUYUPAMBA	BOLIVAR	014255 S	790600 W	2820
SAN LOMAS	BOLIVAR	015547 S	790444 W	2800
COCHABAMBA	BOLIVAR	014145 S	790840 W	2800
MAGDALENA	BOLIVAR	013817 S	790403 W	2800
ACHACHI	BOLIVAR	013815 S	790610 W	2800
GUARANDA	BOLIVAR	013545 S	790636 W	2800
GUARUMALES	BOLIVAR	012800 S	790505 W	2750
SUSANGA	BOLIVAR	014008 S	790058 W	2600
ECHÉANDIA	BOLIVAR	012902 S	791050 W	2600
LAS CONCHAS	BOLIVAR	015028 S	790942 W	2500
SAN VICENTE	BOLIVAR	015005 S	790810 W	2500
BILOVAN	BOLIVAR	014927 S	790629 W	2500
CAMINO REAL	BOLIVAR	014833 S	790735 W	2500
LA COCHA	BOLIVAR	015028 S	790944 W	2470
CHUCHI	BOLIVAR	014236 S	790448 W	2380
EL BALCON	BOLIVAR	015027 S	790919 W	2300
LAS GUARDIAS	BOLIVAR	015005 S	790810 W	2300
CHILLANES	BOLIVAR	015830 S	790510 W	2200
HASAN LOMA	BOLIVAR	015000 S	791000 W	2200
TOLAPATA	BOLIVAR	014915 S	790830 W	2120
EL TABLON	BOLIVAR	014830 S	790808 W	2000
GUARUMAL	BOLIVAR	012900 S	790908 W	1400
BALZAPAMBA	BOLIVAR	014445 S	790843 W	1200
LA TORRE	BOLIVAR	022615 S	790425 W	2601
BALCON	BOLIVAR	014916 S	790903 W	2200
PACHAGRON	BOLIVAR	013714 S	785838 W	2750
GUALASEO	BOLIVAR	013421 S	790122 W	3000
CULEBRILLAS	CAÑAR	012715 S	785202 W	4400
CARSHAO	CAÑAR	022612 S	785657 W	4032
ALTAURCO	CAÑAR	022612 S	785657 W	4030
PINLLON	CAÑAR	023822 S	784618 W	3765
BUERAN	CAÑAR	023621 S	785540 W	3438
COCOPARRUMI	CAÑAR	023450 S	785500 W	3500
PILZHUN	CAÑAR	023906 S	784402 W	3400
VILLAFLOR	CAÑAR	024852 S	784742 W	2811
CURIQUINGUE	CAÑAR	024510 S	783111 W	3020
CURUQUINGA	CAÑAR	024510 S	785311 W	3020
SAN CRISTOBAL	CAÑAR	024422 S	784950 W	3000
COJITAMBO	CAÑAR	024532 S	785318 W	2626
DUCUR	CAÑAR	022803 S	790138 W	2800
CERCAPATA	CAÑAR	022730 S	790450 W	2750
PACAY	CAÑAR	022804 S	790435 W	2600
MARAS	CAÑAR	024702 S	784451 W	2492
AZOGUES	CAÑAR	024433 S	785045 W	2480
GUAGUALZHUMI	CAÑAR	025336 S	785440 W	2605
EL CHORRO	CAÑAR	024439 S	792330 W	2337

SHAPACAL	CAÑAR	024456 S	784925 W	2600
SHISHIGUIN	CAÑAR	024411 S	785130 W	2600
SANTA BARBARA	CAÑAR	024424 S	785116 W	2600
CUYTUN	CAÑAR	024128 S	785409 W	2955
PAPALOMA	CAÑAR	024016 S	785422 W	3008
CHILES	CARCHI	033105 S	793202 W	3580
NEGRO	CARCHI	004425 N	774314 W	3420
TROYA ALTO	CARCHI	003940 N	774106 W	3420
CABRAS	CARCHI	002536 N	781745 W	2600
BOLIVAR	CARCHI	001927 N	775411 W	2500
CAPARINA LOMA	CHIMBORAZO	013032 S	783508 W	3860
LA MIRA	CHIMBORAZO	013020 S	783453 W	3800
HIGNUG	CHIMBORAZO	014020 S	784252 W	3591
CACHA	CHIMBORAZO	014358S	794220 W	3540
AMULA	CHIMBORAZO	014028 S	784401 W	3400
YANAG	CHIMBORAZO	013429 S	784313 W	3150
PALMA SOLA	CHIMBORAZO	021356 S	790043 W	3100
COLTA	CHIMBORAZO	014347 S	784623 W	3000
SANTA CRUZ	CHIMBORAZO	015539 S	784136 W	3000
PALLATANGA	CHIMBORAZO	020508 S	785613 W	1800
CHIMBORAZO	CHIMBORAZO	012515 S	785115 W	4199
APAGUA	COTOPAXI	005950 S	785510 W	4134
CORRAL PUNGO	COTOPAXI	025813 S	785617 W	4000
EL CHASQUI	COTOPAXI	003719 S	783540 W	3500
PUTZULAGUA	COTOPAXI	005752 S	783339 W	3500
ESTACION ERIS	COTOPAXI	003734 S	783403 W	3480
PILALO	COTOPAXI	005735 S	785842 W	3409
ANGALOMA	COTOPAXI	005603 S	783159 W	3400
ALAQUES	COTOPAXI	010810 S	792615 W	3020
EL CORAZÓN	COTOPAXI	010843 S	790418 W	3000
PUSUCHUSI	COTOPAXI	005458 S	783230 W	2850
LATACUNGA	COTOPAXI	005610 S	783635 W	2770
PISICHISI	COTOPAXI	010234 S	783415 W	2679
ABITAGUA	COTOPAXI	012514 S	780822 W	2080
EL TOPO	COTOPAXI	012458 S	781119 W	2500
GUANGO	COTOPAXI	005342 S	782944 W	3800
COCHA	COTOPAXI	010440 S	790605 W	2698
CHILLACocha	EL ORO	033105 S	793202 W	3580
CHILLA	EL ORO	033026 S	793853 W	3143
PUCARA	EL ORO	030948 S	793619 W	3000
PACHA	EL ORO	033105 S	793200 W	2200
TRIGAL	EL ORO	035948 S	791731 W	2380
REPPEN	EL ORO	033139 S	794100 W	2250
DAUCAY	EL ORO	033512 S	793944 W	2000
OBISPO	EL ORO	032903 S	793501 W	3358
LA LIBERTAD	EL ORO	035050 S	800615 W	800
VILLA RICA	EL ORO	030410 S	794420 W	500
PASAJE	EL ORO	031910 S	794754 W	31
CORRALITOS	EL ORO	031852 S	795301 W	10
MACHALA	EL ORO	031535 S	795736 W	3
BALAO	ESMERALDAS	055600 N	794055 W	120

ZAPALLO	ESMERALDAS	005315 N	793144 W	640
GATAZO	ESMERALDAS	005715 N	793044 W	200
SAN MARTIN DE PORRAS	ESMERALDAS	005900 N	794000 W	100
LOMA ALMENDRO	ESMERALDAS	002113 N	793029 W	200
TELEMBI	ESMERALDAS	001856 N	792658 W	200
LOMA CALDERON	ESMERALDAS	011050 N	784530 W	15
SAN JOAQUIN	GALAPAGOS	005345 S	893128 W	890
CROKER	GALAPAGOS	003734 S	901906 W	600
SANTA CRUZ	GALAPAGOS	005832 N	793914 W	100
ILAMBULO	GUAYAS	014049 S	795352 W	600
BALAO ALTO	GUAYAS	024632 S	792810 W	600
BALLENITA	GUAYAS	021230 S	785740 W	600
AZUL	GUAYAS	021015 S	795655 W	200
ANIMAS	GUAYAS	022816 S	802756 W	405
GONZALES	GUAYAS	022053 S	803223 W	307
SAN JAVIER	GUAYAS	021008 S	785330 W	220
BELLAVISTA	GUAYAS	021046 S	785445 W	165
SAN EDUARDO	GUAYAS	021037 S	785435 W	130
LA MONA	GUAYAS	022258 S	802106 W	120
MAPASINGUE	GUAYAS	020856 S	785458 W	110
LOS CEIBOS	GUAYAS	020858 S	795455 W	100
LA PUNTILLA	GUAYAS	021113 S	805925 W	100
SANTA ELENA	GUAYAS	021221 S	805229 W	90
SANTA ANA	GUAYAS	021038 S	795245 W	90
CAPAY	GUAYAS	021218 S	805142 W	88
CAPAES	GUAYAS	021223 S	805131 W	84
EL CARMEN	GUAYAS	021036 S	795246 W	126
CABRAS	GUAYAS	021010 S	795056 W	80
EL EMPALME	GUAYAS	010225 S	793816 W	80
CANTERAS	GUAYAS	004038 S	802330 W	80
TABLAZO	GUAYAS	021328 S	810814 W	80
HUANCAVILCA	GUAYAS	021145 S	795255 W	70
EL TRIUNFO	GUAYAS	021924 S	792434 W	47
PUNTA ANCON	GUAYAS	021900 S	810815 W	40
SALINAS	GUAYAS	021402 S	805218 W	33
NARANJAL	GUAYAS	023944 S	793647 W	30
LOMA DE URDESA	GUAYAS	020950 S	795450 W	30
GUAYAQUIL	GUAYAS	021116 S	795240 W	25
DAULE	GUAYAS	015139 S	795852 W	14
DURAN	GUAYAS	020959 S	795055 W	3
AEROPUERTO GUAYAQUIL	GUAYAS	020920 S	795308 W	1
FLORIDA	GUAYAS	020733 S	795613 W	1
GERMANIA	GUAYAS	020155 S	795710 W	1
EDIFICIO TORRES RIO	GUAYAS	021116 S	800720 W	200
PEÑON DE LA BASE DE SALINAS	GUAYAS	021101 S	810112 W	10
CHINCA	GUAYAS	011415 S	802810 W	32
BOLICHE	IMBABURA	002012 N	782010 W	3960
EL REDONDO	IMBABURA	001816 N	780246 W	3835
BLANCO	IMBABURA	001230 N	782060 W	3000
COTACACHI	IMBABURA	002102 N	782053 W	3889

CUICOCHA	IMBABURA	001830 S	782043 W	3121
OTAVALO	IMBABURA	011330 N	781508 W	2520
LOMA DE CARPARUMI	IMBABURA	002057 N	781239 W	2500
IBARRA	IMBABURA	002124 N	780647 W	2378
GUAYABILLA	IMBABURA	002034 N	780620 W	2360
YURACRUCITO	IMBABURA	002029 N	780507 W	2610
ZAPALLO LOMA	IMBABURA	001730 N	781205 W	3000
COLAMBO	LOJA	041403 S	792337 W	3095
GUACHANAMA	LOJA	040208 S	795209 W	3080
LOMA DE CARBONCILLO	LOJA	033253 S	791040 W	3030
GUACHAURCO	LOJA	040222 S	795335 W	2600
HUACHICHAMBO	LOJA	040525 S	791404 W	3000
VENTANAS	LOJA	035745 S	791701 W	3000
VILLONACO	LOJA	035906 S	791558 W	2600
GUACHICHAMBO	LOJA	040117 S	791434 W	2770
MOTILON	LOJA	040445 S	795614 W	2662
VILLONACO	LOJA	035730 S	791620 W	2650
SAN CAYETANO	LOJA	035854 S	790831 W	2600
UTUANA	LOJA	042155 S	794315 W	2200
GONZANAMA	LOJA	041123 S	792409 W	2600
MORUPE	LOJA	042156 S	793615 W	2340
YARAHUMA	LOJA	042136 S	793350 W	2300
PUCARA	LOJA	040455 S	795620 W	2270
ALAMOR	LOJA	040038 S	800056 W	1360
CATAMAYO	LOJA	035855 S	792107 W	1290
LOS GUARDIAS	LOS RIOS	014927 S	790629 W	2000
CORAZON	LOS RIOS	010843 S	790418 W	1800
EL PLATANO	LOS RIOS	014806 S	793121 W	1050
CHINTADURO	LOS RIOS	005318 S	793147 W	640
ZAPALLO	LOS RIOS	005314 S	793147 W	640
LAS NAVES	LOS RIOS	011508 S	792124 W	200
CHONTADURO	LOS RIOS	015318 S	793147 W	80
VENTANILLA	LOS RIOS	012950 S	792714 W	42
QUEVEDO	LOS RIOS	010026 S	792750 W	200
AZUCENA	MANABI	010332 S	795900 W	4080
PUERTO LOPEZ	MANABI	021008 S	795415 W	3540
JABONCILLO	MANABI	010235 S	803230 W	700
PICOAZA	MANABI	011001 S	803541 W	680
JAMA	MANABI	001552 S	801234 W	620
COROZO	MANABI	012909 S	803021 W	600
LOMA CHORILLO	MANABI	010323 S	804015 W	540
MANTA BLANCA	MANABI	001438 S	802458 W	570
DESBARANCADA	MANABI	011929 S	803330 W	547
GRAMALOTAL	MANABI	010239 S	800129 W	530
DE HOJAS	MANABI	010223 S	803210 W	510
GUARUMO	MANABI	010527 S	801205 W	477
GUAYABAL	MANABI	010221 S	803412 W	405
LA CUESTA	MANABI	011958 S	802307 W	400
PATA DE PAJARO	MANABI	000107 S	800125 W	410
NUEVE	MANABI	001825 S	801205 W	400
LOMA DE VIENTO	MANABI	004216 S	802418 W	380

EL ZAMBO	MANABI	005859 S	800211 W	355
MAURICIO	MANABI	023940 S	802644 W	300
JIPIJAPA	MANABI	012038 S	803421 W	280
EL OBO	MANABI	003528 S	802324 W	275
EL OLIMPO	MANABI	004032 S	800557 W	250
MONTECRISTI	MANABI	010308 S	803951 W	222
LOMA DEL RIFLE	MANABI	003529 S	802328 W	220
EL CARMEN	MANABI	001024 S	792921 W	200
TENBAM	MANABI	002702 S	792928 W	200
ROSA ZARATE	MANABI	001322 N	793012 W	200
SAN VICENTE	MANABI	013524 S	802341 W	100
CHONE	MANABI	004144 S	800529 W	8
BAHIA DE CARAQUEZ	MANABI	005626 S	802523 W	3
CHURUCO NORTE	MORONA SANTIAGO	030855 S	784716 W	3420
KILAMO	MORONA SANTIAGO	021756 S	780819 W	1000
BOSCO	MORONA SANTIAGO	025959 S	783803 W	3167
RIO NEGRO	MORONA SANTIAGO	023743 S	783220 W	2080
GENERAL PROAÑO	MORONA SANTIAGO	021607 S	781719 W	2600
SAN JOSE	MORONA SANTIAGO	021226 S	780137 W	1520
GUAYUSA	MORONA SANTIAGO	032242 S	783540 W	1003
SANTA MARIA	MORONA SANTIAGO	022500 S	790000 W	1250
PACHICUTZA	MORONA SANTIAGO	034018 S	793910 W	1200
LOMA SECA	MORONA SANTIAGO	024805 S	781434 W	1050
CUTUCU	MORONA SANTIAGO	024600 S	781100 W	1000
PANGUI	MORONA SANTIAGO	033825 S	782345 W	1802
SHUGSMAYORA	NAPO	000502 S	780100 W	3225
CONDIJUA	NAPO	002944 S	775928 W	2900
COSANGA	NAPO	003853 S	775140 W	2350
GUACAMAYOS	NAPO	003924 S	775217 W	2100
LAS TRES CRUCES	NAPO	001604 S	774547 W	1840
MIRADOR	NAPO	010012 S	774758 W	800
PAN DE AZUCAR	NAPO	003120 S	771835 W	400
LA VICTORIA	NAPO	001700 S	763900 W	400
DE LOS MONOS	NAPO	001800 S	770900 W	300
FCO. DE ORELLANA	NAPO	002734 S	785900 W	200
TIPUTINI	NAPO	004232 S	782118 W	160
MONDAÑA	NAPO	005240 S	771458 W	396
AUCA	NAPO	003828 S	765244 W	277
FCO. DE ORELLANA	ORELLANA	002745 S	765851 W	200
MANGAYACU	PASTAZA	012100 S	780700 W	2200
ABITAGUA	PASTAZA	012228 S	780824 W	2080
VISUAL	PASTAZA	020600 S	774600 W	1375
CALVARIO	PASTAZA	013049 S	775655 W	1250
VILLANO	PASTAZA	012858 S	772639 W	400
CRUZ LOMA	PICHINCHA	001502 S	783800 W	4300
CAYAMBE	PICHINCHA	000206 N	780117 W	4207
CHIQUIRA	PICHINCHA	013144 S	782003 W	4240
GUAMANI	PICHINCHA	001625 S	781046 W	4200
CUTUGLAGUA	PICHINCHA	002212 S	783626 W	4108
PARAMO ZUÑIGA	PICHINCHA	002213 S	783633 W	4100
LA VIRGEN	PICHINCHA	001815 S	781448 W	4080

SAN FRANCISCO	PICHINCHA	002209 S	783717 W	4070
POTRERILLOS	PICHINCHA	001928 S	781137 W	4060
SAN BARTOLO	PICHINCHA	000629 S	781807 W	4000
ATACAZO	PICHINCHA	001855 S	783611 W	3850
PAILON	PICHINCHA	001852 S	783620 W	3800
SAN JUAN	PICHINCHA	001800 S	781800 W	3800
PICHINCHA	PICHINCHA	000953 S	783310 W	4200
ACHAPULLA	PICHINCHA	000450 S	781150 W	3800
ACHUPALLAS	PICHINCHA	000450 S	781150 W	3800
LA VIUDITA	PICHINCHA	002434 S	783619 W	3400
ZUNFANA	PICHINCHA	003609 S	783416 W	3680
EL PULPITO	PICHINCHA	001653 S	783800 W	3670
CHOZALONGO	PICHINCHA	001020 S	783117 W	3650
MONTESERRIN	PICHINCHA	000510 S	781120 W	3600
LONGUI	PICHINCHA	001548 S	783321 W	3580
CASITAGUA	PICHINCHA	000500 S	783000 W	3515
CONDOR LOMA	PICHINCHA	001118 S	783051 W	3500
CONDOR HUACHANA	PICHINCHA	001119 S	783052 W	3450
CIMA DE LA LIBERTAD	PICHINCHA	001206 S	783014 W	3400
NEGRO	PICHINCHA	000927 S	780821 W	3200
LA FORESTAL	PICHINCHA	001524 S	783010 W	3150
MIRAVALLE	PICHINCHA	001245 S	782830 W	3100
LOMA DE PUENGASI	PICHINCHA	001435 S	782950 W	2860
LUMBISI	PICHINCHA	001304 S	782814 W	3040
MALCHINGUI	PICHINCHA	000324 N	782814 W	2900
MONJAS	PICHINCHA	001234 S	782803 W	2830
QUITO	PICHINCHA	001200 S	782851 W	2800
AEROPUERTO QUITO	PICHINCHA	000830 S	782920 W	2800
CHECA	PICHINCHA	000810 S	781840 W	2800
ALAMBI	PICHINCHA	000407 S	783552 W	2778
PUSUQUI	PICHINCHA	000348 S	782828 W	2630
BÚFALO	PICHINCHA	001927 S	790400 W	1240
LOS LIBRES	PICHINCHA	002345 S	790408 W	1800
JESUS DEL GRAN PODER	PICHINCHA	001812 S	790448 W	1220
CHIGUILPE	PICHINCHA	001650 S	790526 W	935
BIJAGUAL	PICHINCHA	003919 S	791712 W	800
TINALANDIA	PICHINCHA	001830 S	790311 W	800
BOMBOLI	PICHINCHA	001155 S	791000 W	500
ANTISANA	PICHINCHA	003020 S	781135 W	4186
EL ARENAL (ATACAZO)	PICHINCHA	002050 S	783615 W	4034
EL TABLON	PICHINCHA	001656 S	783758 W	3400
VENTANILLAS	PICHINCHA	000938 S	782358 W	2200
NANEGALITO	PICHINCHA	000331 S	784138 W	2139
CONDORCOCHA	PICHINCHA	000215 S	783010 W	3400
ALASPUNGO	PICHINCHA	000005 S	783621 W	3000
HDA. MI CIELO	PICHINCHA	000904 S	792722 W	2656
EL INCA	PICHINCHA	000903 S	782816 W	2760
REVENTADOR	SUCUMBIOS	000215 S	773312 W	1400
BERMEJOS	SUCUMBIOS	000912 S	772239 W	1000
LUMBAQUI	SUCUMBIOS	000047 S	771912 W	1064
PAJAS	SUCUMBIOS	001718 N	772557 W	640

AGUARICO	SUCUMBIOS	000500 N	765800 W	500
NUEVA LOJA	SUCUMBIOS	000602 S	765349 W	418
TARAPOA	SUCUMBIOS	001810 S	762520 W	360
LAGO AGRIO	SUCUMBIOS	000505 S	785251 W	300
TIPISHCA	SUCUMBIOS	001110 S	761206 W	250
SHUSHUFINDI	SUCUMBIOS	001030 S	783840 W	250
Km4 VIA A LAGO AGRIO	SUCUMBIOS	001022 S	764143 W	250
PANACOCOA	SUCUMBIOS	002630 S	760440 W	220
LIMONCOCHA	SUCUMBIOS	002415 N	763720 W	200
PRIMAVERA	SUCUMBIOS	002452 S	764452 W	180
VERTICE SACHA	SUCUMBIOS	001855 S	765541 W	50
SAGATOA	TUNGURAHUA	010809 S	783944 W	4110
PILISURCO	TUNGURAHUA	010909 S	783944 W	3973
LLIMPE	TUNGURAHUA	012321 S	783304 W	3600
LLANTALOMA	TUNGURAHUA	010934 S	783725 W	3400
COTALO	TUNGURAHUA	012403 S	783026 W	3210
SANTA ROSA	TUNGURAHUA	001720 S	781710 W	3200
LLIGUA	TUNGURAHUA	012259 S	782832 W	3056
AMBATO	TUNGURAHUA	011645 S	783937 W	3006
LOMA GRANDE	TUNGURAHUA	012225 S	782742 W	3000
INASIPI	TUNGURAHUA	011234 S	783734 W	2830
AMBATO	TUNGURAHUA	011648 S	783937 W	2744
PELILEO	TUNGURAHUA	011919 S	783247 W	2580
BALOS	TUNGURAHUA	012335 S	782527 W	1840
TUNGURAHUA	TUNGURAHUA	015225 S	782815 W	3400
IGUALATA	TUNGURAHUA	013025 S	783540 W	3805
EL PISQUE	TUNGURAHUA	011720 S	782823 W	3000
NITON	TUNGURAHUA	011555 S	783151 W	3000
HUACHICHICO	TUNGURAHUA	011500 S	783742 W	2665
HUARIPATA	TUNGURAHUA	011204 S	783914 W	3200
CONSUELA	ZAMORA CHINCHIPE	035840 S	790223 W	3180
CONDOR	ZAMORA CHINCHIPE	035854 S	790210 W	2323
EL LIBANO	ZAMORA CHINCHIPE	040413 S	785736 W	1800
LOMA EL CUELLO	ZAMORA CHINCHIPE	040351 S	785615 W	1200
ZAMORA	ZAMORA CHINCHIPE	040435 S	785620 W	1100
COLORADO	ZAMORA CHINCHIPE	040729 S	791426 W	2600

Anexo N° 3. Modelo de propagación utilizado.

Modelo UIT-R 370-7.

La recomendación UIT-R 370-7 es un método de predicción en la banda de VHF y UHF usada en la planificación de servicios de broadcast. En su modo más básico, requiere poco conocimiento de altitud del terreno. Esto principalmente esta basado en la síntesis de las mediciones de intensidad de campo obtenidas de diferentes situaciones:

- Ubicación y variabilidad en el tiempo.
- Altura de las antenas de transmisión y recepción.
- Gradiente del índice de refracción atmosférico.
- Tipo de banda de frecuencia (VHF o UHF).
- Tipo de trayectoria de propagación (valle, mar cálido, mar helado).

Adicionalmente a esto, es posible incluir opcionalmente la irregularidad del terreno, lo cual requiere el conocimiento total de los valores a través de la trayectoria del modelo de elevación digital (DEM – Digital Elevation Model). De alguna forma, este modelo es principalmente estadístico, y su implementación en el ICS TELECOM es más rápida y fácil de usar.

La última versión de la recomendación es la implementada (-7). En ésta dos modos de cálculo están disponibles:

El modo rápido (The fast mode).- Este modo es válido solo para cálculos de intensidad de campo sobre perfiles y áreas de cobertura, desde que la intensidad de campo en cada punto entre el transmisor y el receptor haya sido calculada. Este modo permite guardar los cálculos las veces que cada calculo de intensidad de campo en el punto actual provea los elementos pre-calculados para el próximo punto.

Modo del último punto (The last point mode).- Este modo es siempre válido. No requiere valores pre-calculados sobre un punto previo de los perfiles y, como resultado, trabaja más lento que el modo rápido. De alguna forma. Esto puede ser usualmente seleccionado para cálculos sobre áreas restringidas tales como una zona poligonal (por ejemplo zonas que excluyen al transmisor).

Pocos comentarios sobre la implementación.

Curvas exactas de propagación.- La digitalización de curvas tiene una precisión general de 1 dB para más del 95% de las distancias de 10 a 1000 km, bajo los 10 km, la intensidad de campo de espacio libre es mostrada. Sobre los 1000 km, las curvas pueden divergir mientras estén estrictamente basadas en interpolación en el intervalo (10 : 1000) km.

Algunas curvas en la recomendación no están definidas hasta 1000 km. Estas curvas fueron extrapoladas hasta para 1000 km;

Influencia de la rugosidad del perfil.- dos métodos están disponibles para tener en cuenta la irregularidad del perfil dentro de la contabilidad (cada método excluye al otro), ángulo de despeje o Δh .

Angulo de despeje.- La corrección es calculada a través de ángulos de despeje: uno desde el transmisor (Tx), limitado a ángulos negativos y otro desde el receptor (Rx). Gracias a lo anterior, el perfil de altitud es tomado dentro de la contabilidad en el cálculo de intensidad de campo.

Anexo N° 4. Simulaciones de Propagación.

Tabla N° A4.1 Parámetros de Simulación.

CARCHI	Frecuencia (MHz)	Potencia (w)	Altura de las antenas (m)
FIG: 01 – 02	108	1000	10
FIG: 03 – 04	174	25	10
FIG: 05 – 06	512	25	10
FIG: 07	667.750	5000	10

Tabla N° A4.2 Cerros más utilizados en la provincia de Carchi.

Ubicación propuesta para la EMRR.	NOMENCLATURA UTILIZADA	
	NÚMERO	CERRO
TULCÁN BOLIVAR	1	TROYA
	2	NEGRO
	3	CABRAS
	4	BOLIVAR

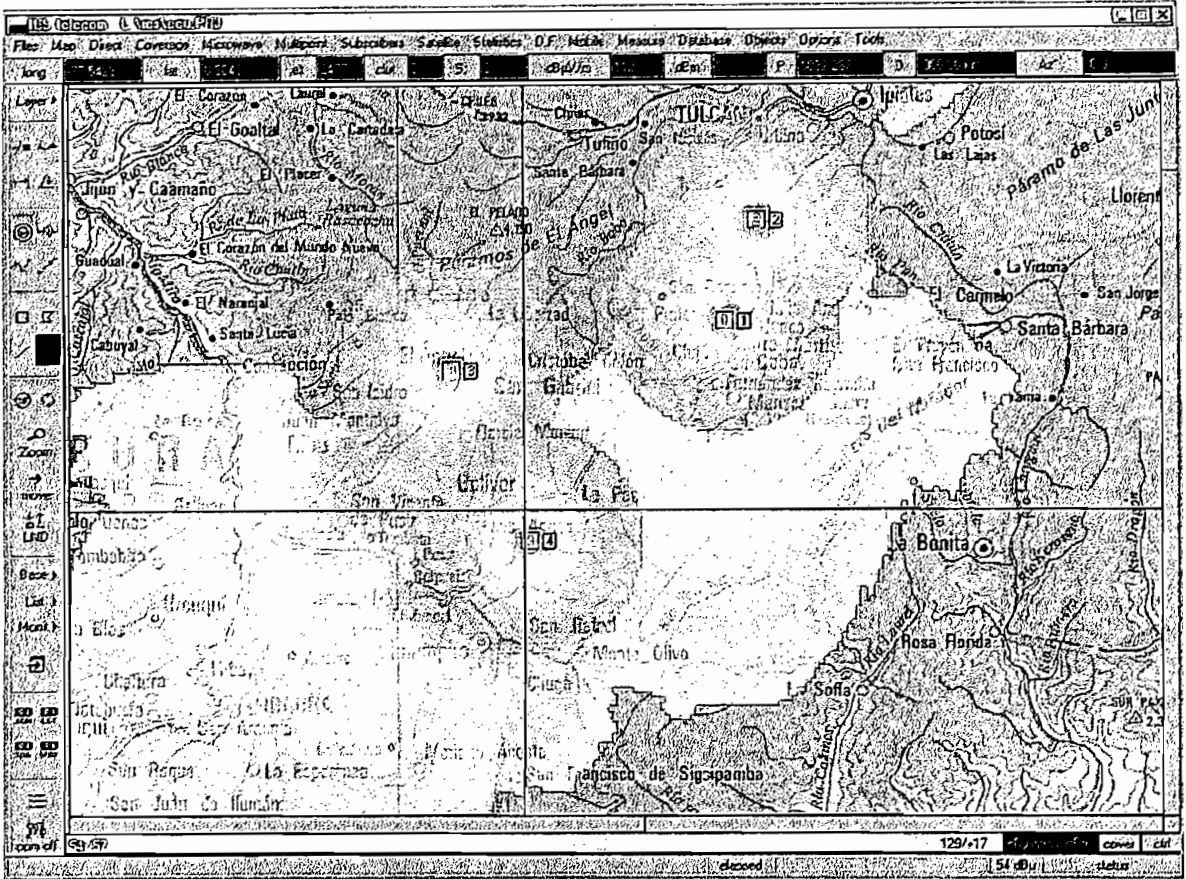


FIG. N°01

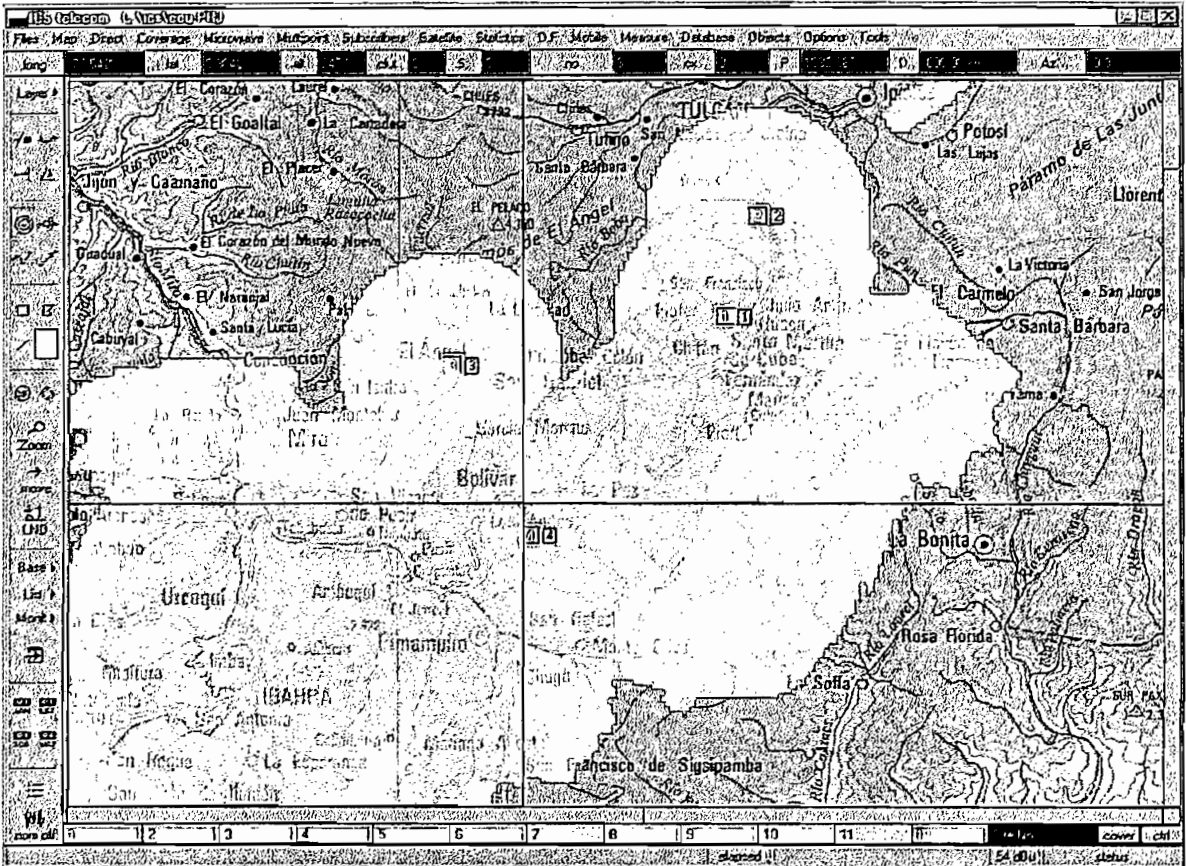


FIG. N°02

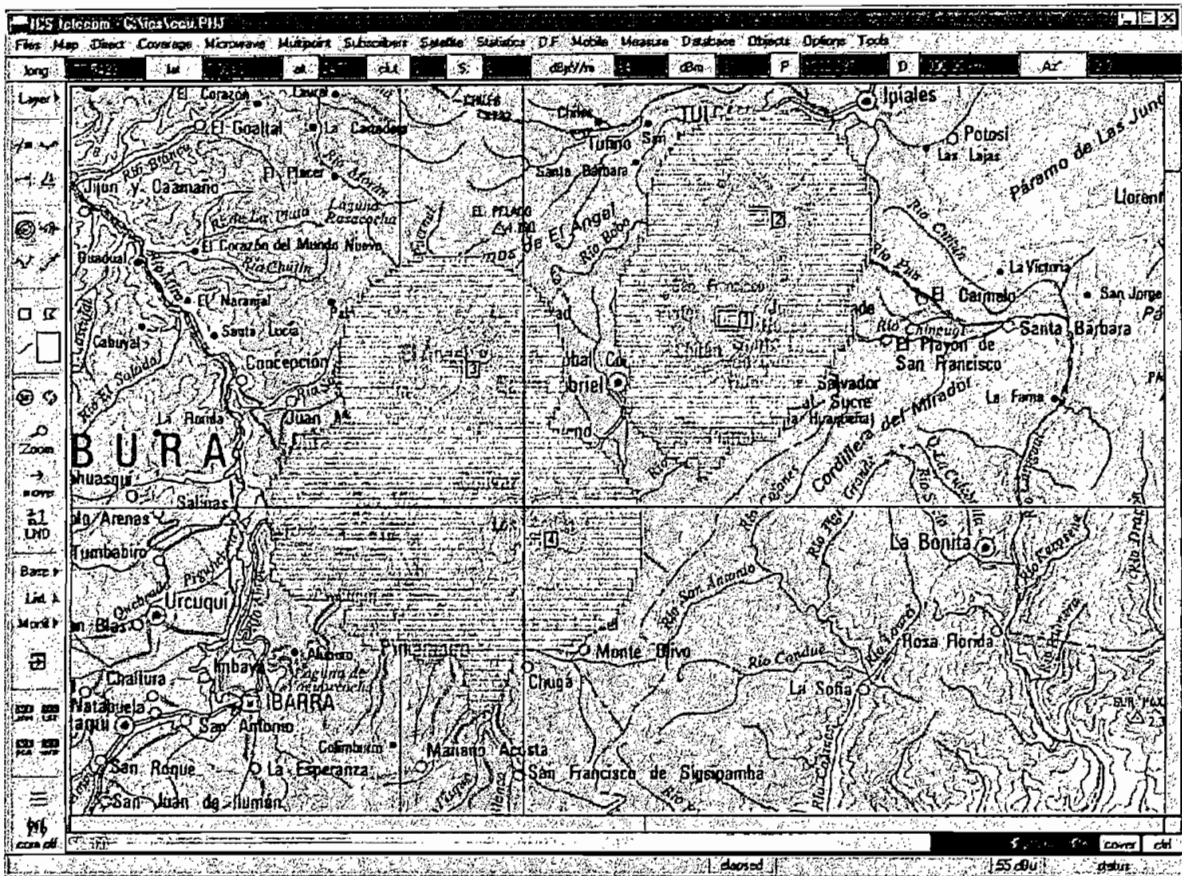


FIG. N°03

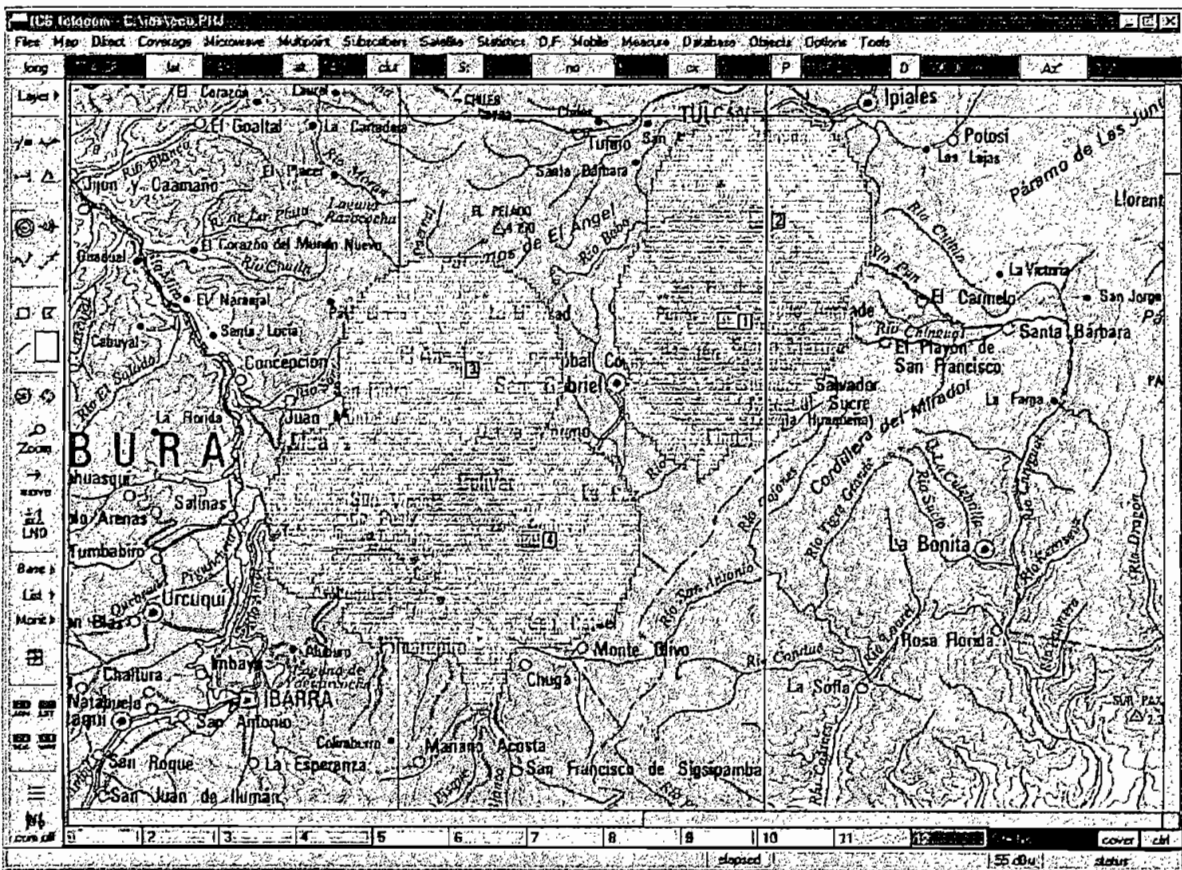


FIG. N°04

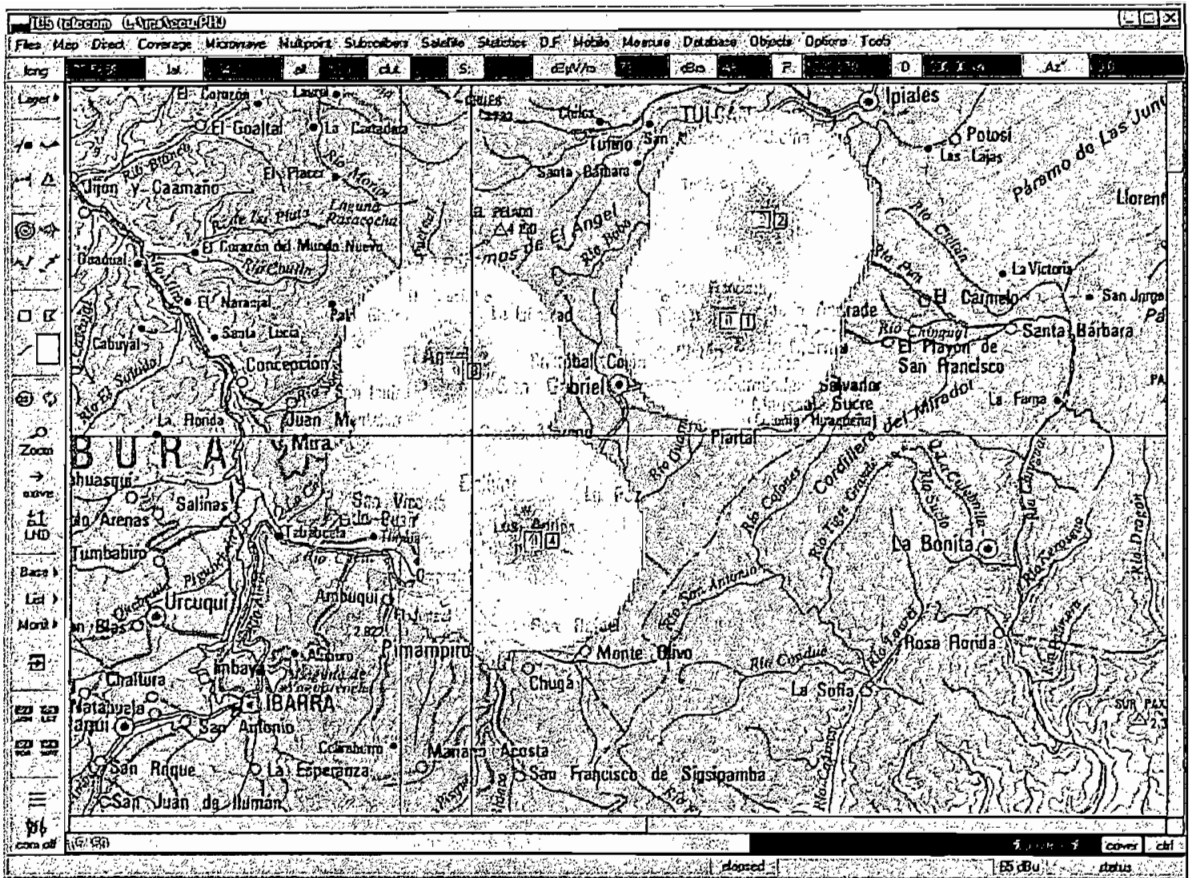


FIG. N°05

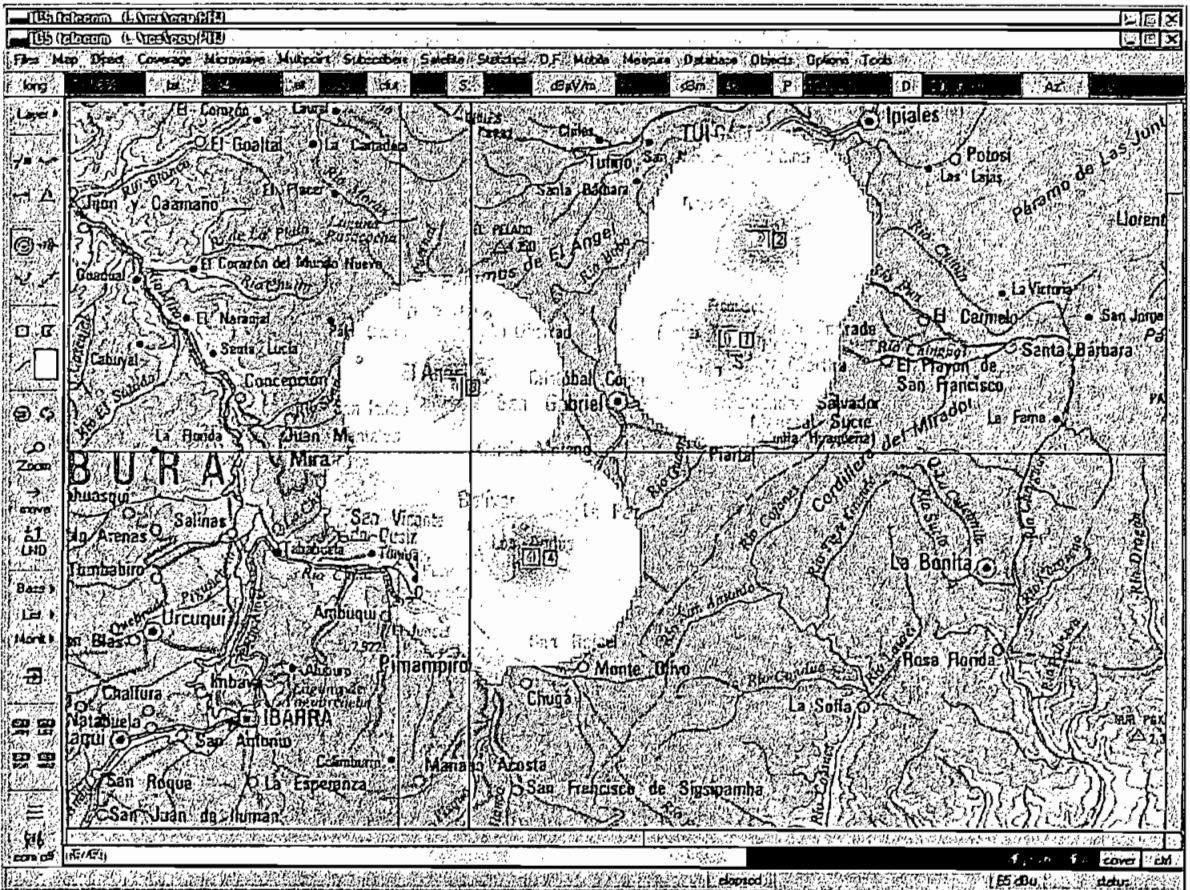


FIG. N°06

Tabla N° A4.3 Parámetros de Simulación.

IMBABURA	Frecuencia (MHz)	Potencia (w)	Altura de las antenas (m)
FIG: 08 – 09	108	1000	10
FIG: 10 – 11	174	25	10
FIG: 12 – 13	512	25	10
FIG: 14 – 15	667.750	5000	10

Tabla N° A4.4 Cerros más utilizados en la provincia de Imbabura.

Ubicación propuesta para la EMRR.	NOMENCLATURA UTILIZADA	
	NÚMERO	CERRO
COTACACHI	1	CUICOCHA
	2	BLANCO
	3	COTACACHI
	4	ZAPALLO LOMA

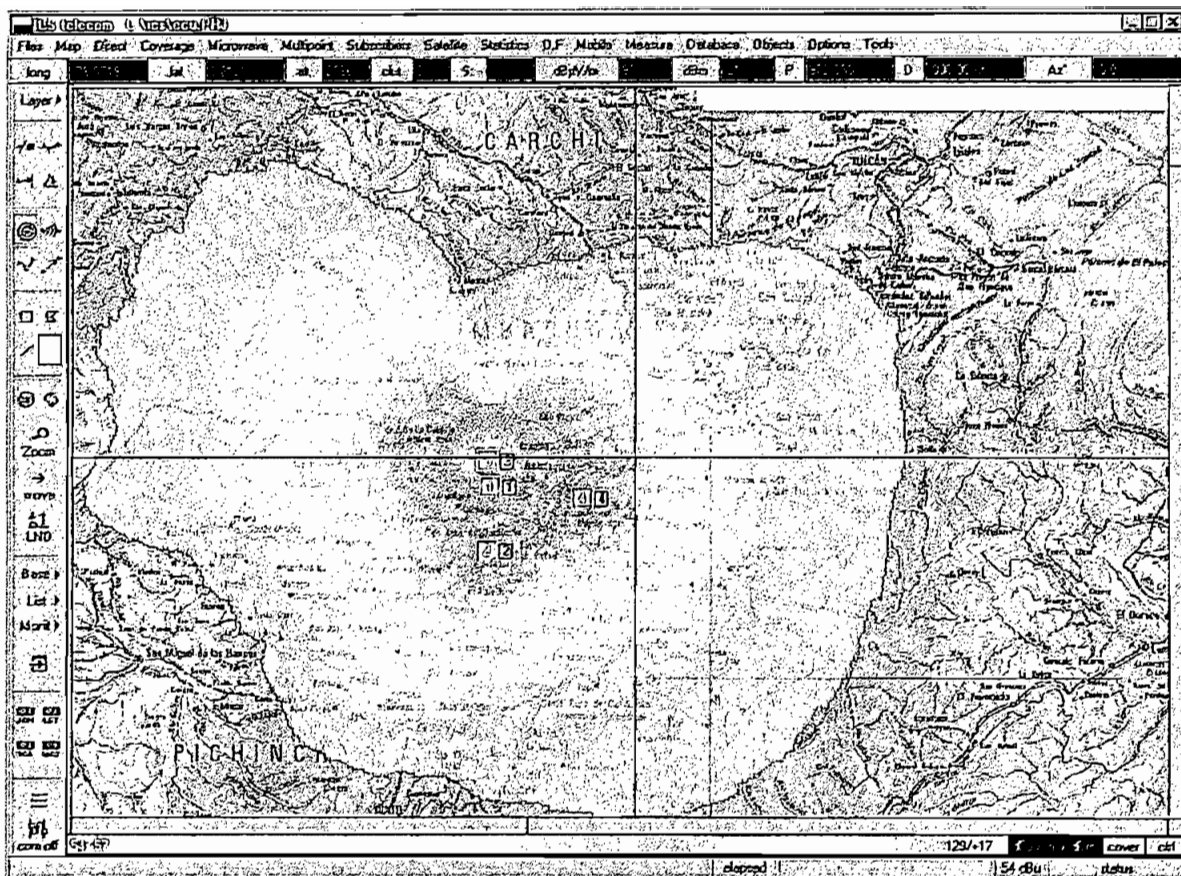


FIG. N°08

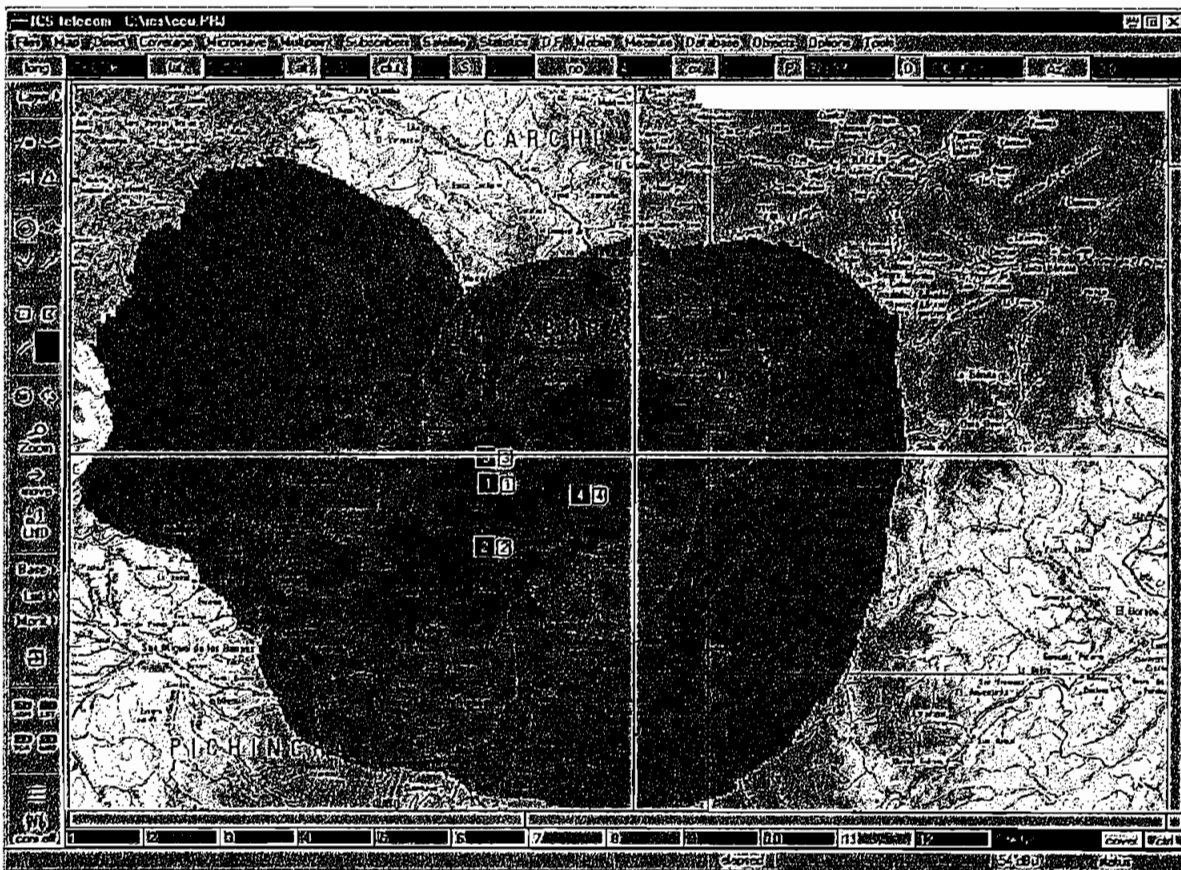


FIG. N°09

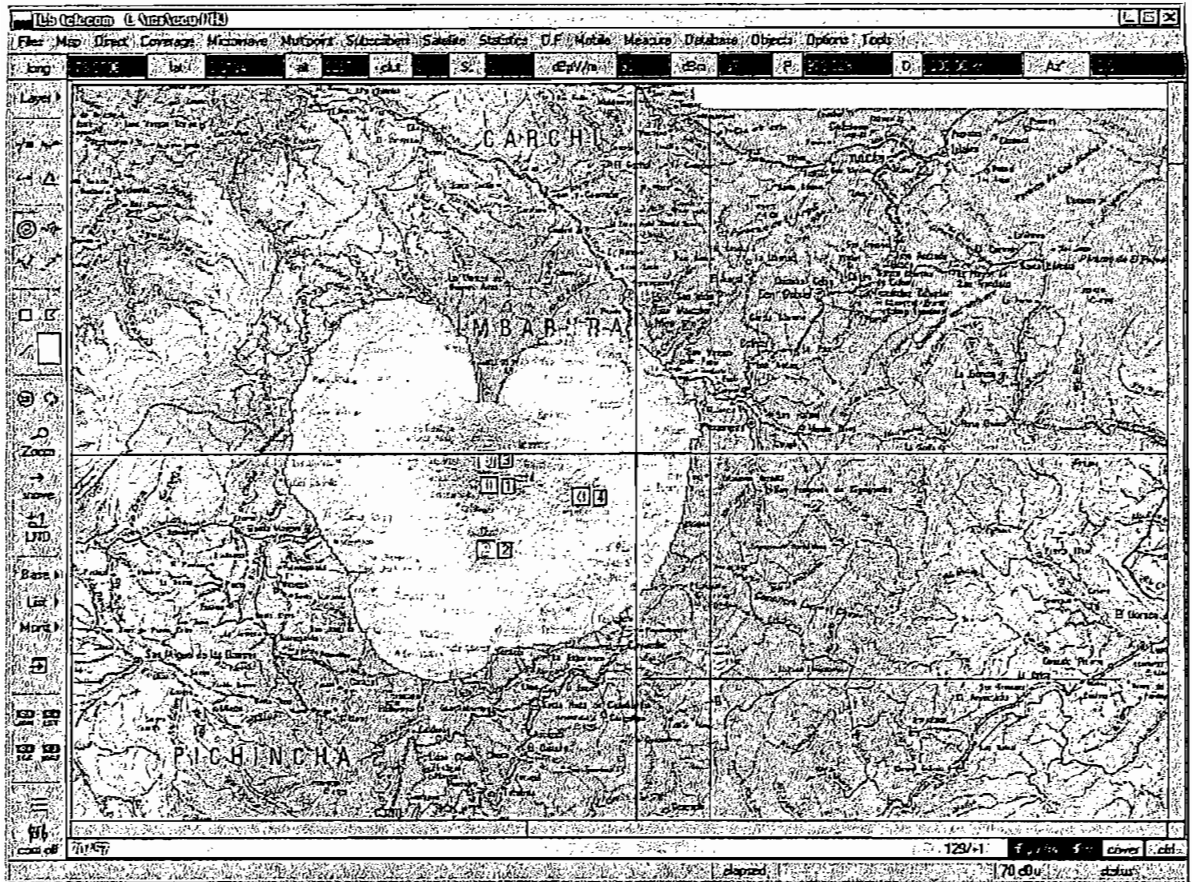


FIG. N°10

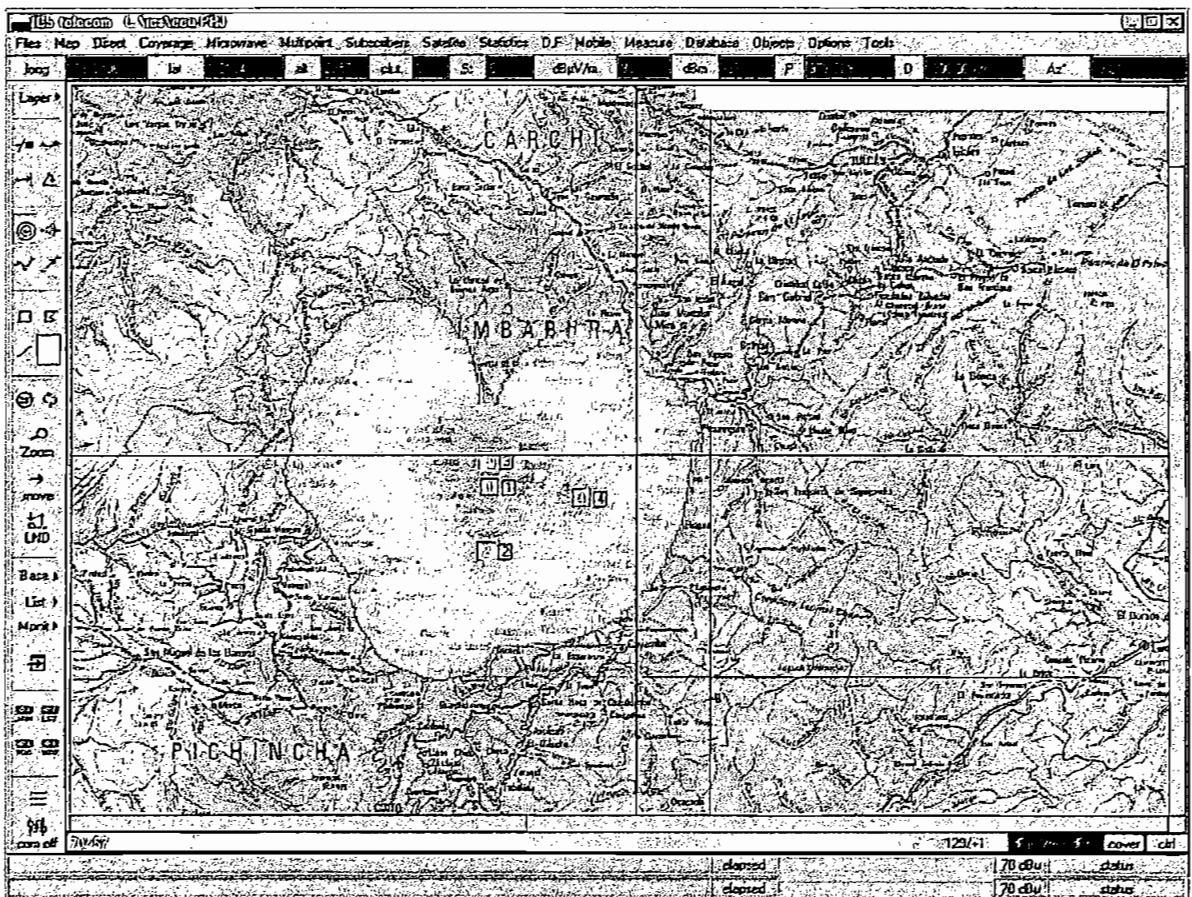


FIG. N°11

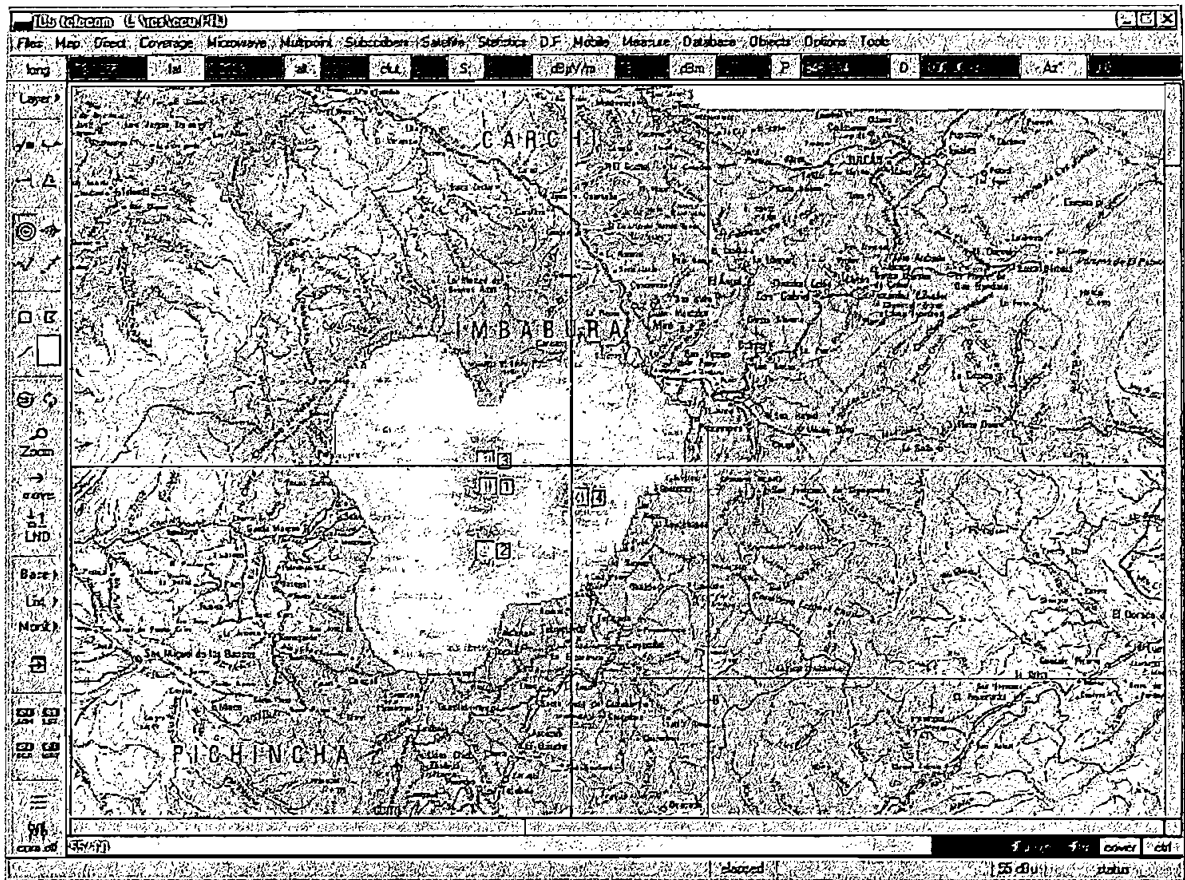


FIG. N°12

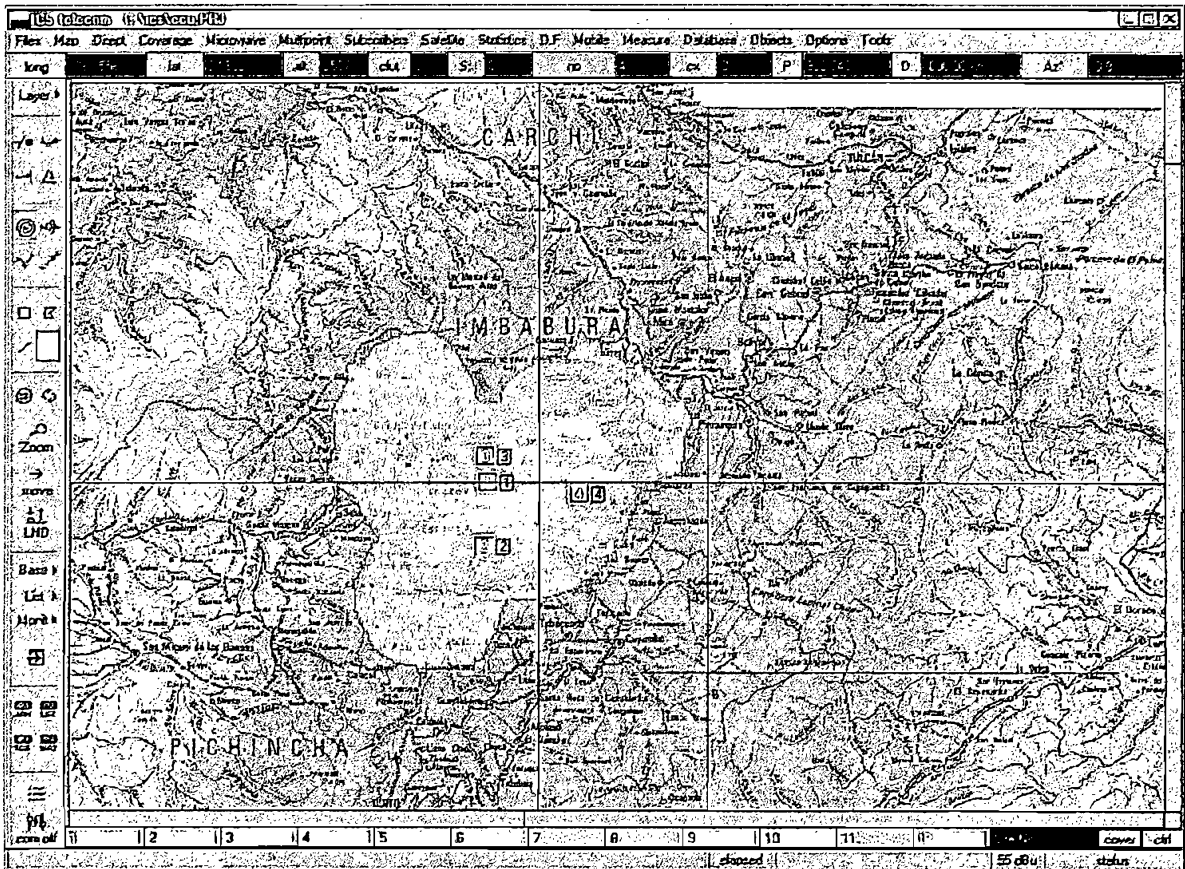


FIG. N°13

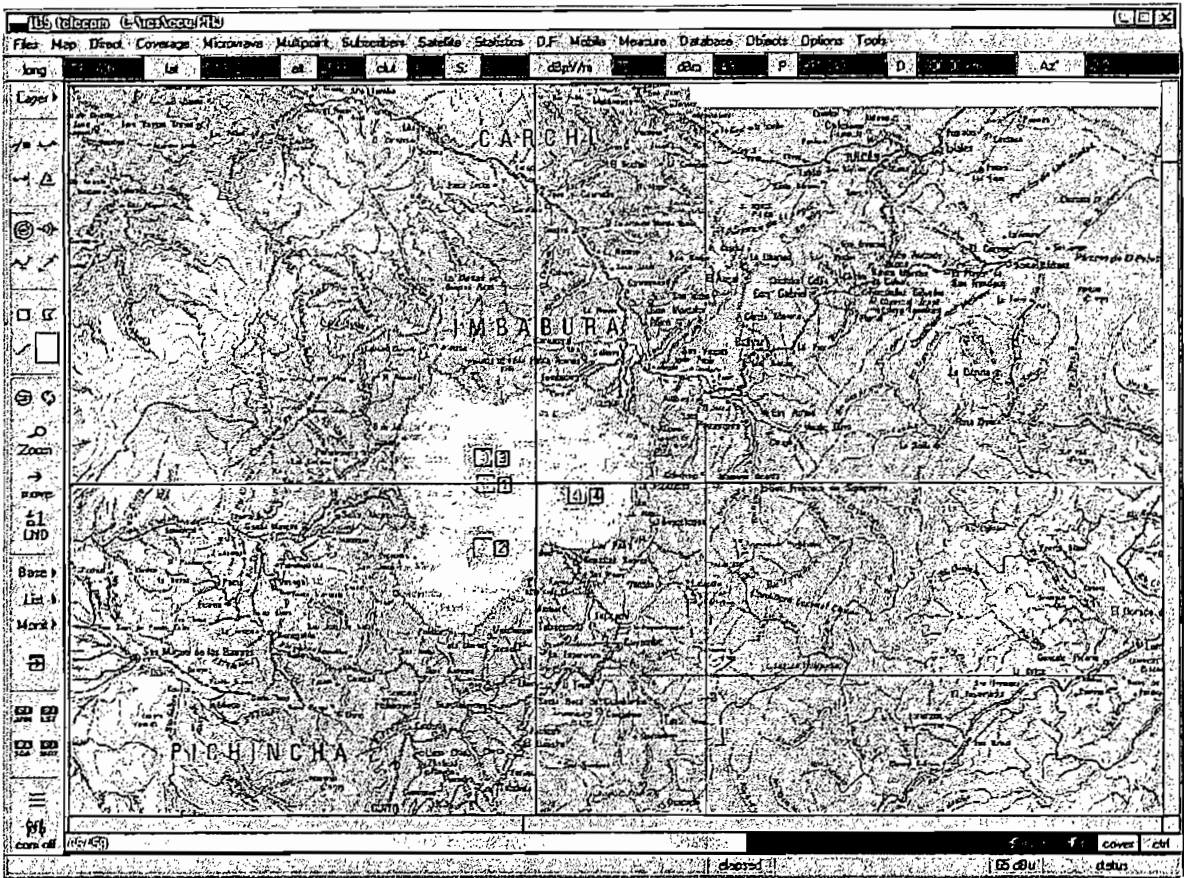


FIG. N°14

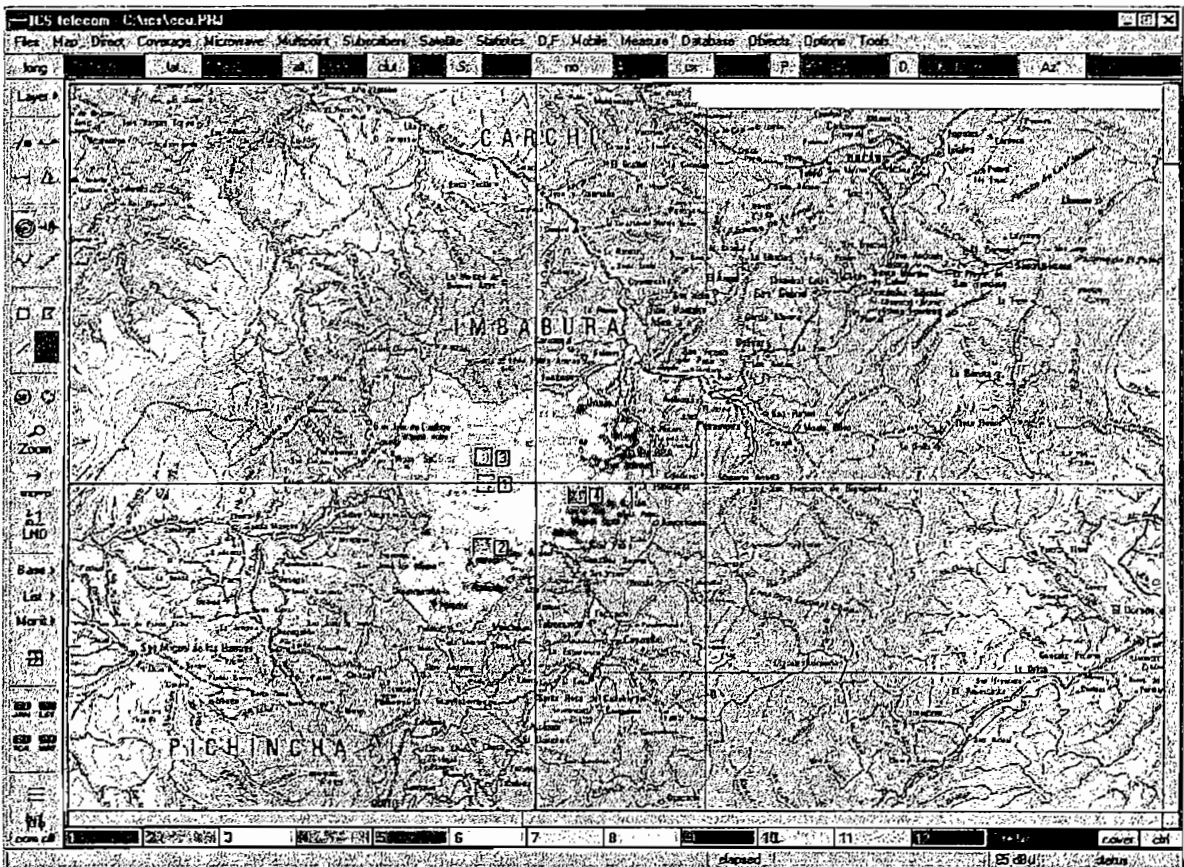


FIG. N°15

Tabla N° A4.5 Parámetros de Simulación.

PICHINCHA	Frecuencia (MHz)	Potencia (w)	Altura de las antenas (m)
FIG: 16 – 17	108	1000	10
FIG: 18 – 19			
FIG: 20 – 21			
FIG: 22 – 23	174 - 512	25	10
FIG: 24 – 25			
FIG: 26 – 27			
FIG: 28 – 29	667.750	5000	10
FIG: 30 – 31			
FIG: 32 – 33			

Tabla N° A4.6 Cerros más utilizados en la provincia de Pichincha.

Ubicación propuesta para la EMRR.	NOMENCLATURA UTILIZADA	
	NÚMERO	CERRO
SUR DE QUITO	1	GUAMANI
	2	LA VIUDITA
SANTO DOMINGO DE LOS COLORADOS	3	ATACAZO
	4	PICHINCHA
	5	PUENGASI
YARUQUI	6	CHIGUILPE
	7	LOS LIBRES
	8	CAYAMBE

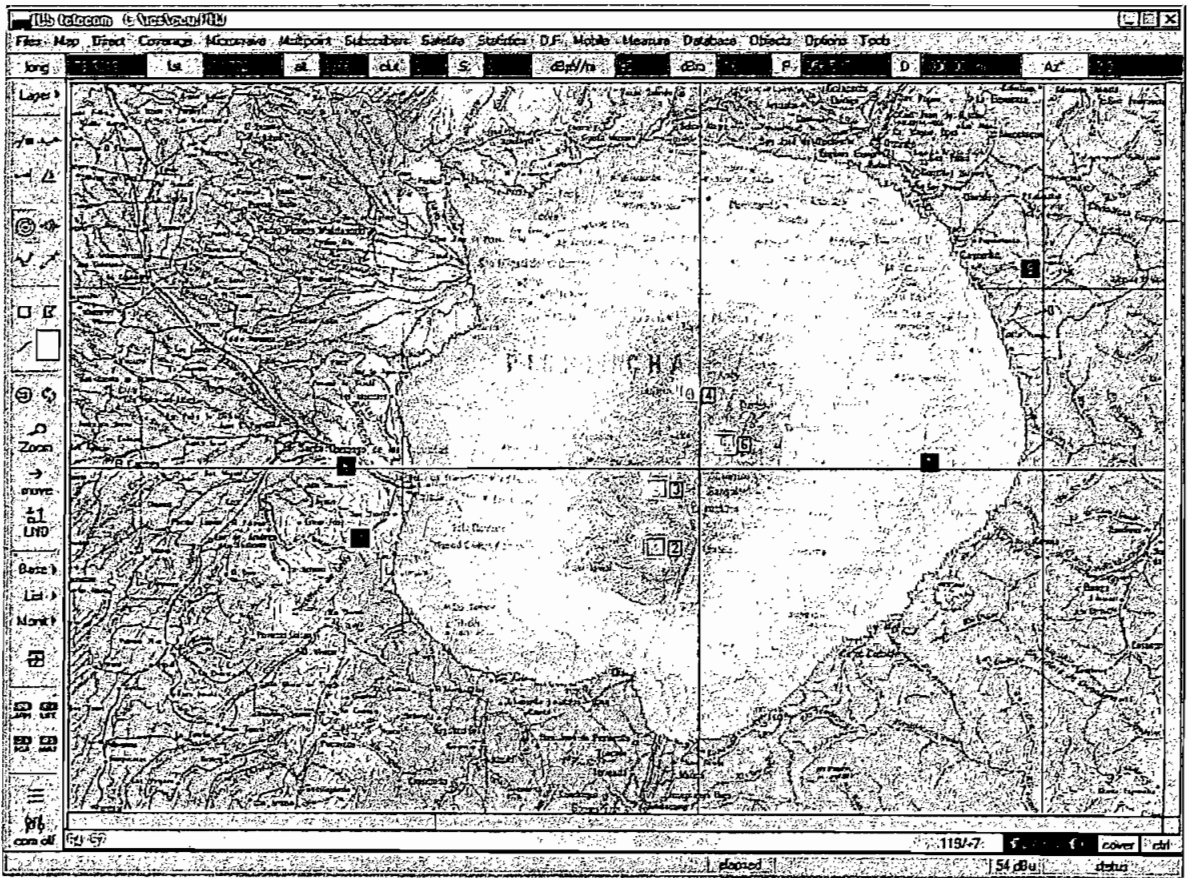


FIG. N° 16

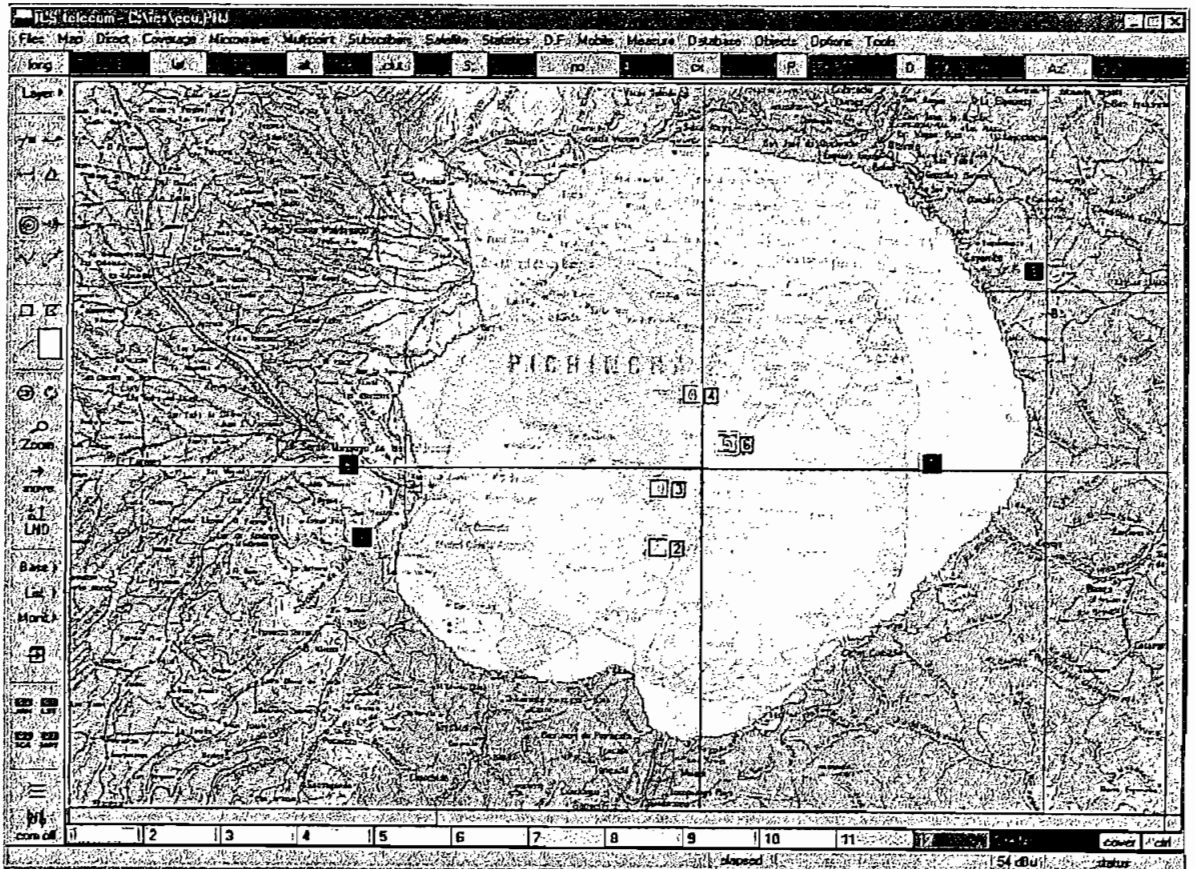
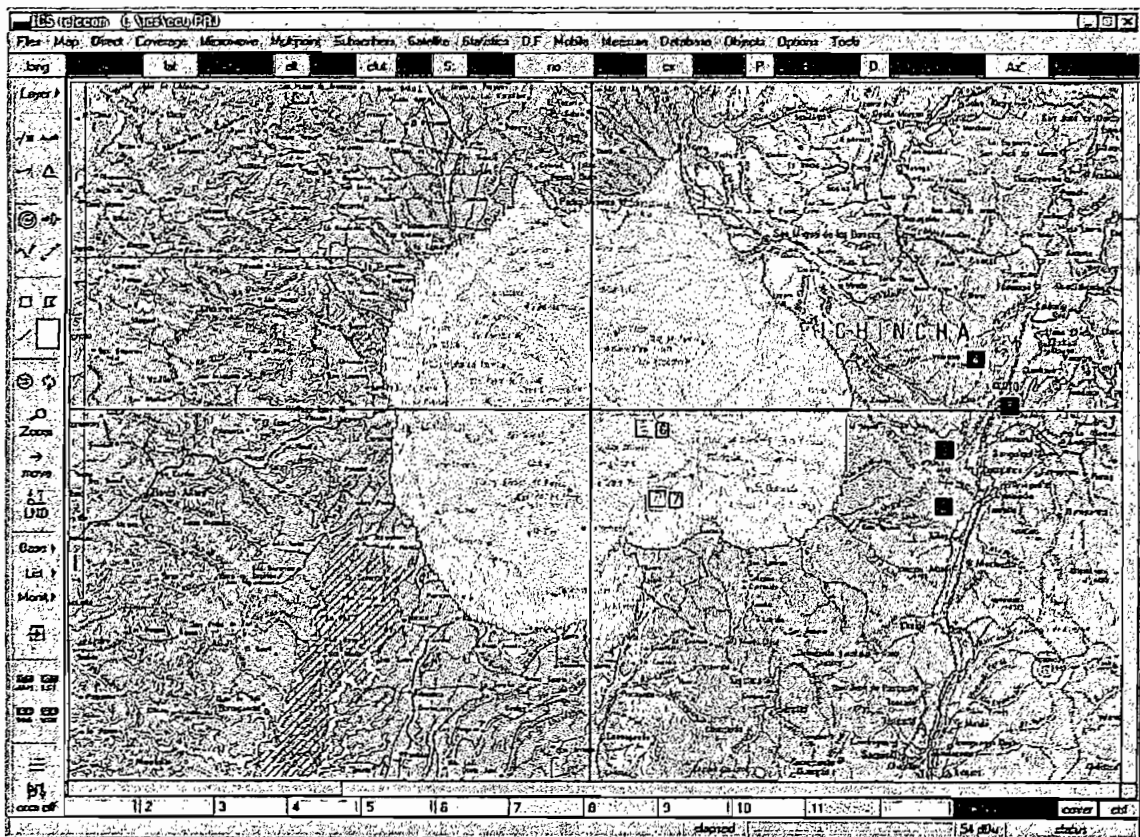
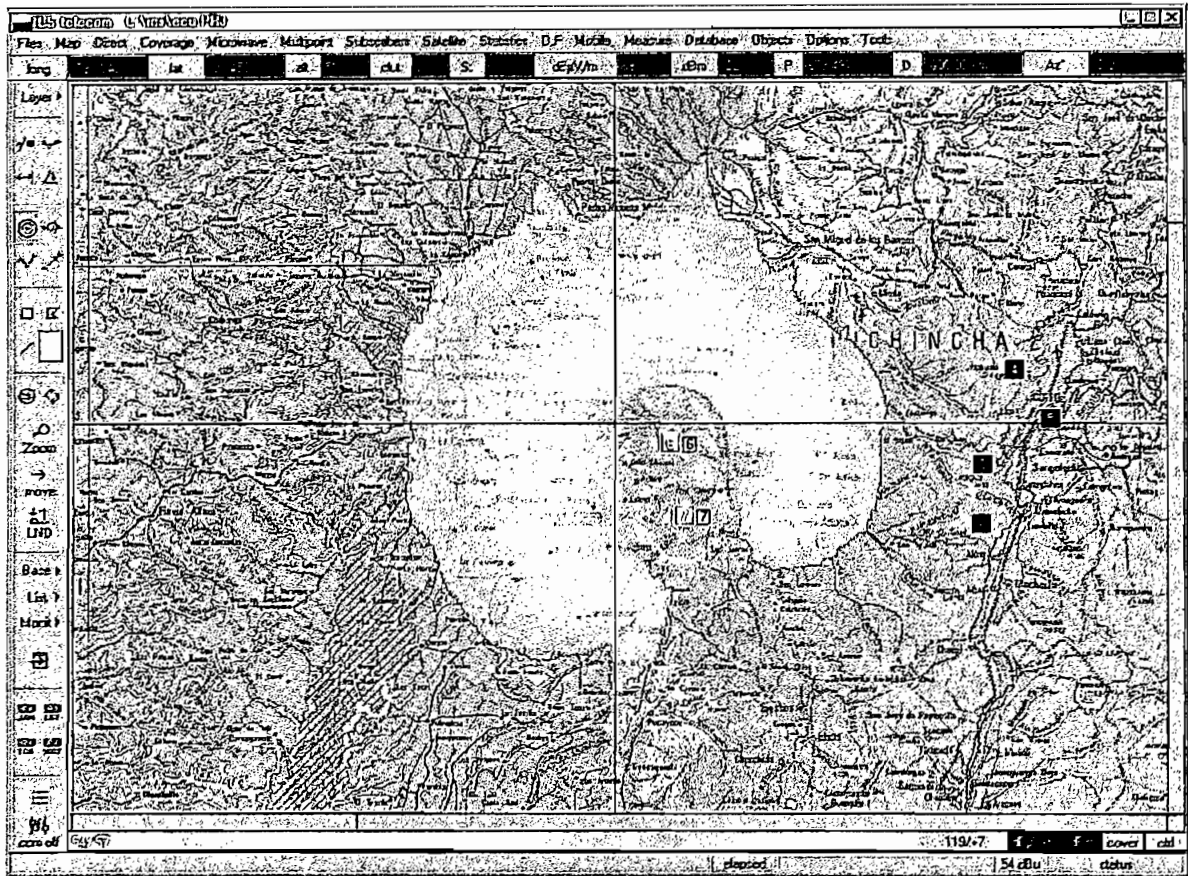


FIG. N° 17



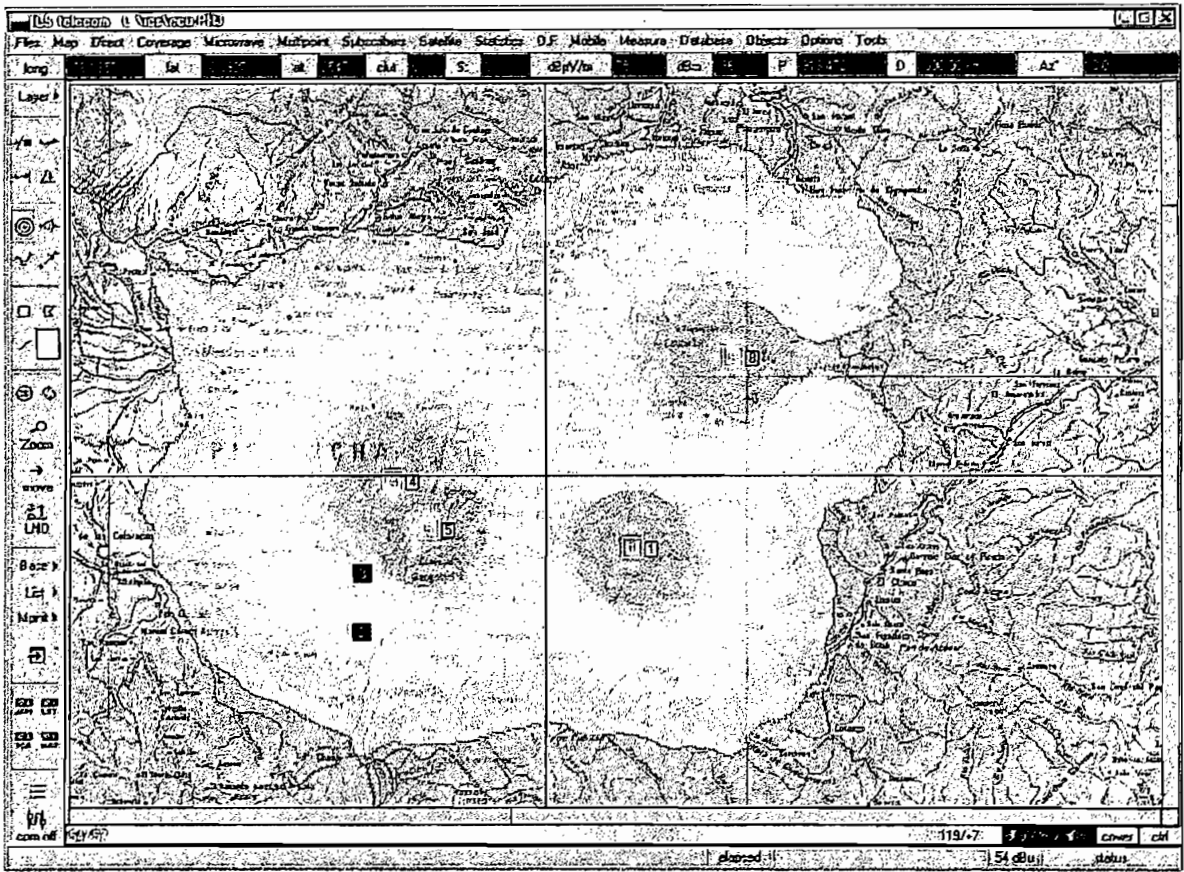


FIG. N°20

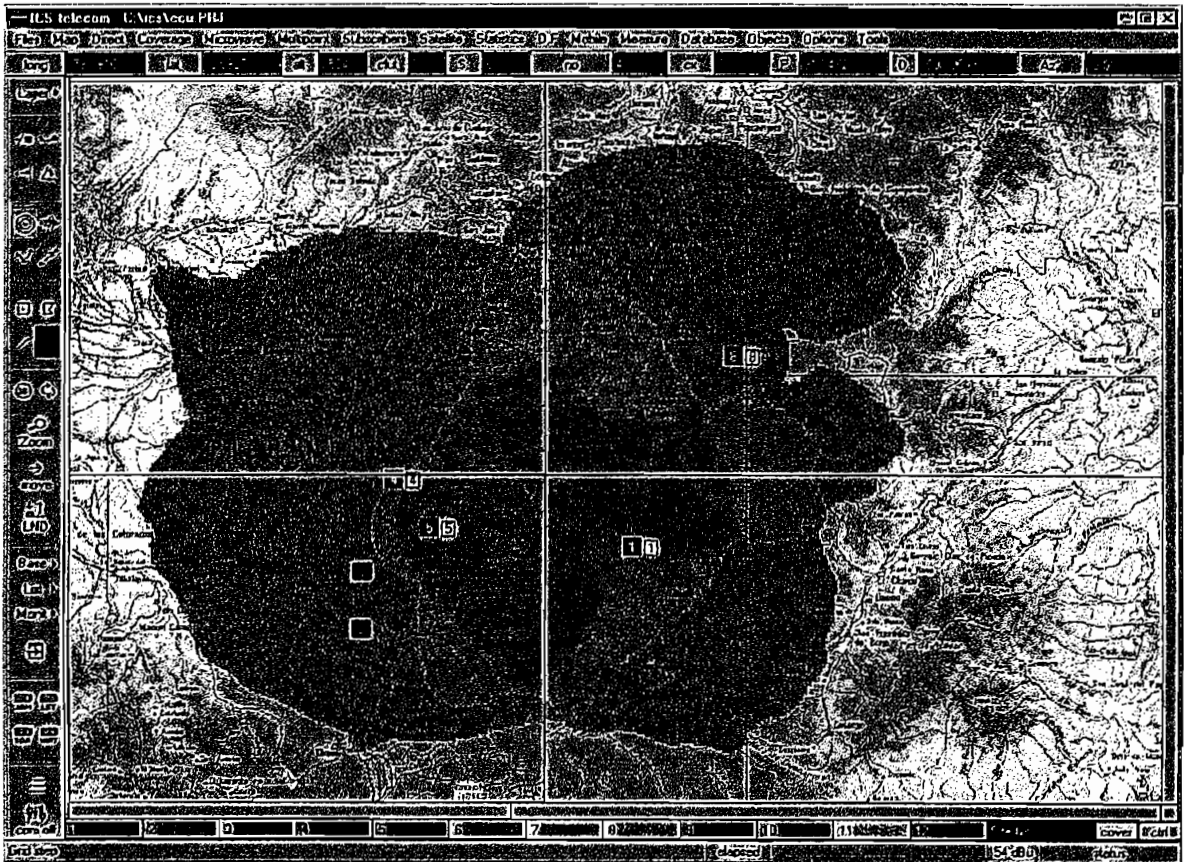


FIG. N°21

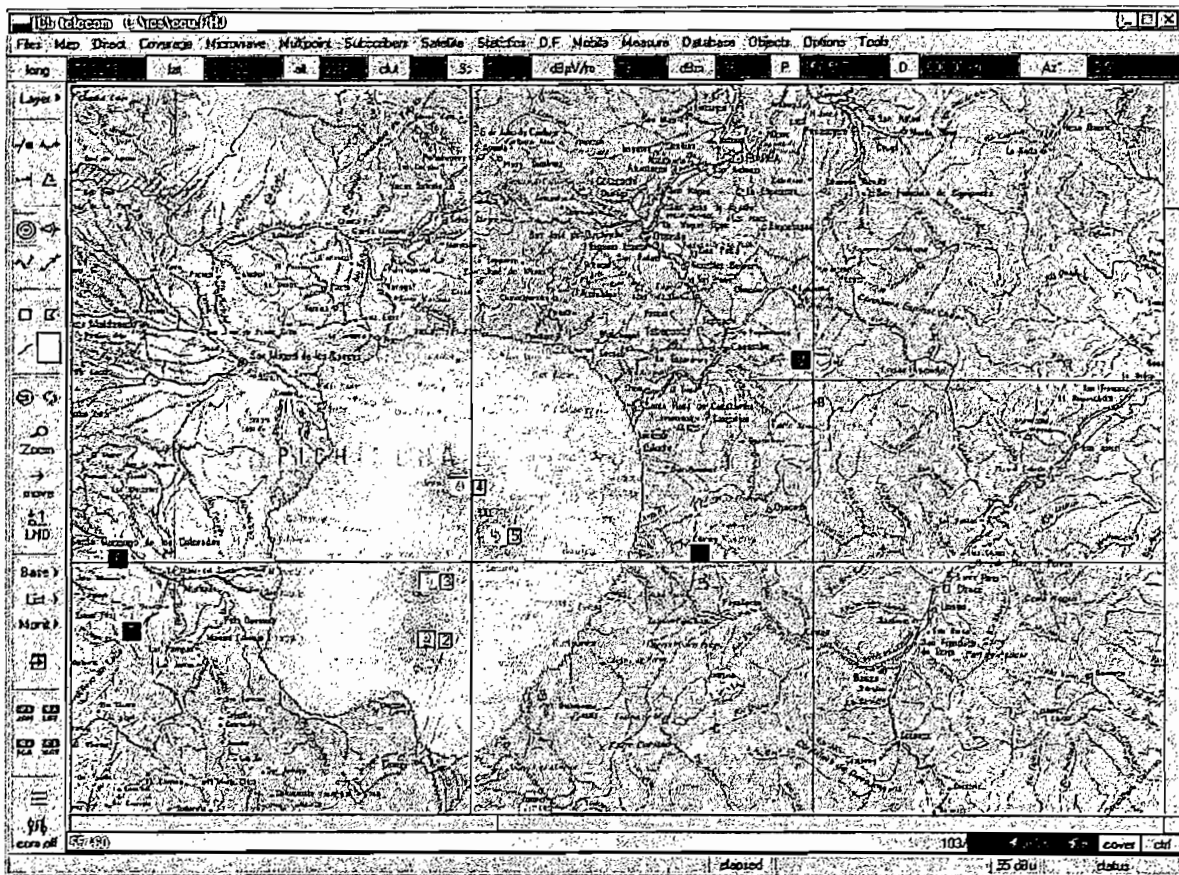


FIG. N°22

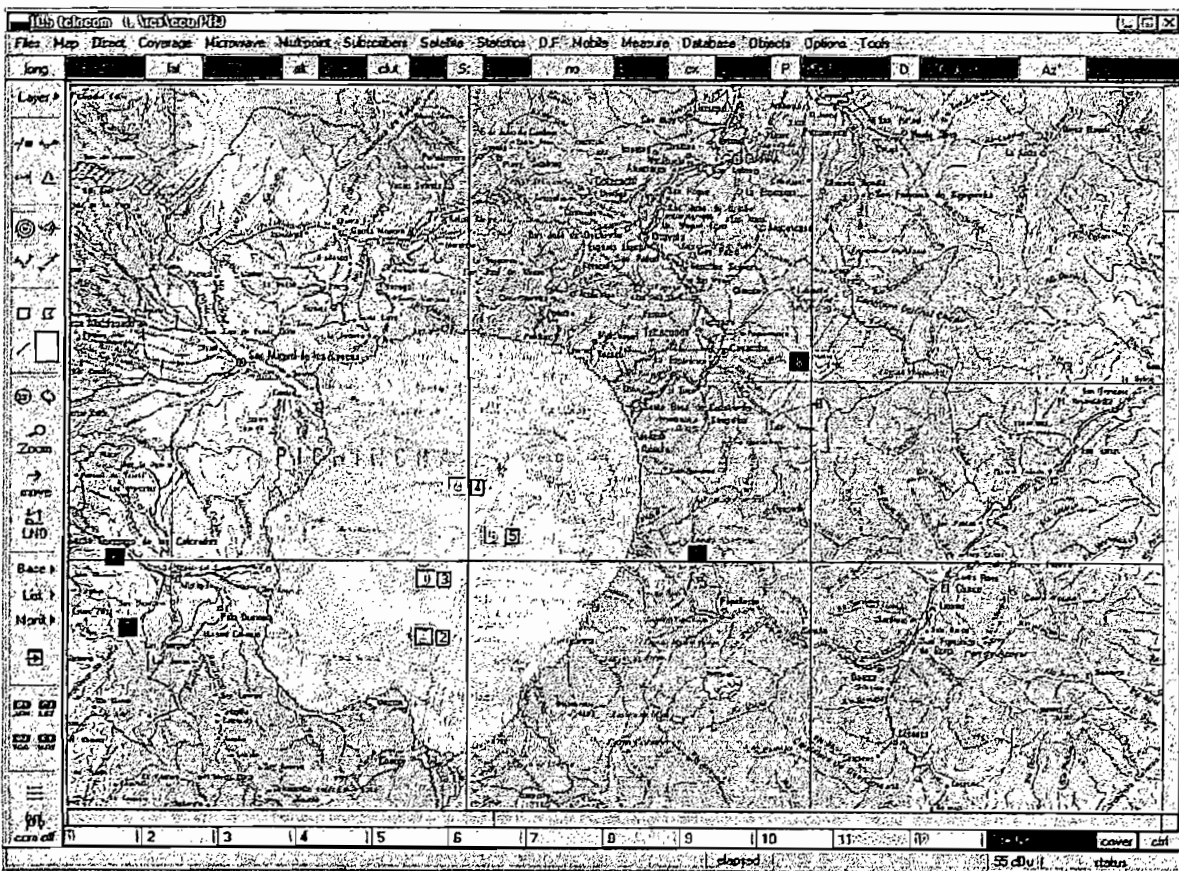


FIG. N°23

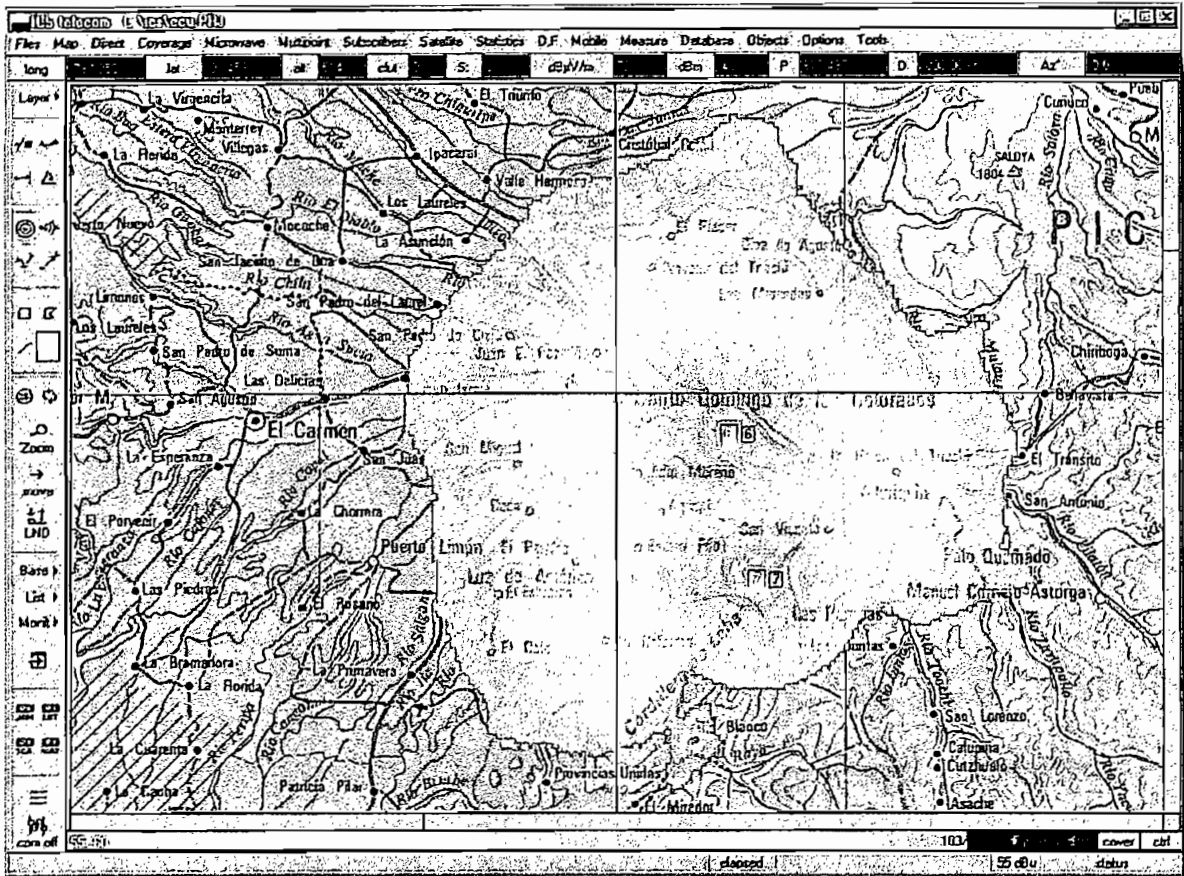


FIG. N°24

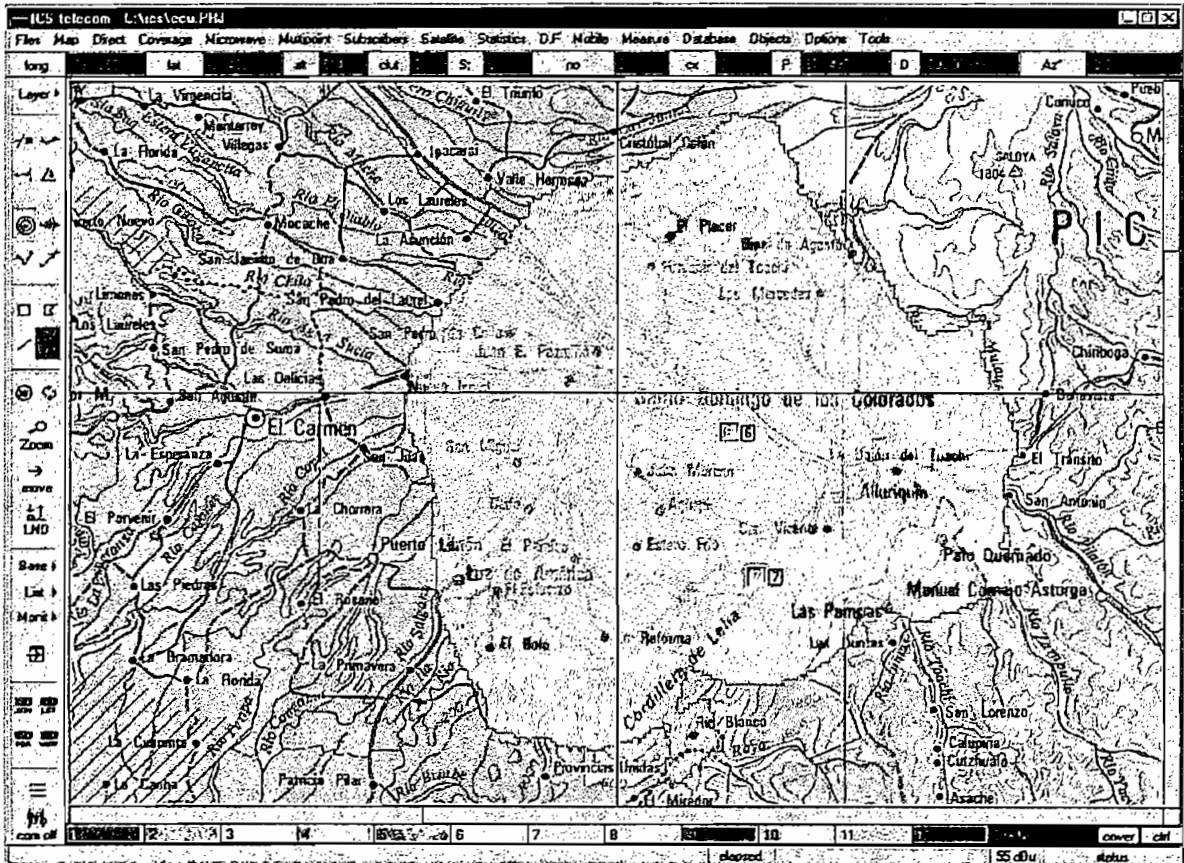


FIG. N°25

FIG. N°27

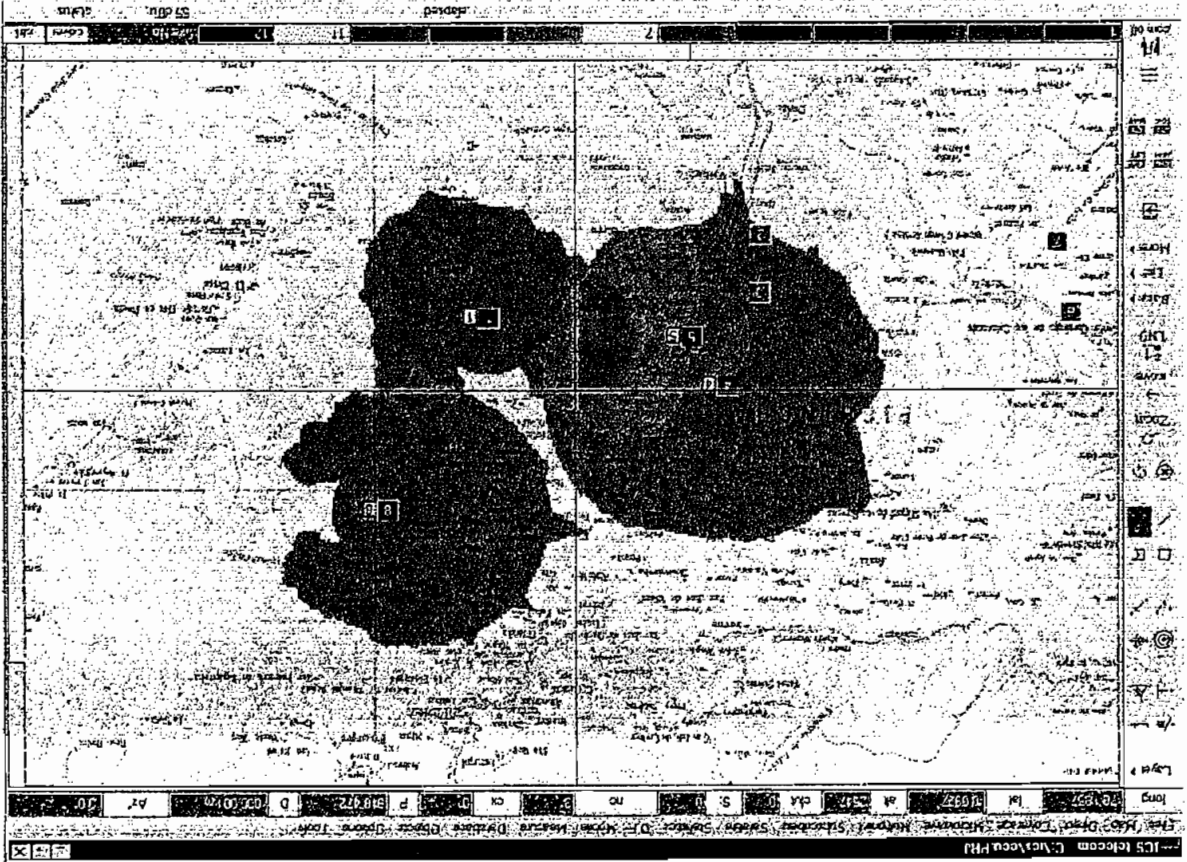
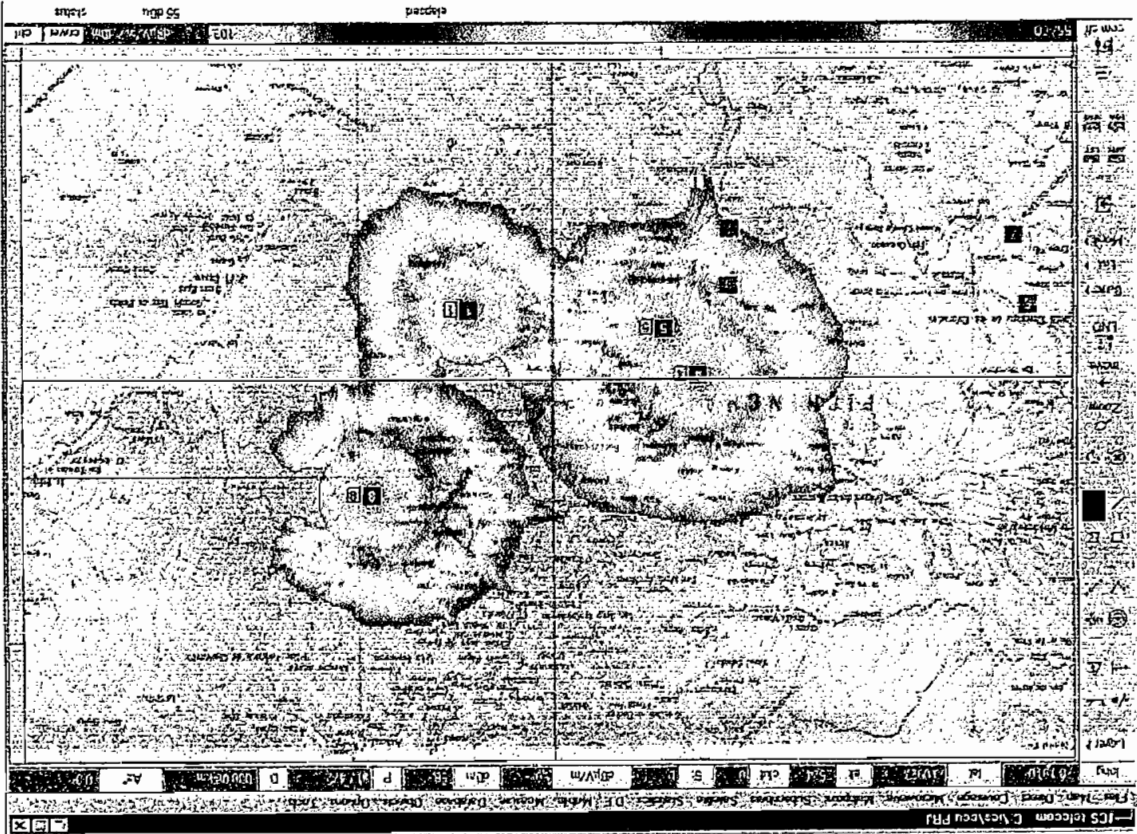


FIG. N°26



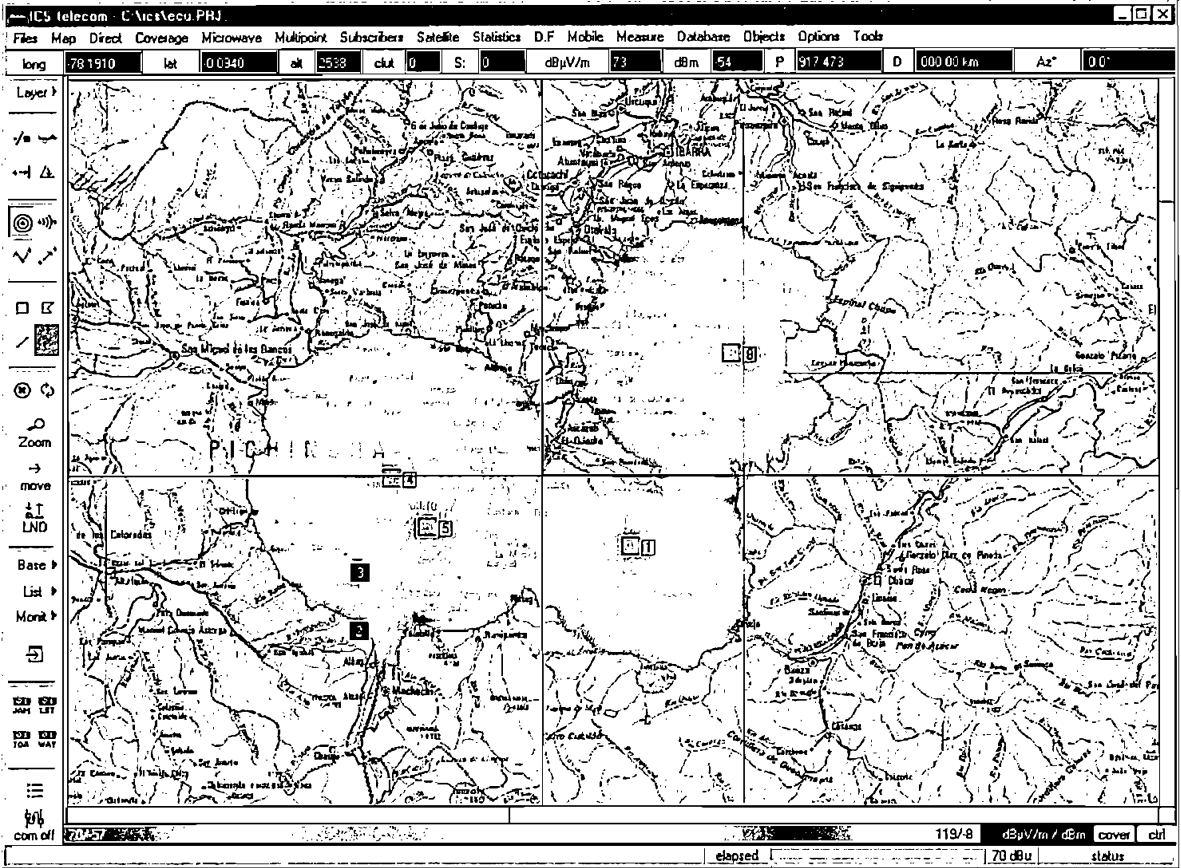


FIG. N°32

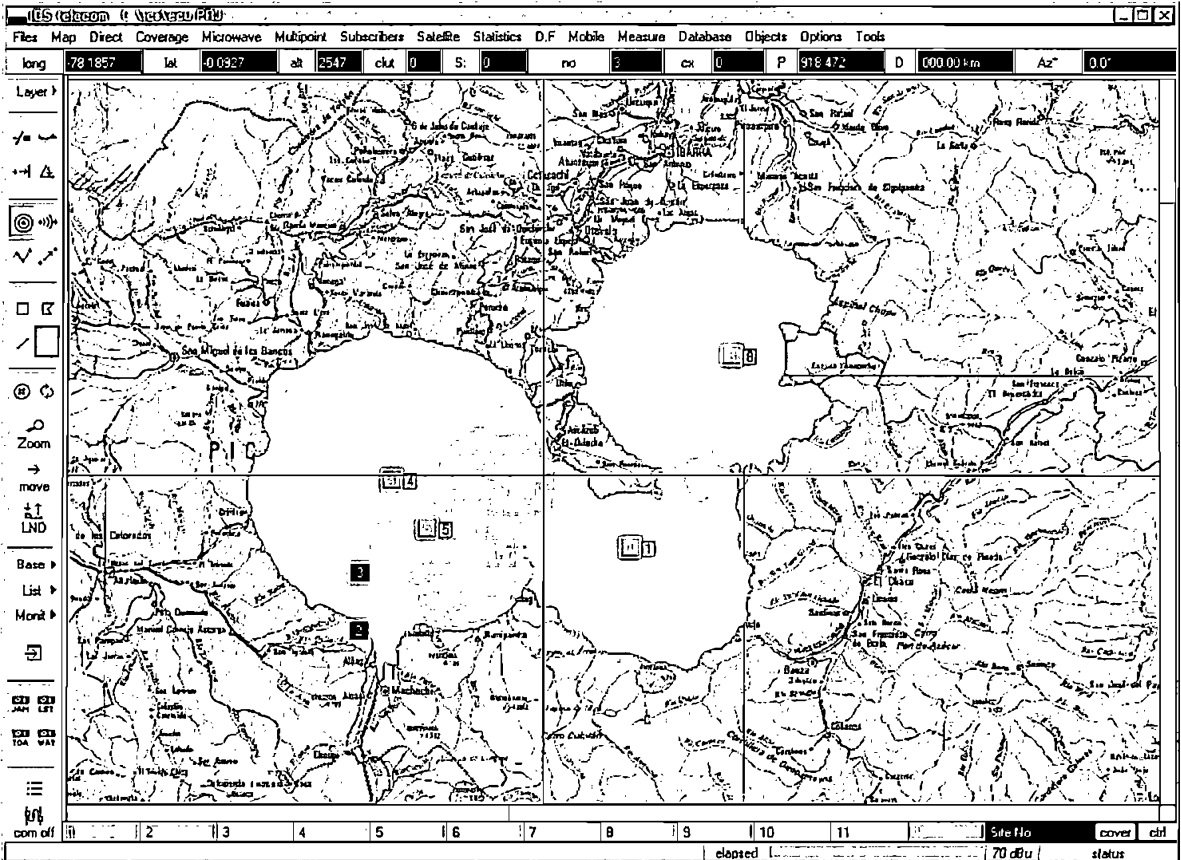


FIG. N°33

Tabla N° A4.7 Parámetros de Simulación.

ESMERALDAS	Frecuencia (MHz)	Potencia (w)	Altura de las antenas (m)
FIG: 34 – 35	108	1000	10
FIG: 36 – 37	174	25	10
FIG: 38 – 39	512	25	10
FIG: 40 – 41	667.750	5000	10

Tabla N° A4.8 Cerros más utilizados en la provincia de Esmeraldas.

Ubicación propuesta para la EMRR.	NOMENCLATURA UTILIZADA	
	NÚMERO	CERRO
ESMERALDAS	1	ZAPALLO
	2	GATAZO
SAN LORENZO	3	LOMA DE CALDERÓN

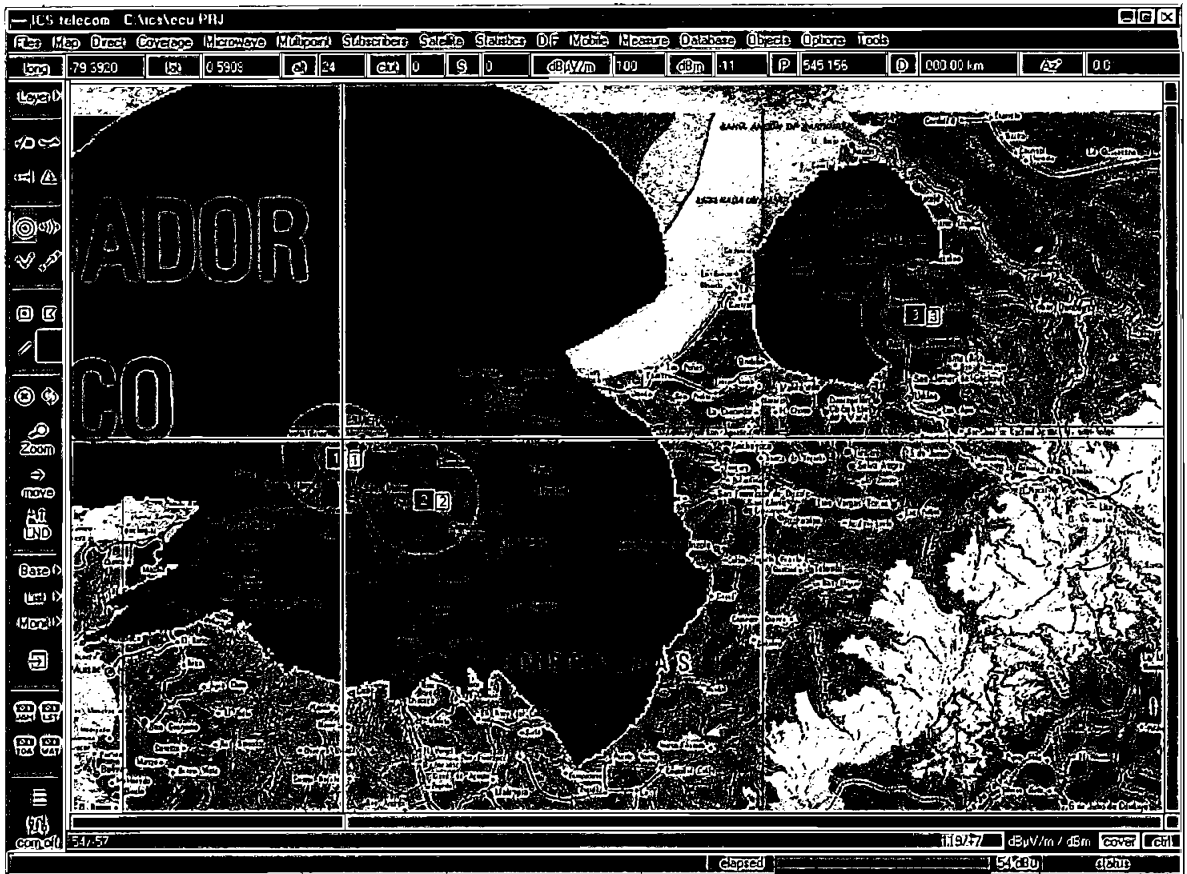


FIG. N°34

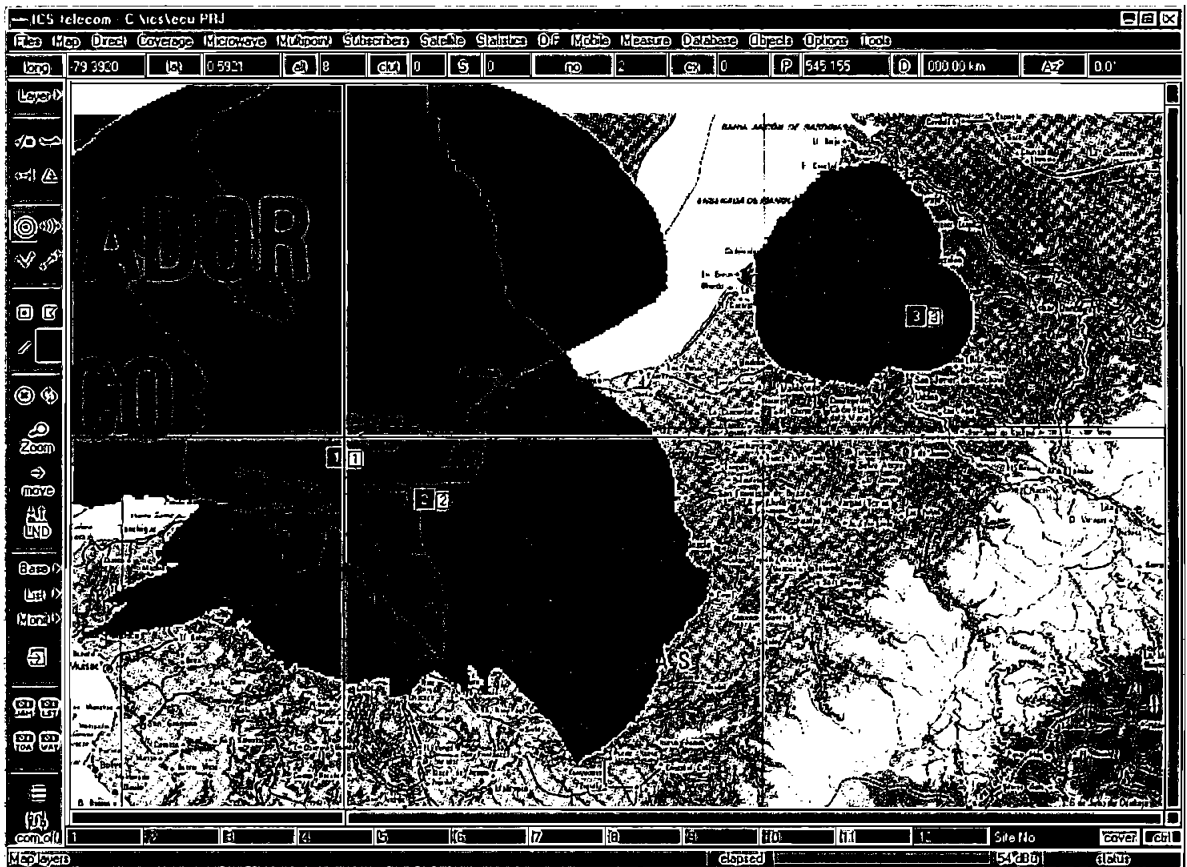


FIG. N°35

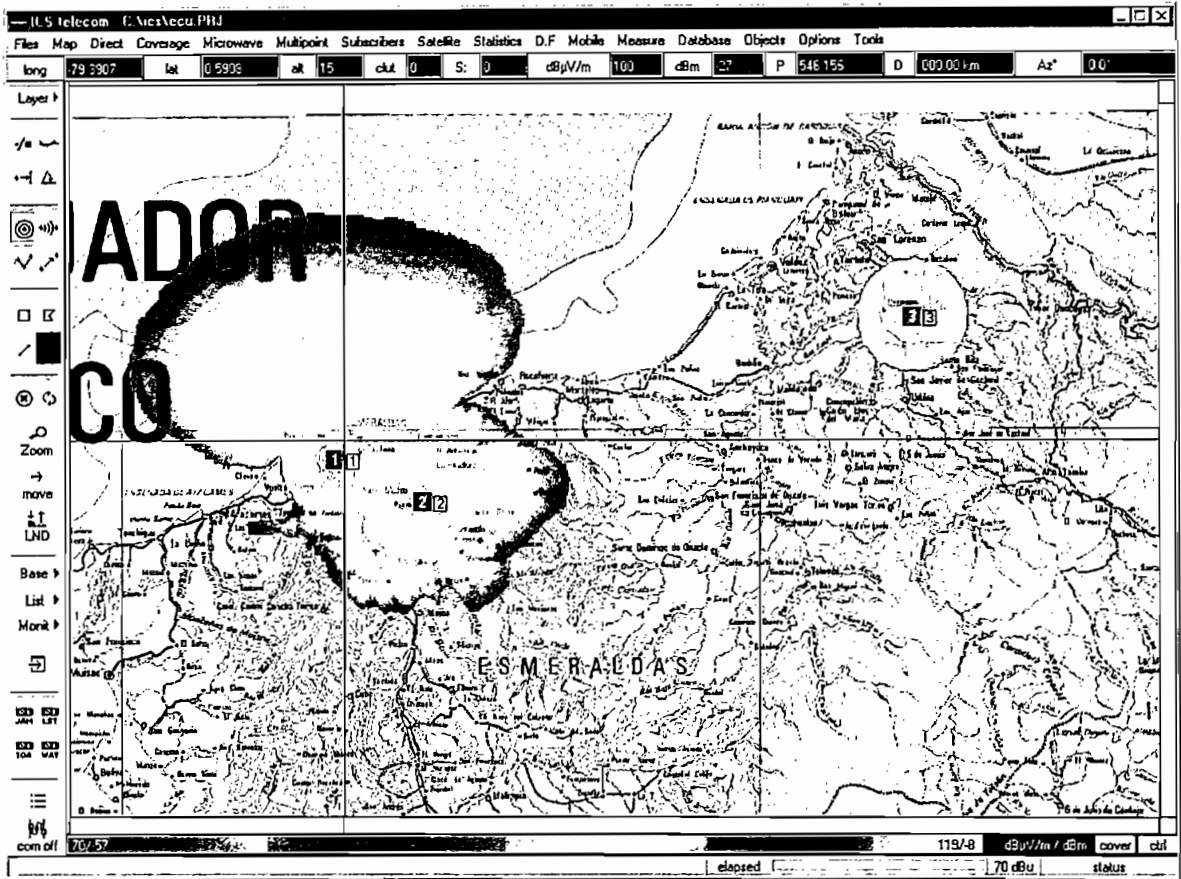


FIG. N°36

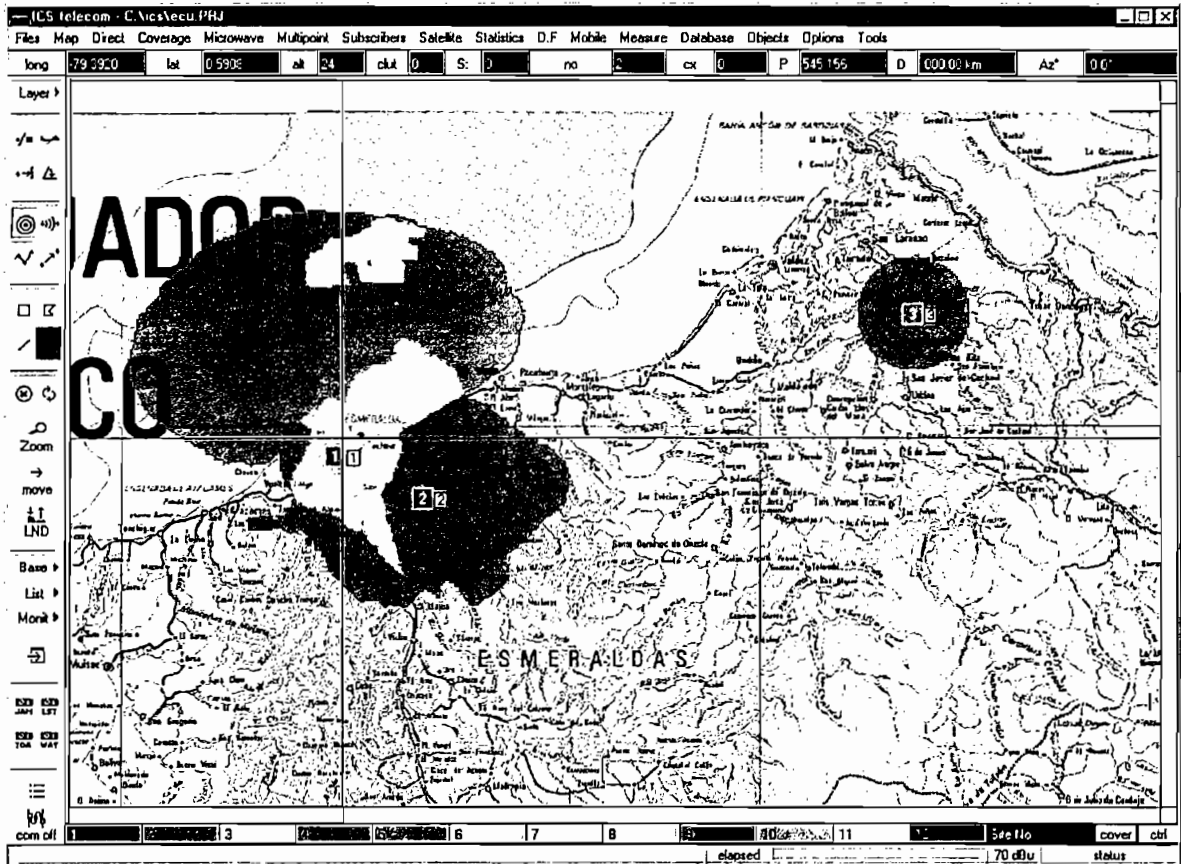


FIG. N°37

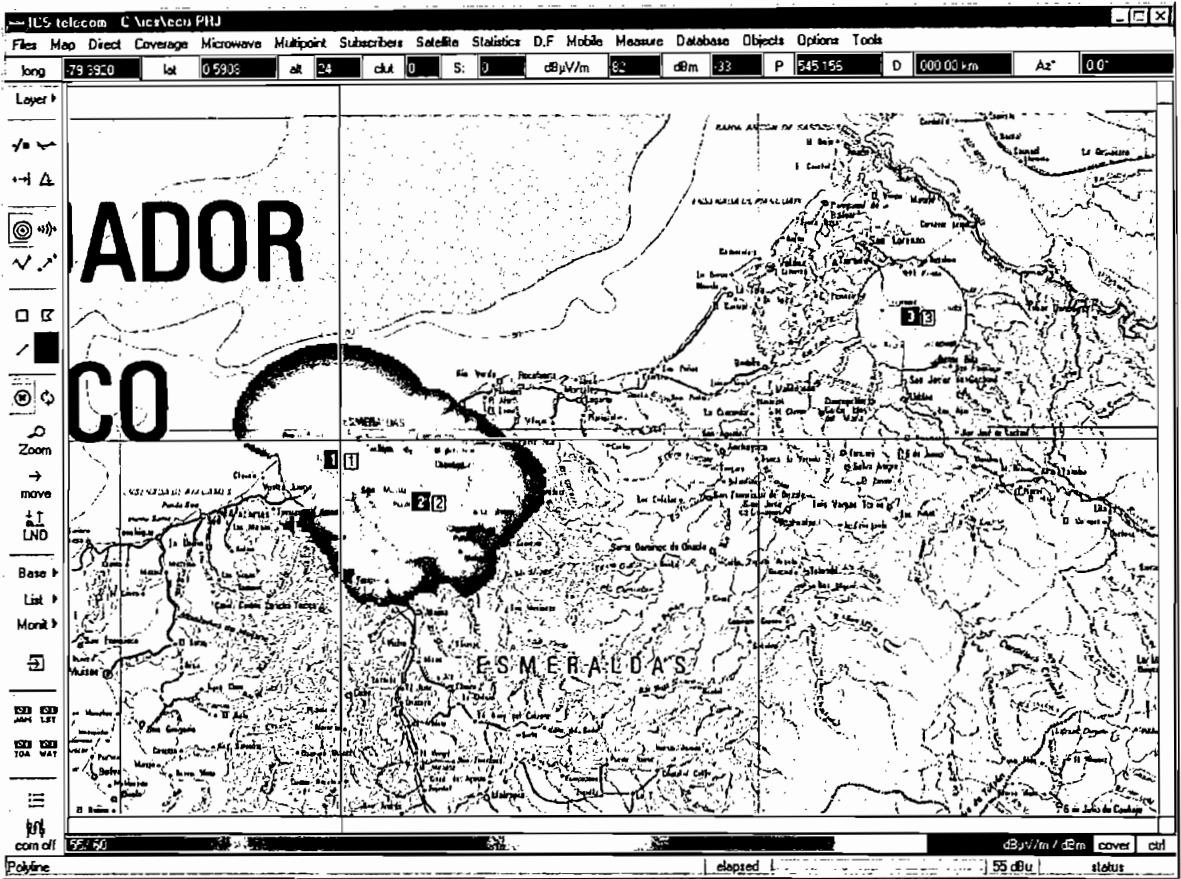


FIG. N°38

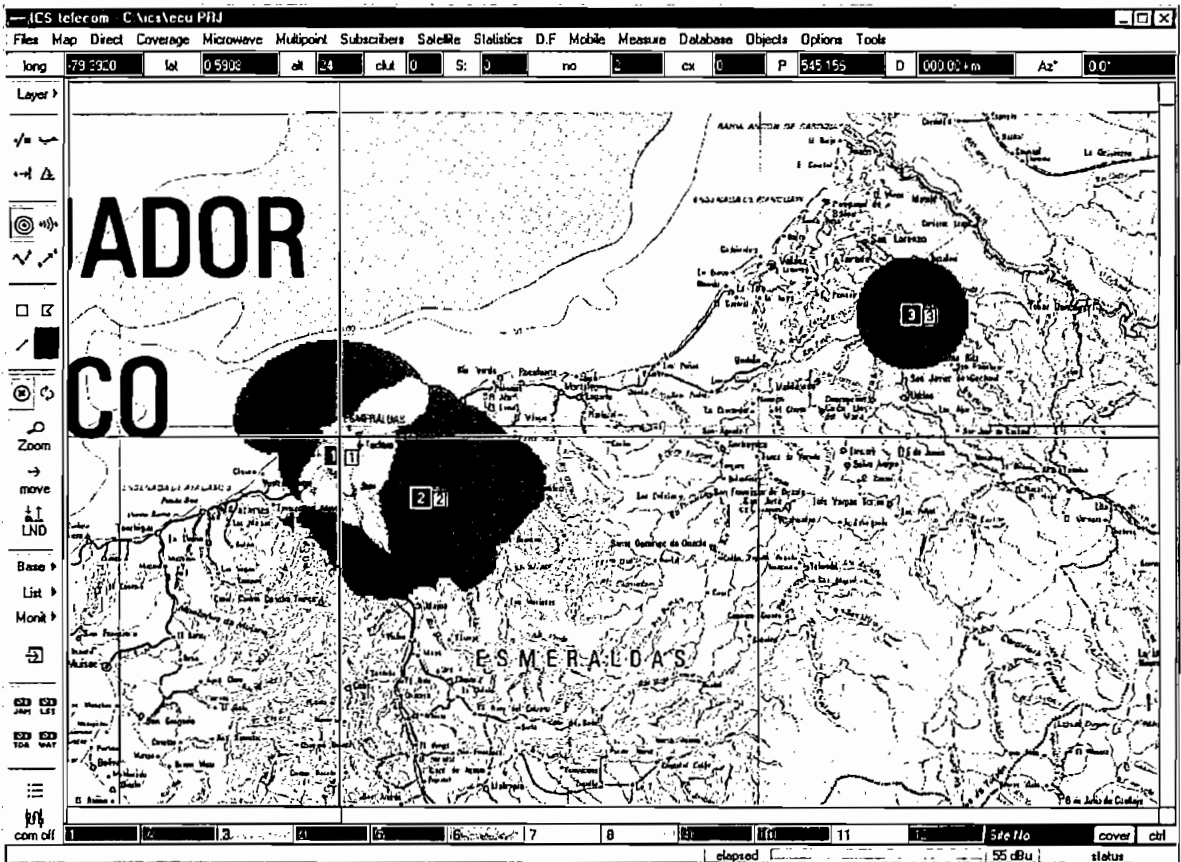


FIG. N°39

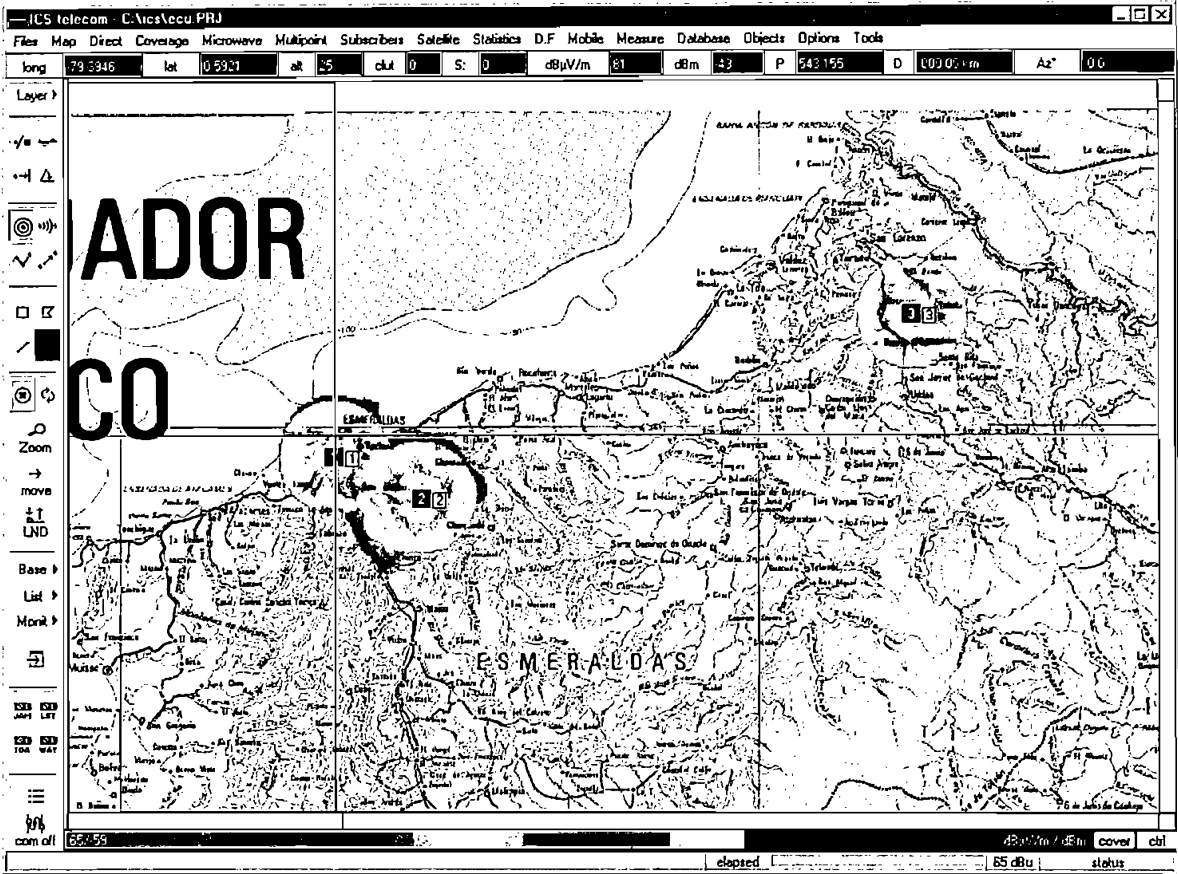


FIG. N°40

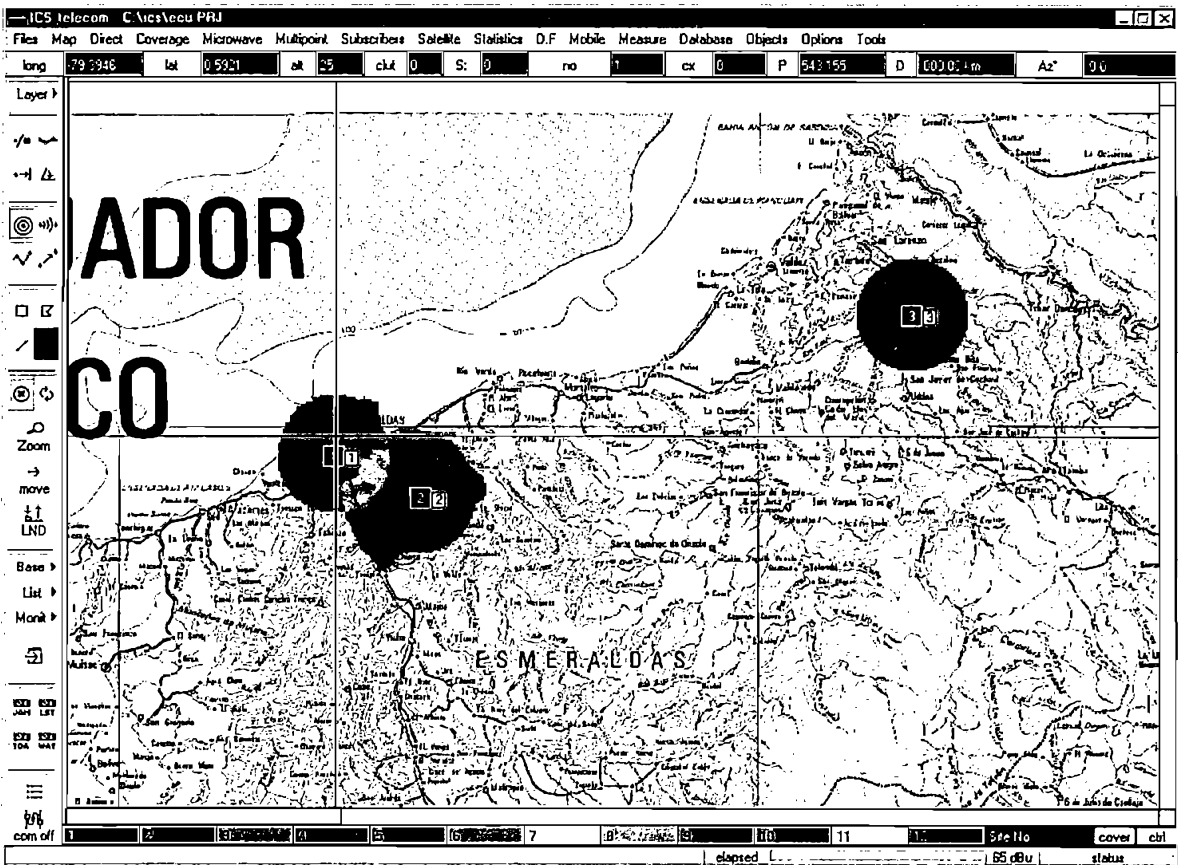


FIG. N°41

Tabla N° A4.9 Parámetros de Simulación.

MANABI	Frecuencia (MHz)	Potencia (w)	Altura de las antenas (m)
FIG: 42 – 43	108	1000	10
FIG: 44 – 45			
FIG: 46 – 47			
FIG: 48 – 49	667.750	5000	10
FIG: 50 – 51			
FIG: 52 – 53			

Tabla N° A4.10 Cerros más utilizados en la provincia de Manabí.

Ubicación propuesta para la EMRR.	NOMENCLATURA UTILIZADA	
	NÚMERO	CERRO
PORTOVIEJO	1	JABONCILLO
	2	COROZO
JIPIJAPA	3	LOMA CHORILLO
	4	GUARUMO
BAHÍA DE CARAQUEZ	5	NUEVE
	6	LOMA DE VIENTO

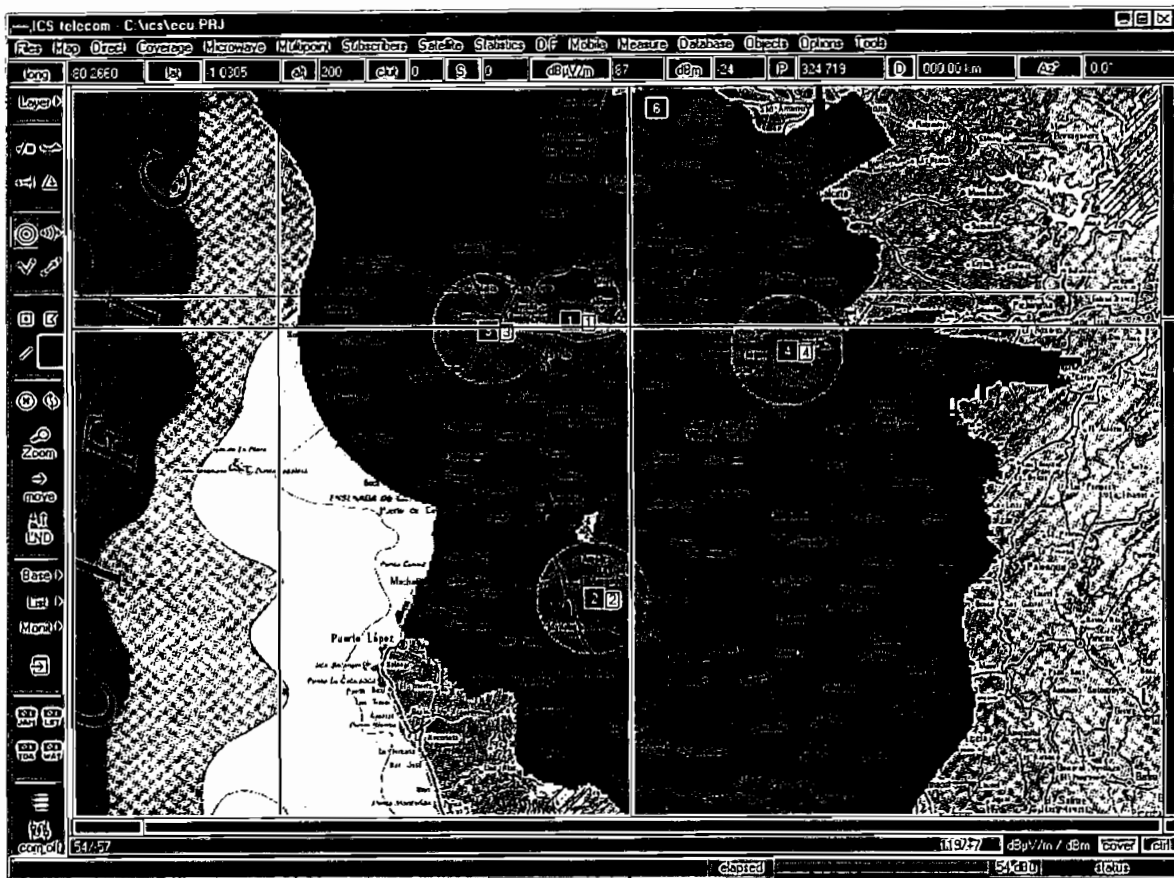


FIG. N°42



FIG. N°43

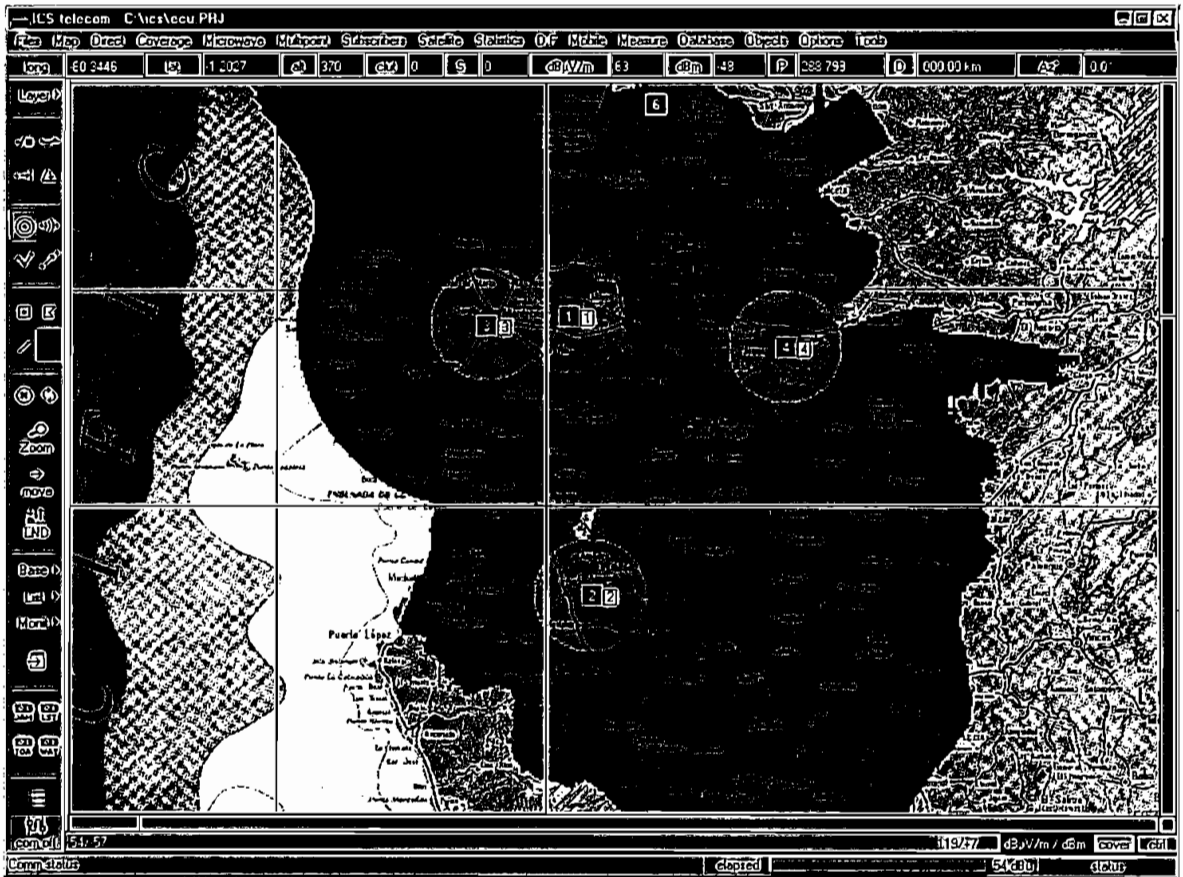


FIG. N°44

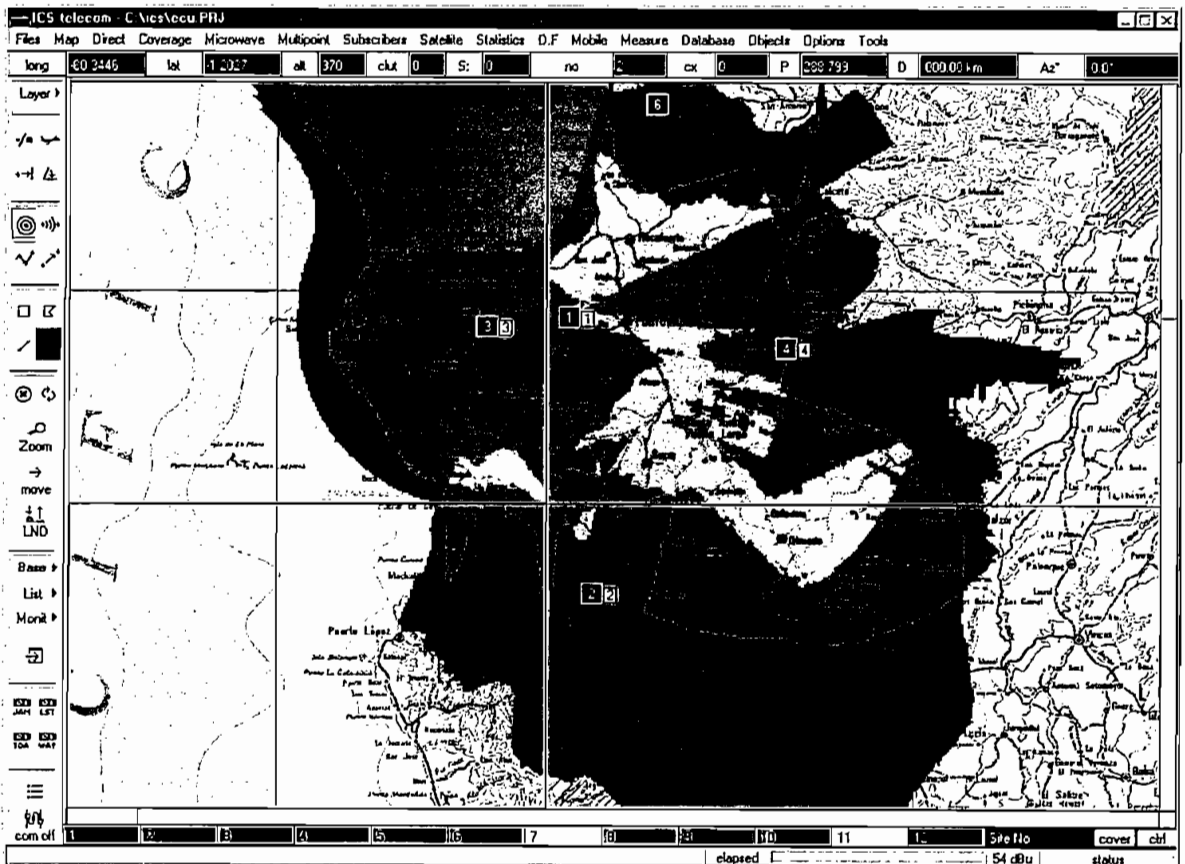


FIG. N°45



FIG. N°46



FIG. N°47

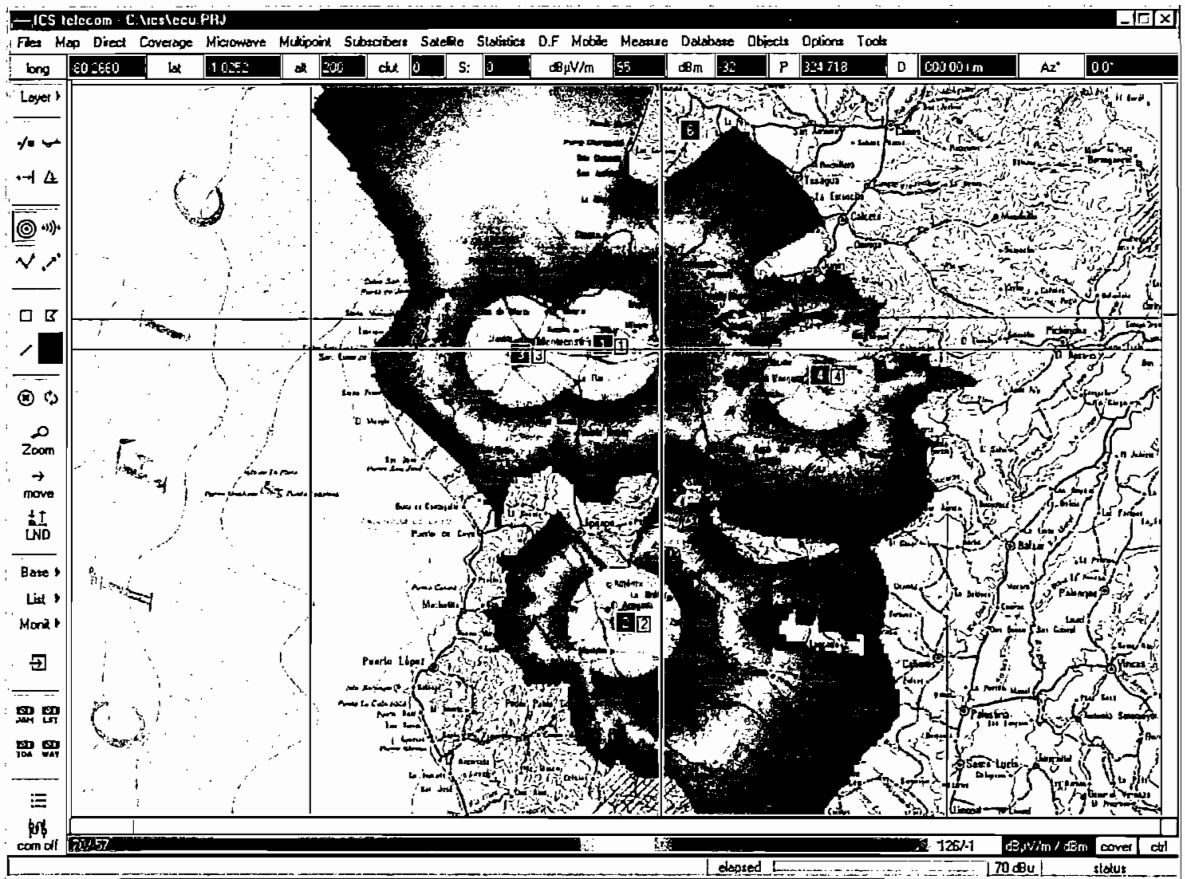


FIG. N°48

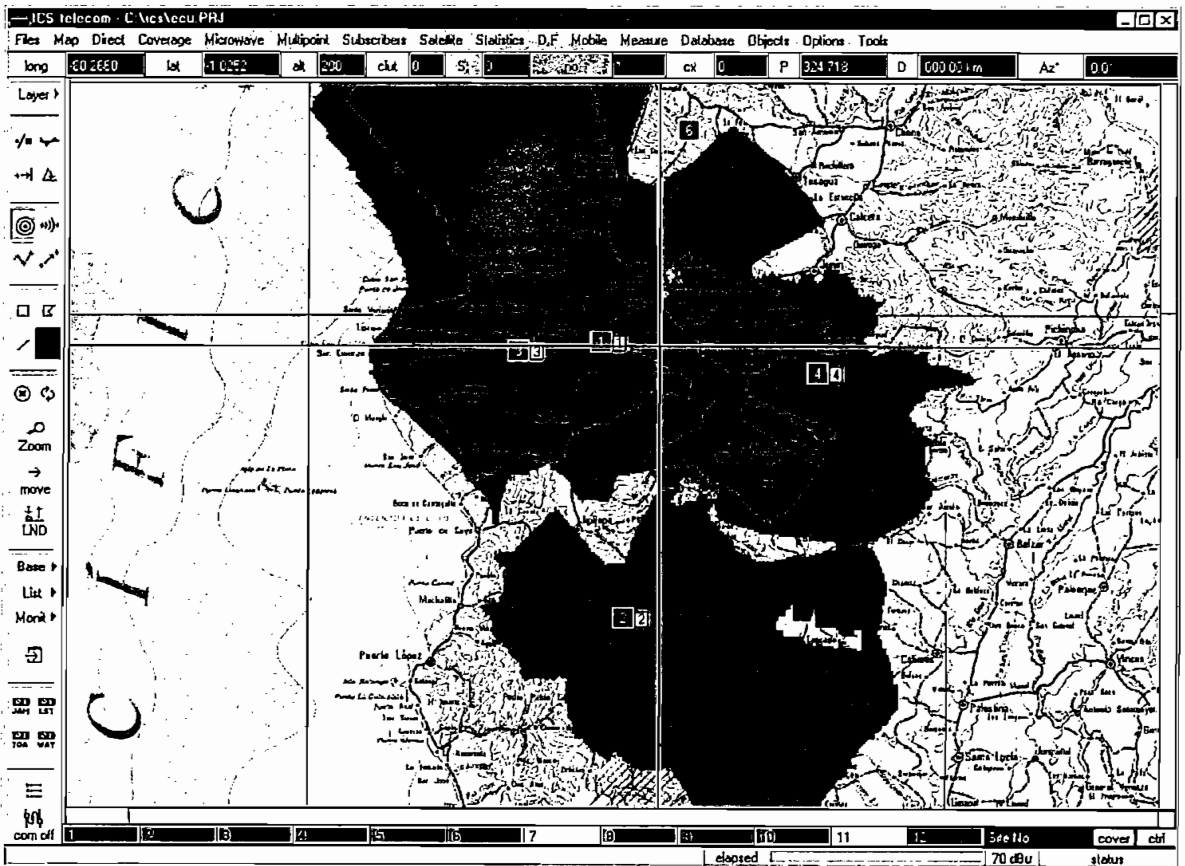


FIG. N°49

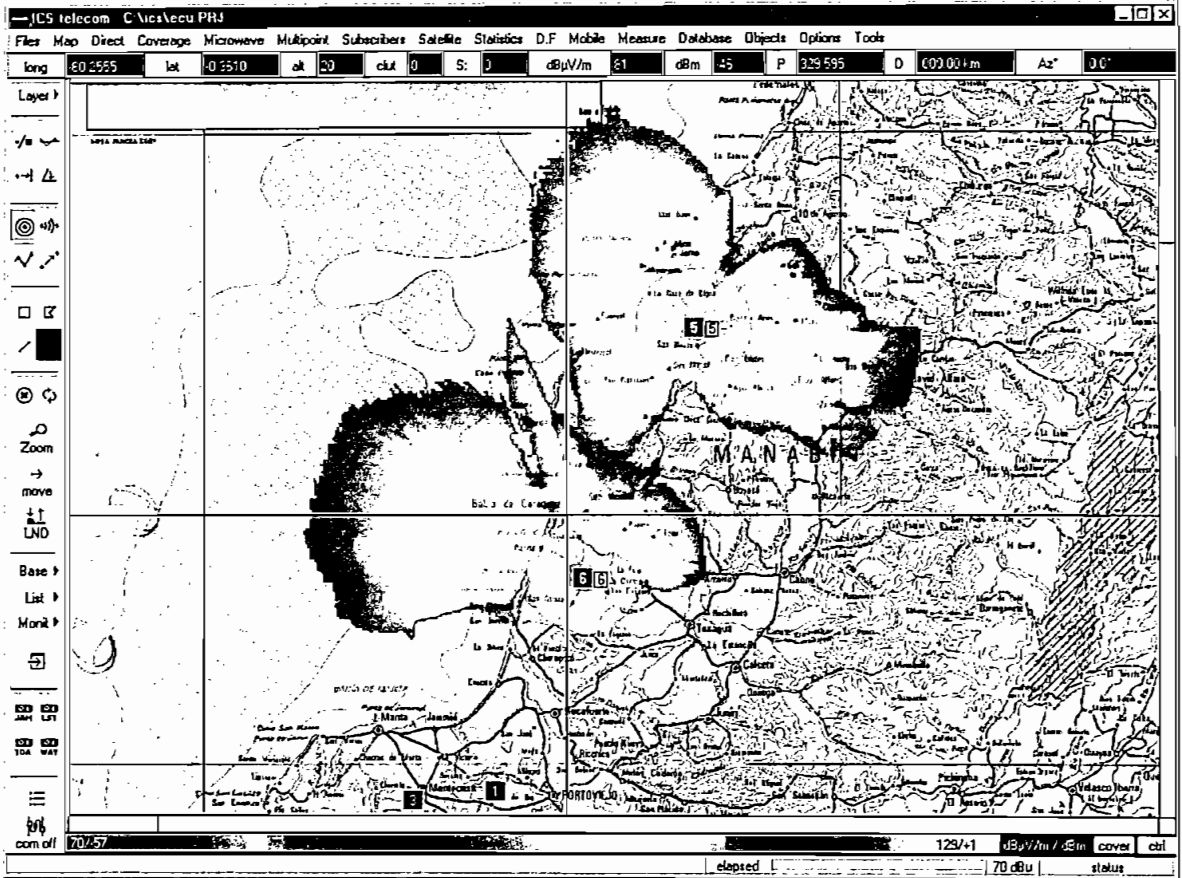


FIG. N°50

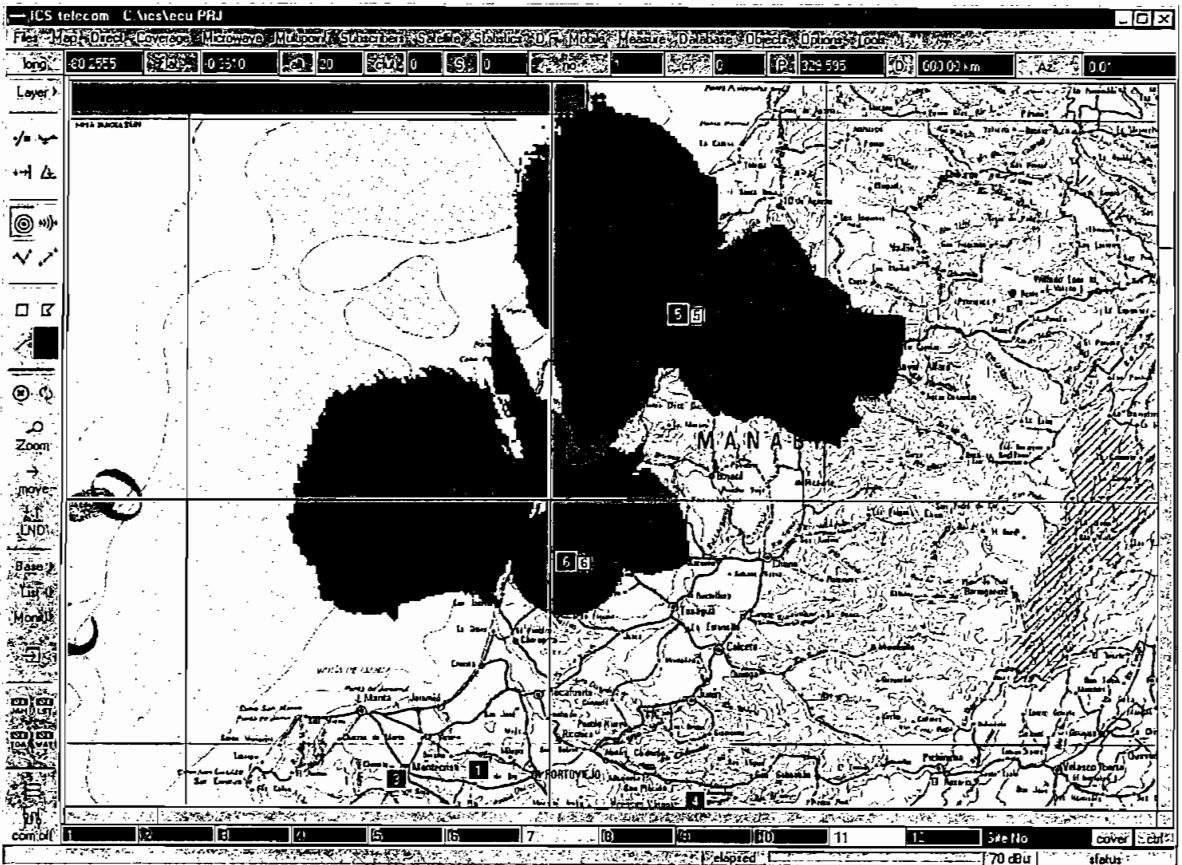


FIG. N°51

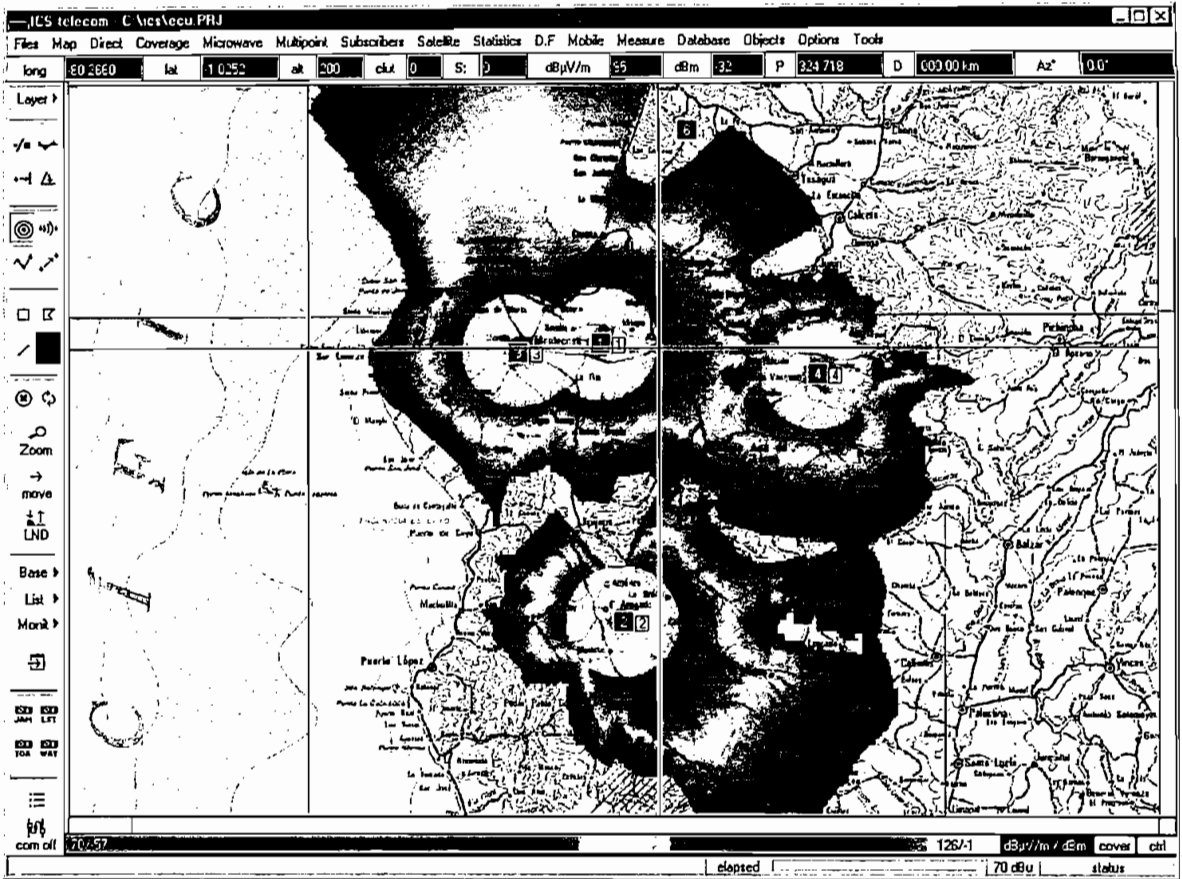


FIG. N°52

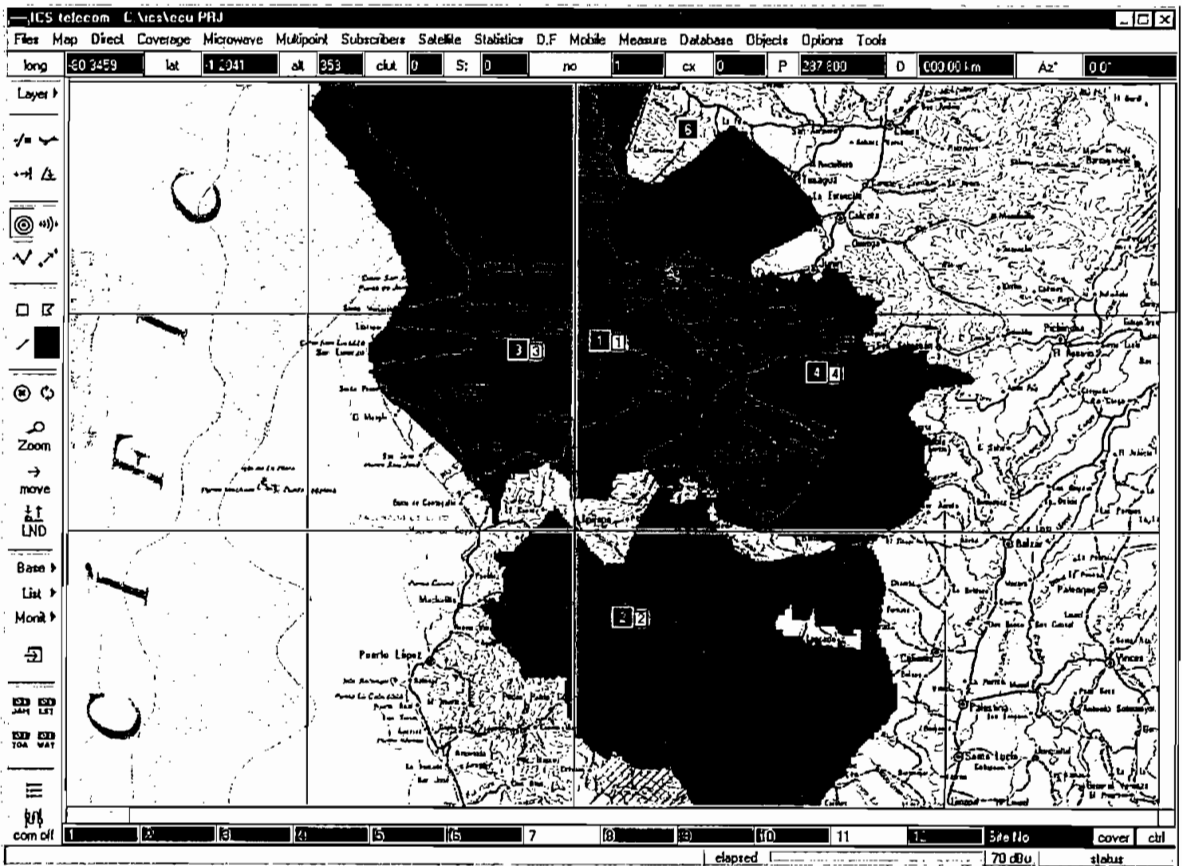


FIG. N°53

Tabla N° A4.11 Parámetros de Simulación.

SUCUMBIOS Y FRANCISCO DE ORELLANA	Frecuencia (MHz)	Potencia (w)	Altura de las antenas (m)
FIG: 54 – 55	108	1000	10
FIG: 56 – 57	174	25	10
FIG: 58 – 59	512	25	10
FIG: 60 – 61	667.750	5000	10

Tabla N° A4.12 Cerros más utilizados en las provincias de Sucumbíos y Francisco de Orellana.

Ubicación propuesta para la EMRR.	NOMENCLATURA UTILIZADA	
	NÚMERO	CERRO
LUMBAQUI	1	REVENTADOR
	2	BERMEJOS
NUEVA LOJA	3	LUMBAQUI
	4	NUEVA LOJA
FRANCISCO DE ORELLANA	5	km 4. VIA A LAGO AGRIO
	6	FRANCISCO DE ORELLANA

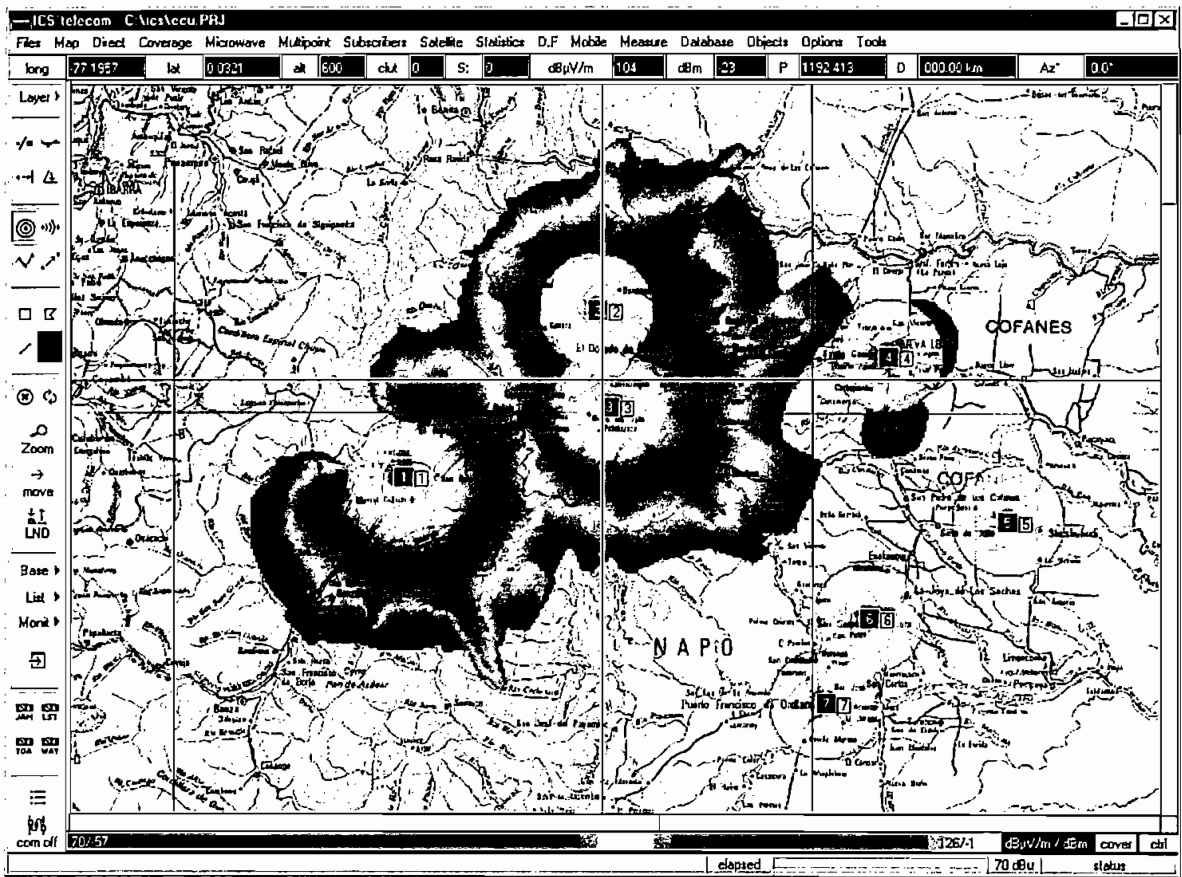


FIG. N°56

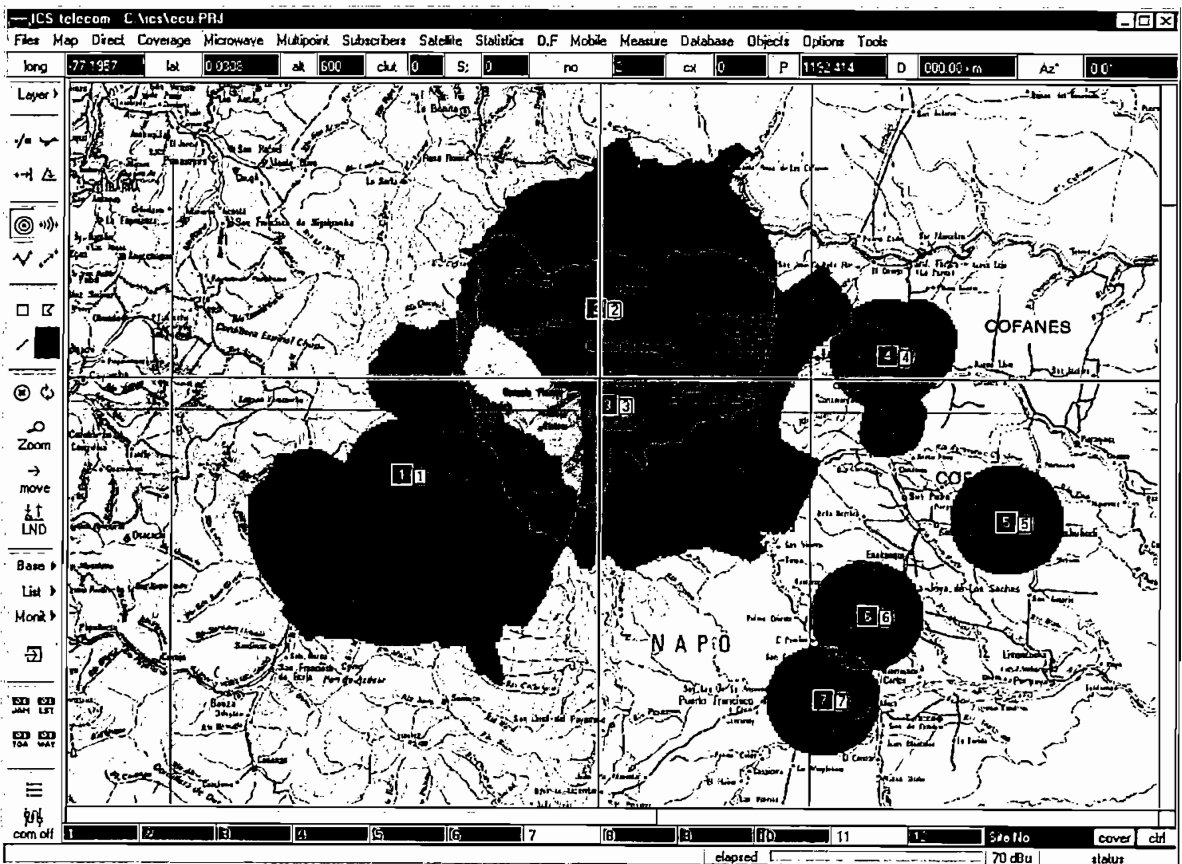


FIG. N°57

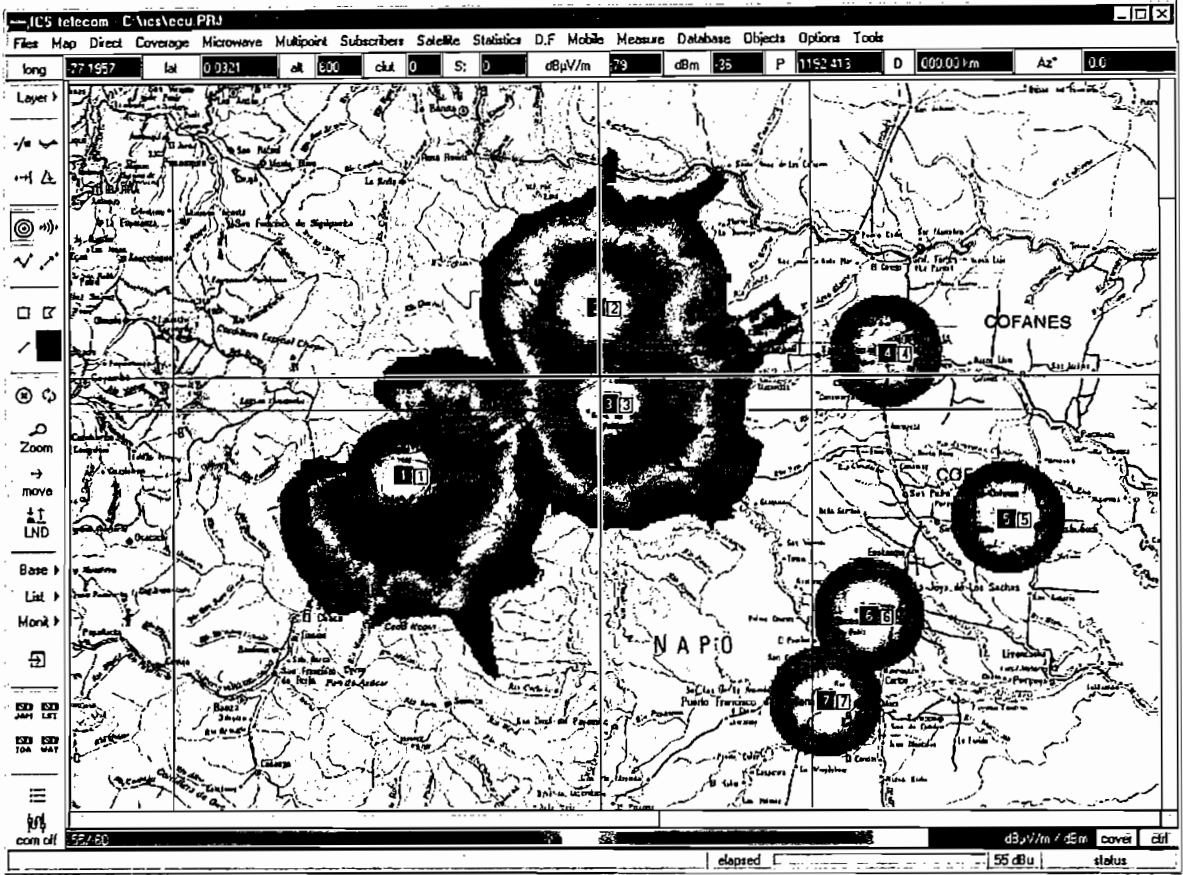


FIG. N°58

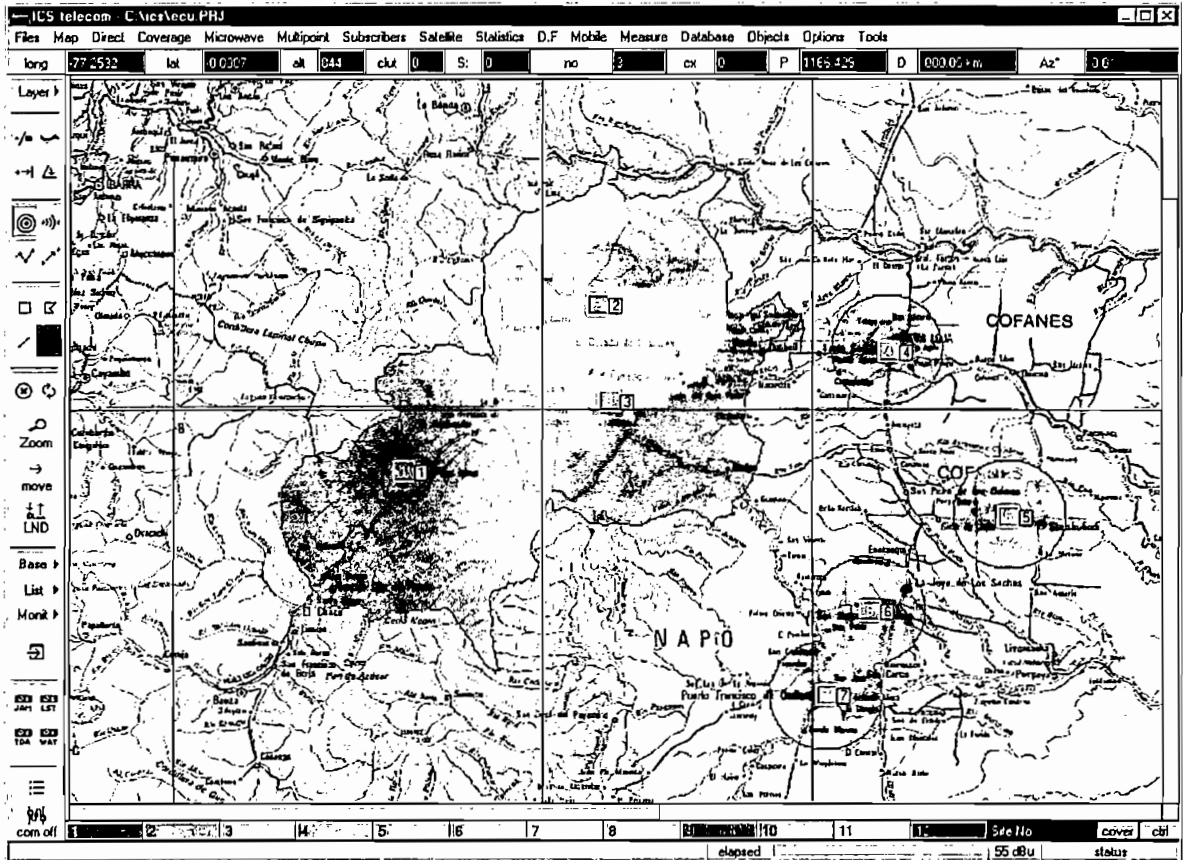


FIG. N°59

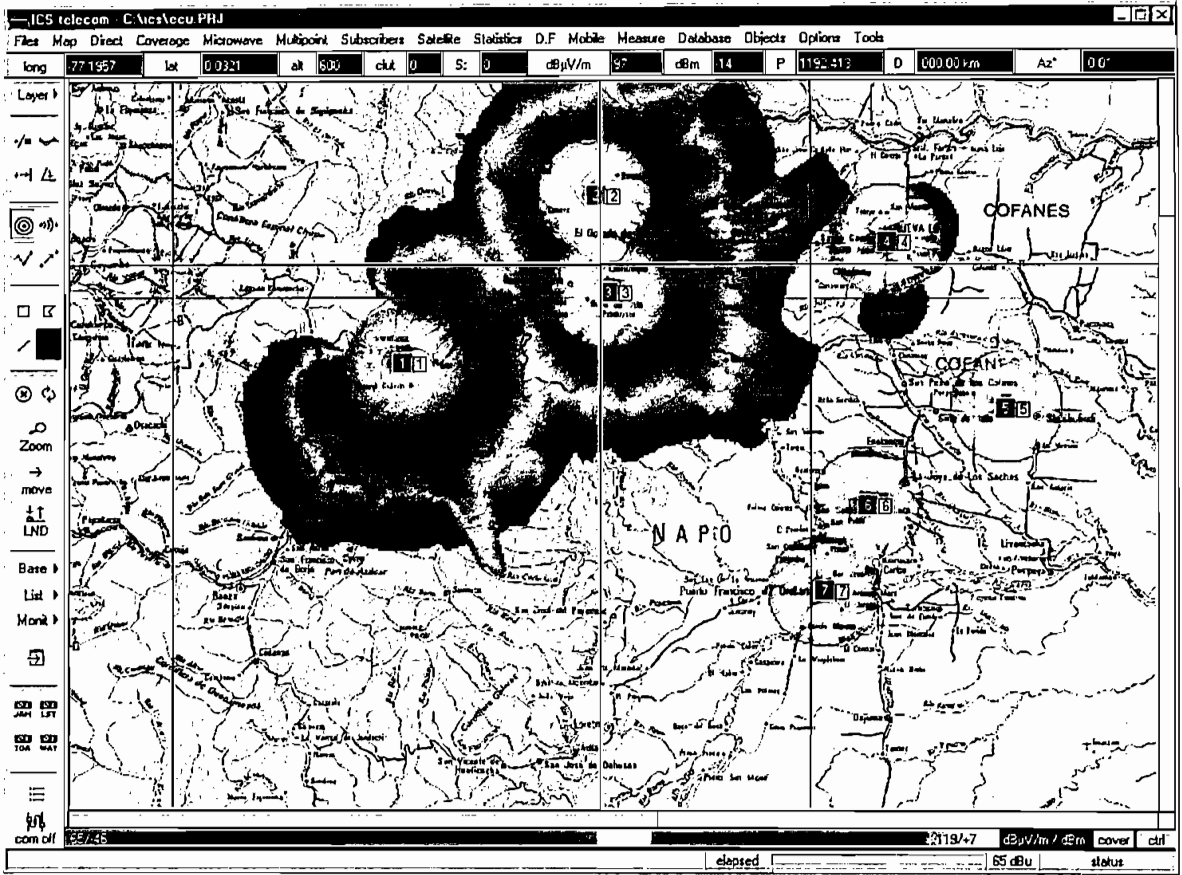


FIG. N°60

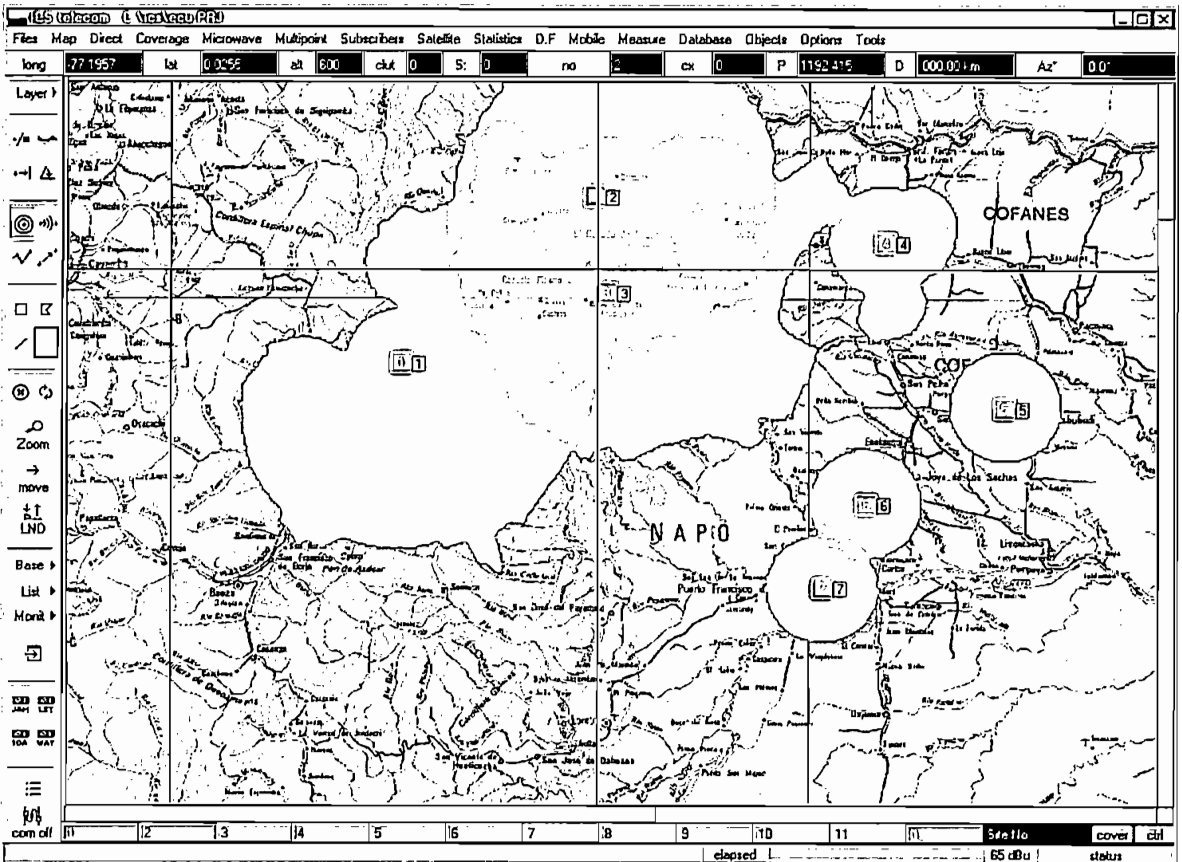


FIG. N°61

Tabla N° A4.13 Parámetros de Simulación.

NAPO Y PASTAZA	Frecuencia (MHz)	Potencia (w)	Altura de las antenas (m)
FIG: 62 – 63	108	1000	10
FIG: 64 – 65			
FIG: 66 – 67	174	25	10
FIG: 68 – 69			
FIG: 70 – 71	512	25	10
FIG: 72 – 73			
FIG: 74 – 75	667.750	5000	10
FIG: 76 – 77			

Tabla N° A4.14 Cerros más utilizados en las provincias de Napo y Pastaza.

Ubicación propuesta para la EMRR.	NOMENCLATURA UTILIZADA	
	NÚMERO	CERRO
BAEZA	1	GUACAMAYOS
	2	MIRADOR
TENA	3	CONDIJUA
	4	CALVARIO
PUYO	5	ABITAGUA

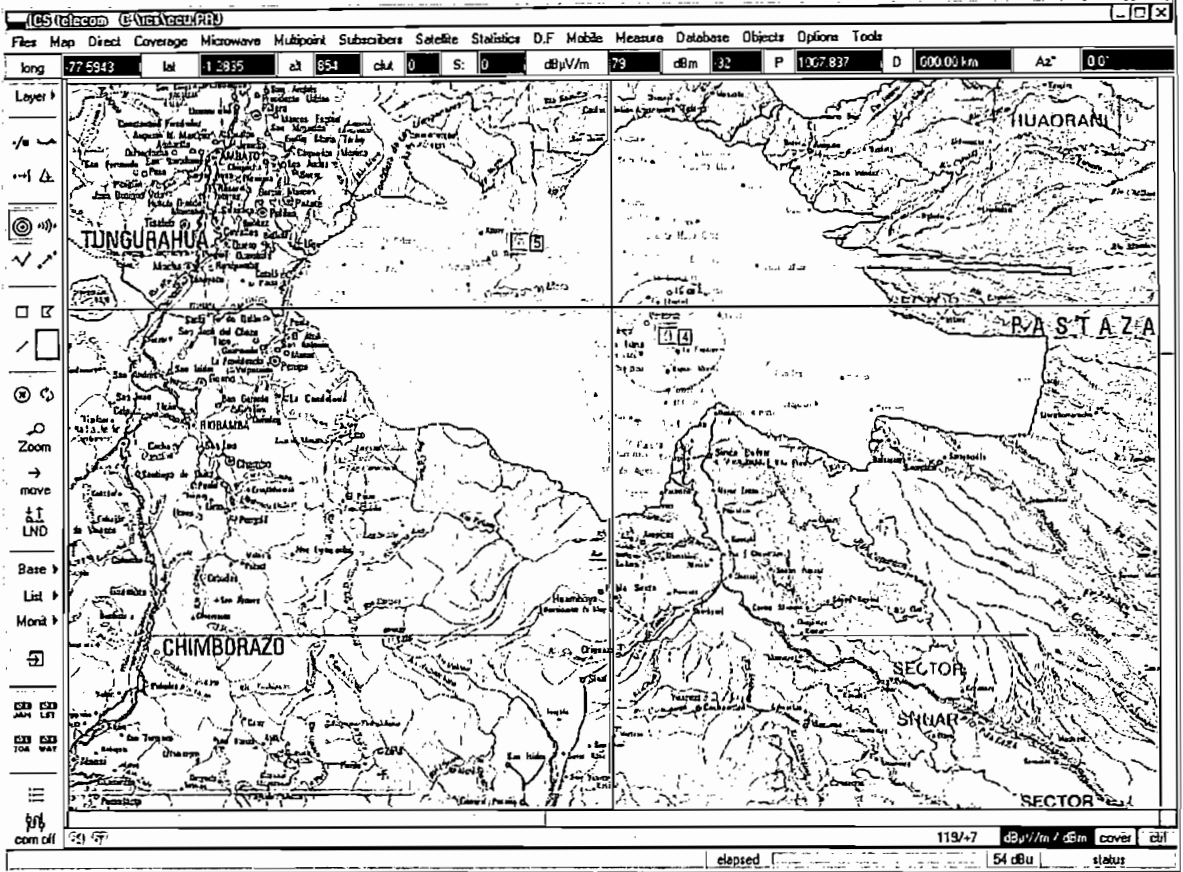


FIG. N°64

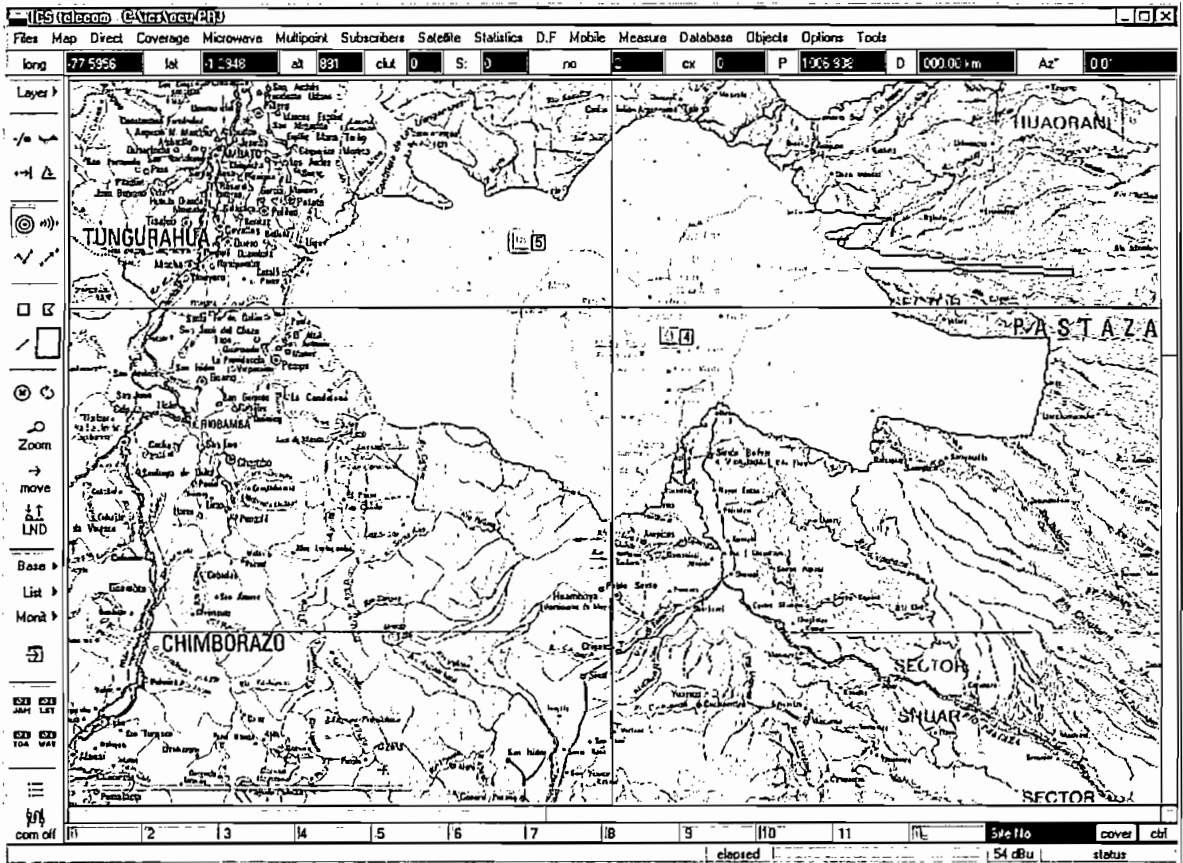


FIG. N°65

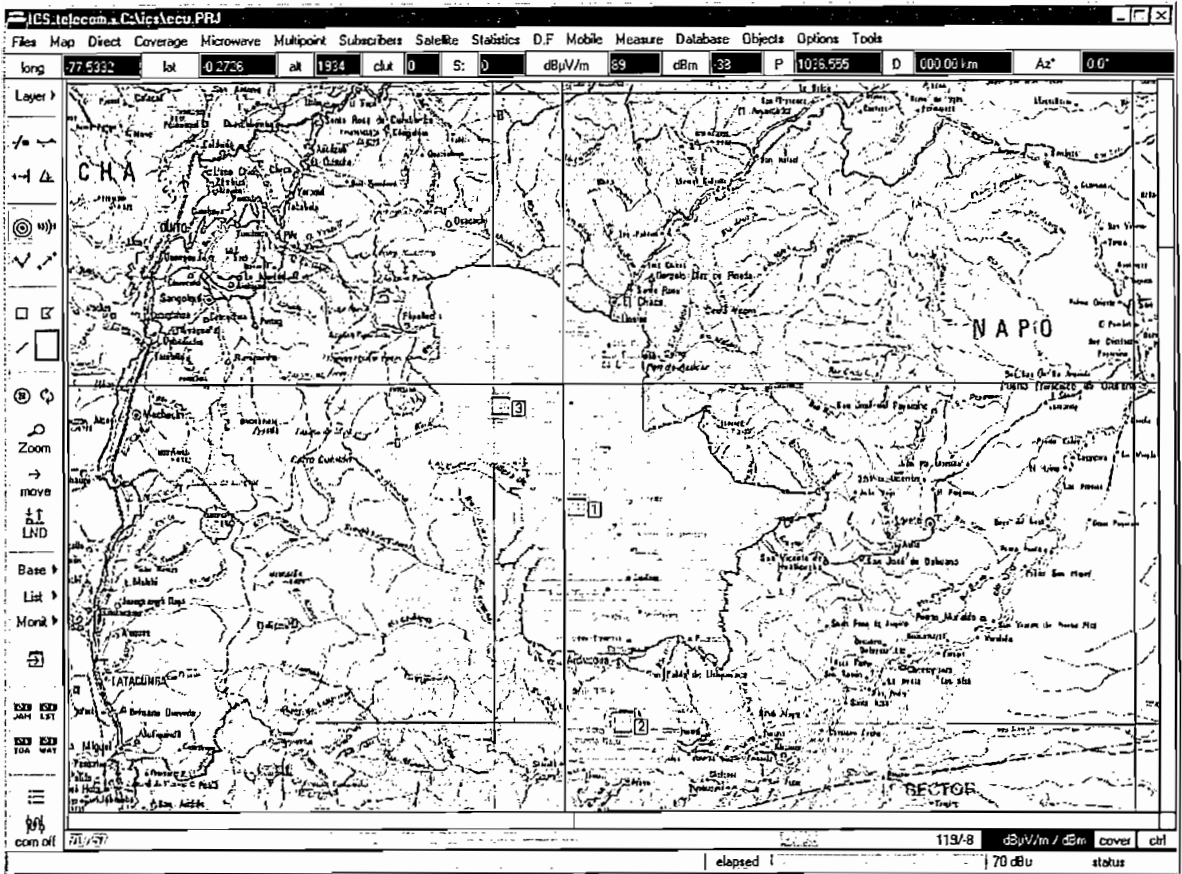


FIG. N°66

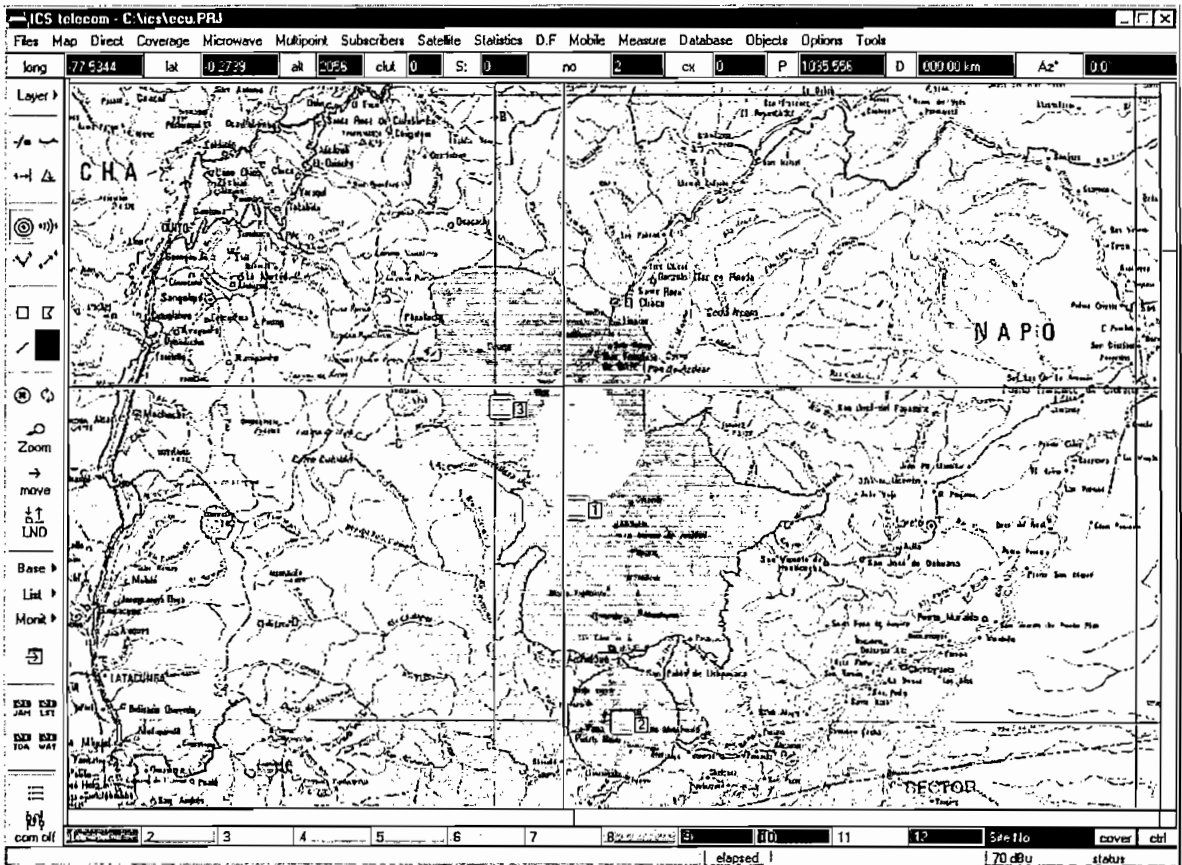


FIG. N°67

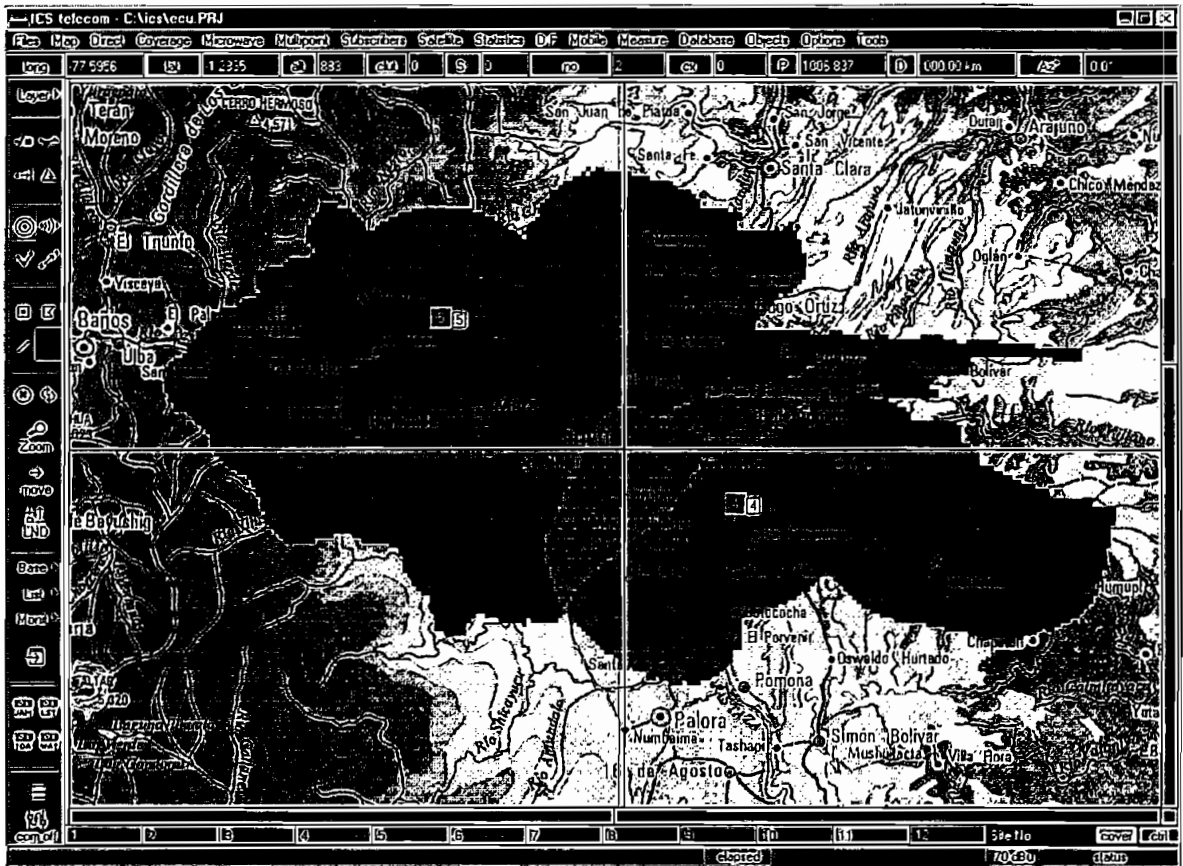
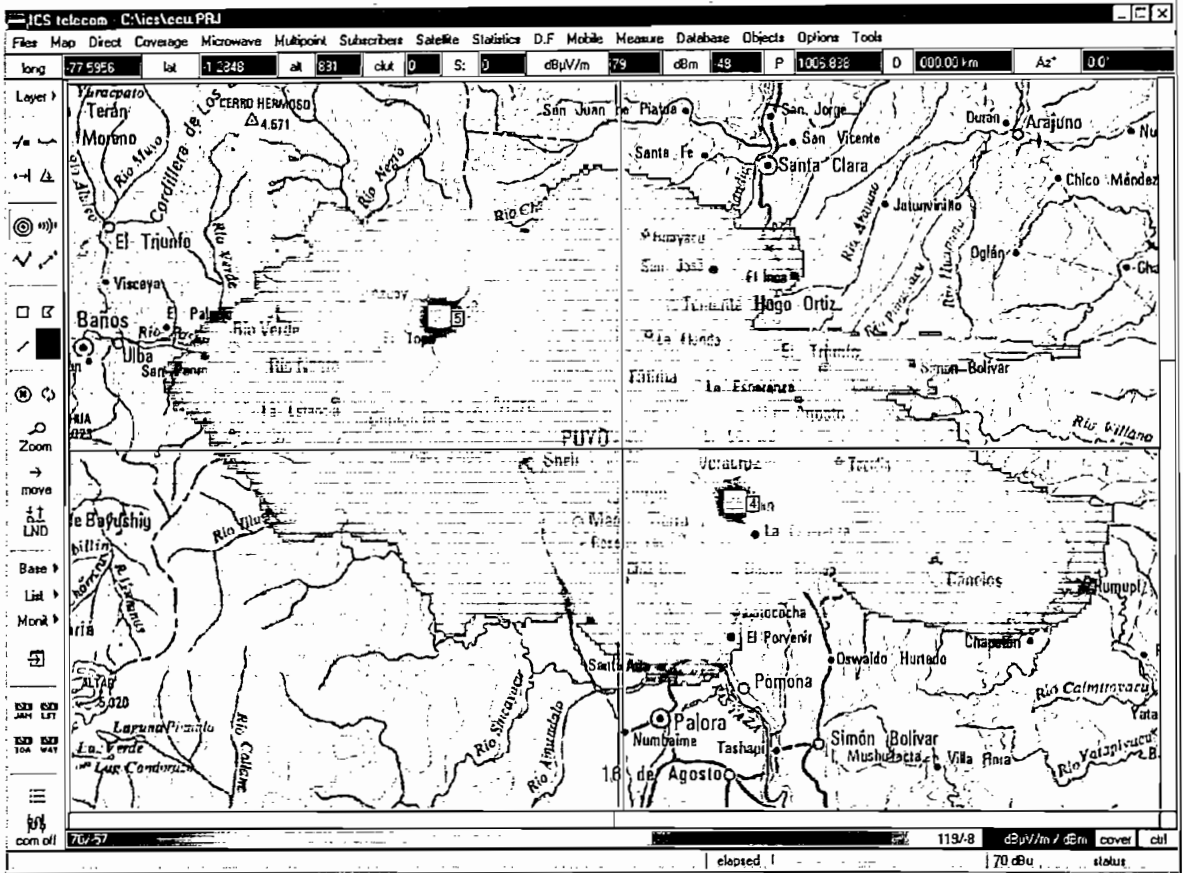


FIG. No 71

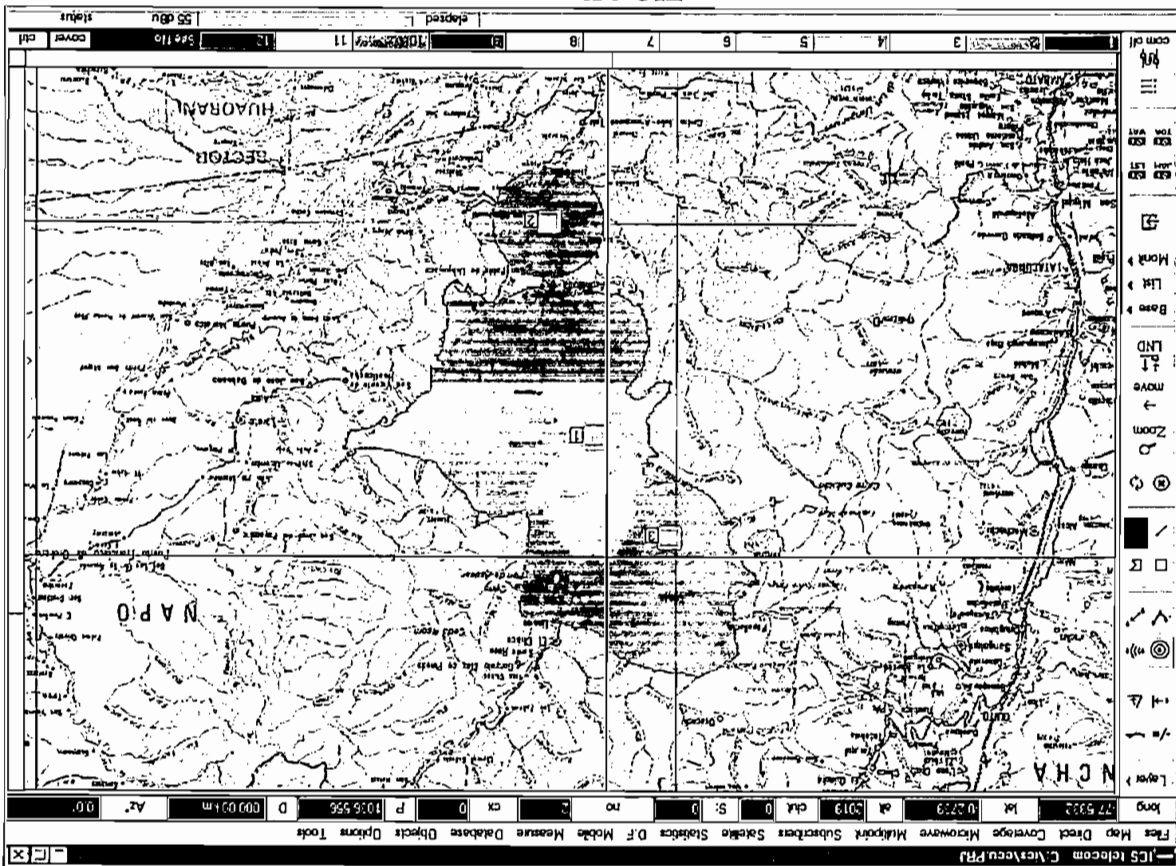
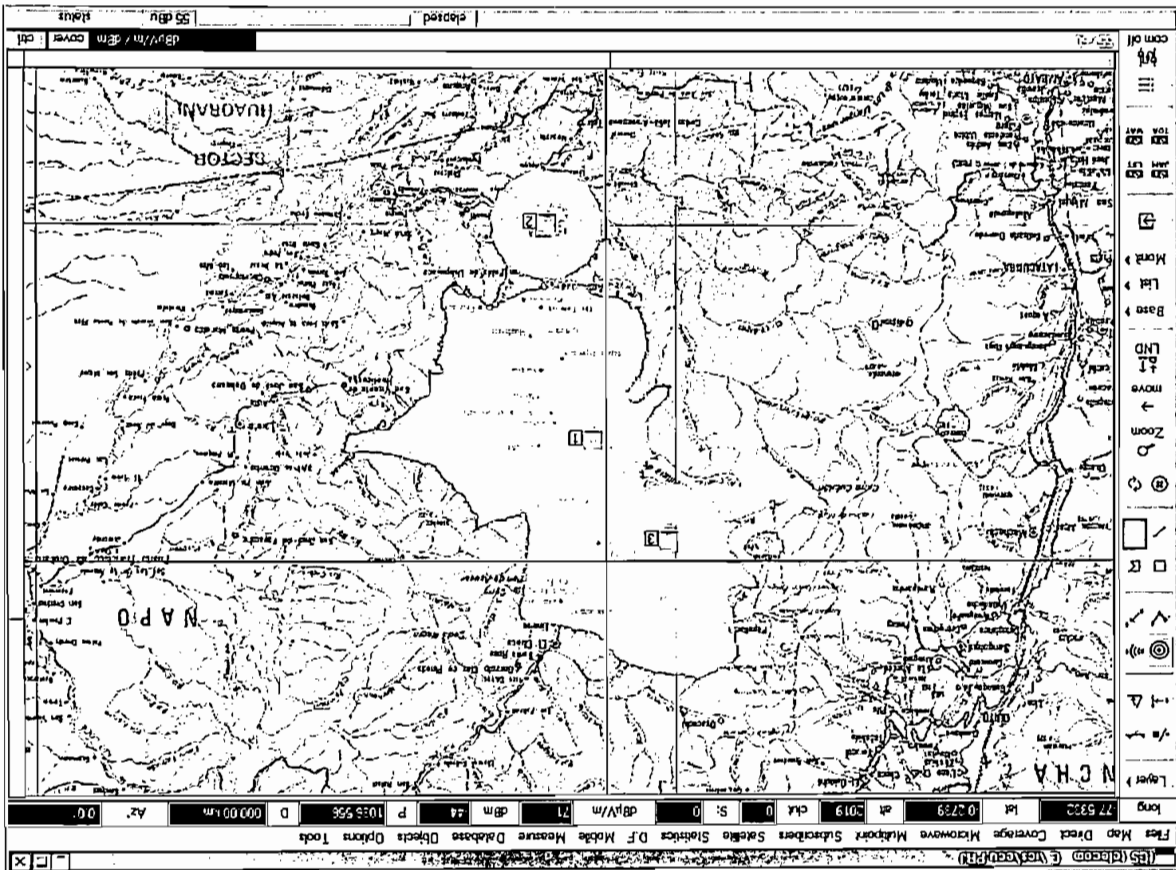


FIG. No 70



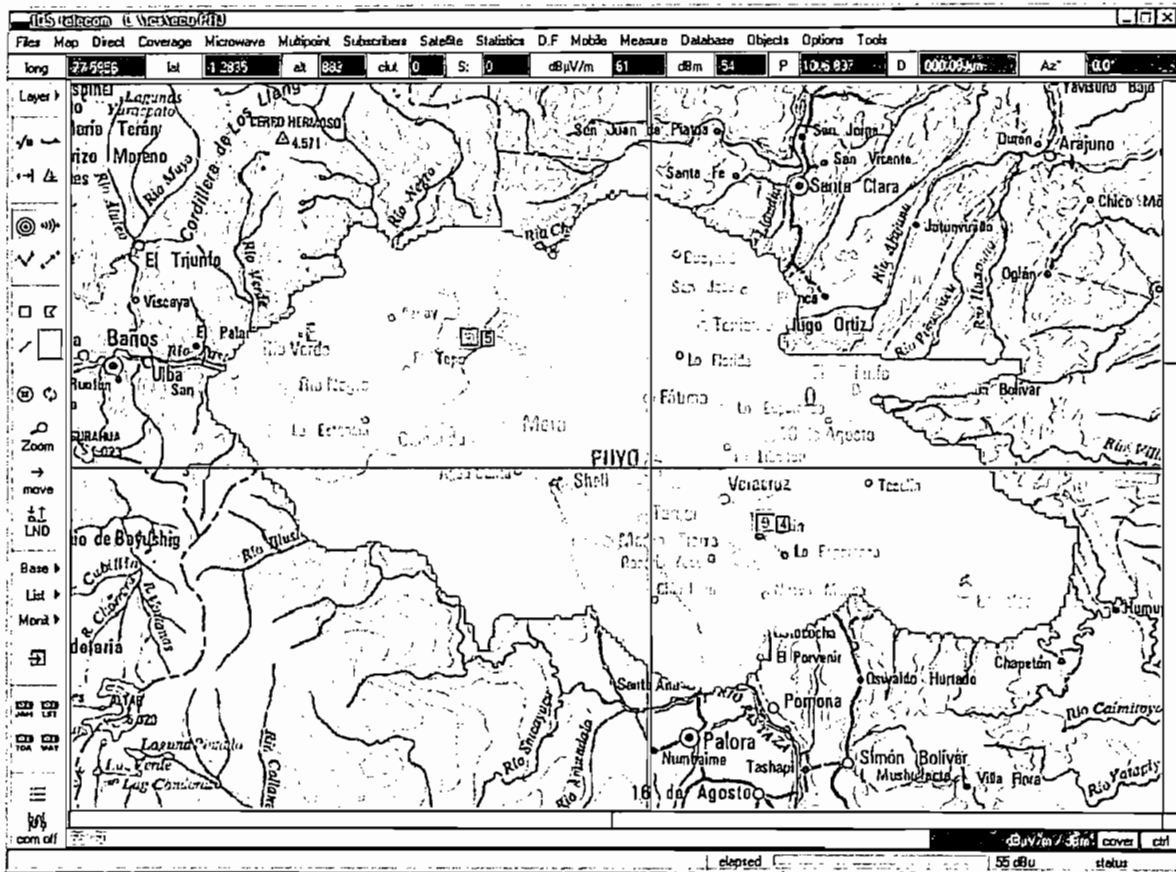


FIG. N°72

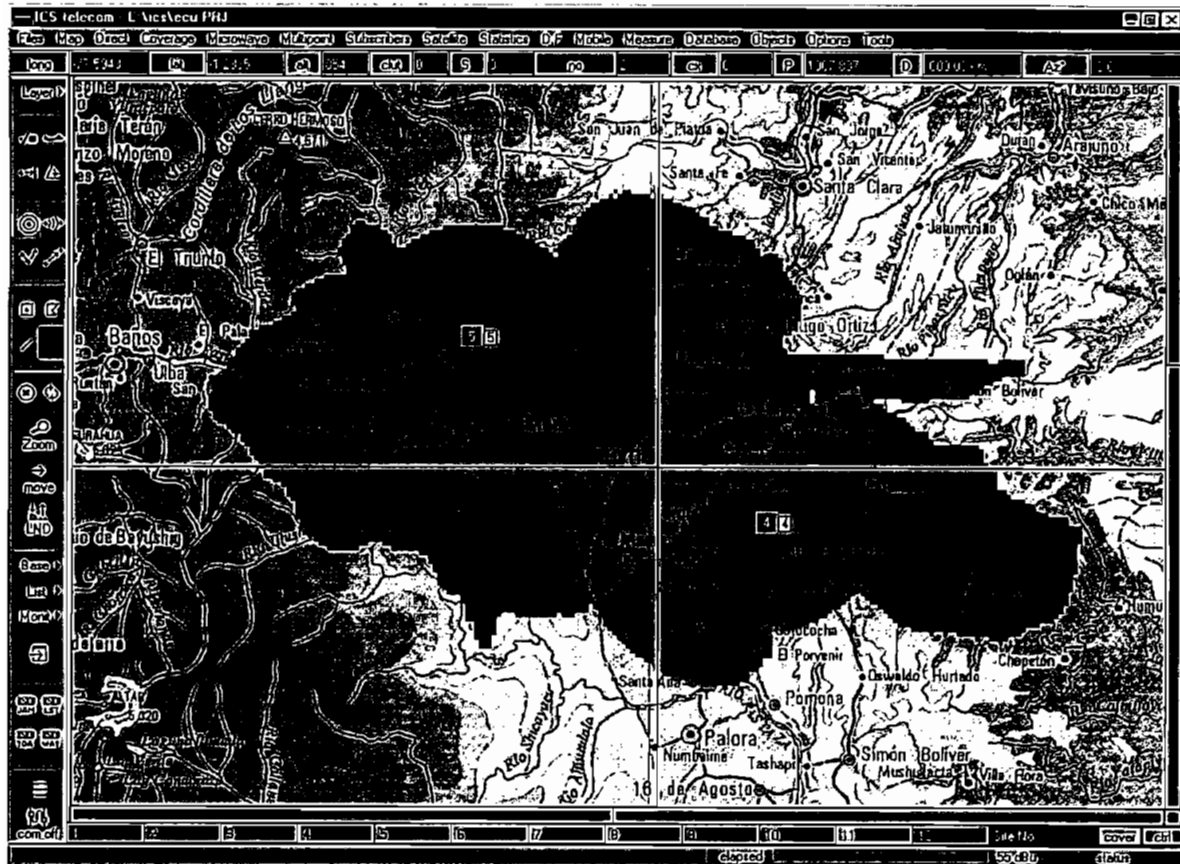


FIG. N°73

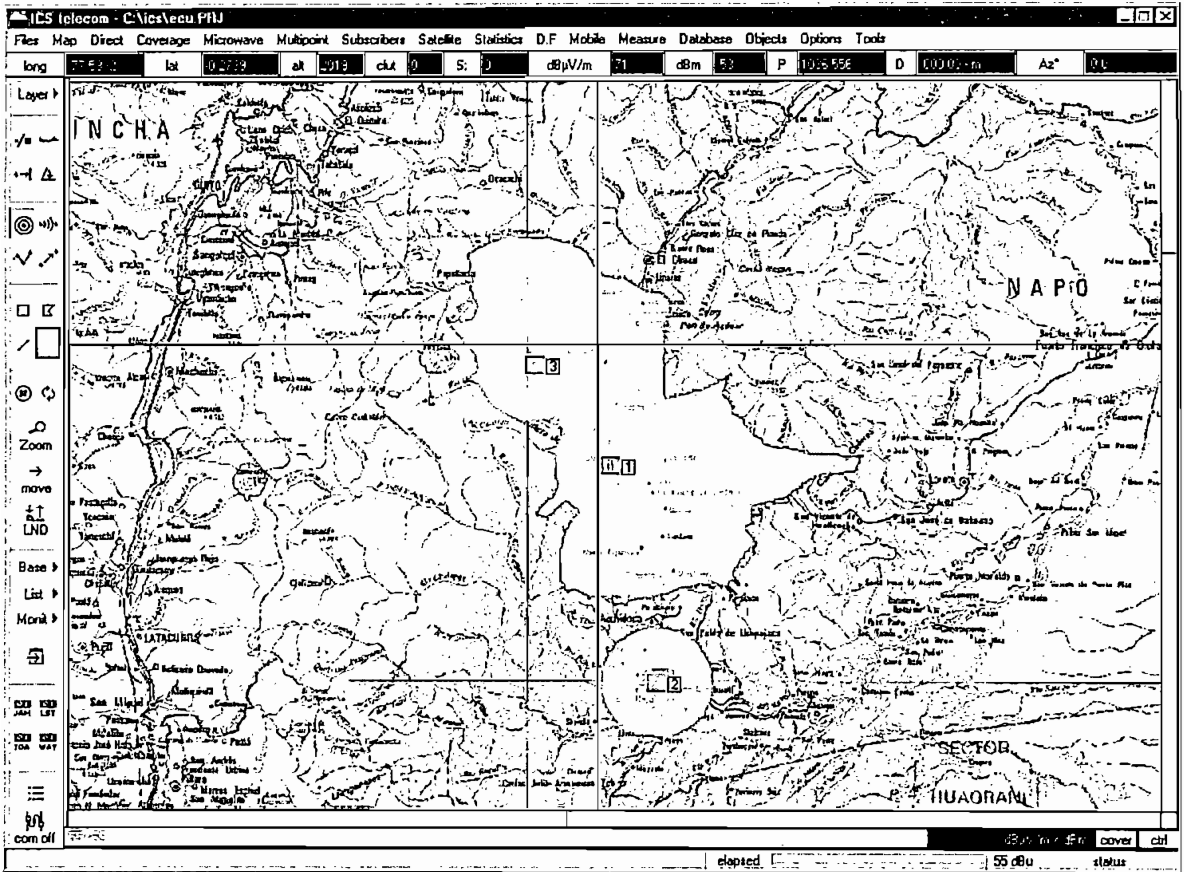


FIG. N°74

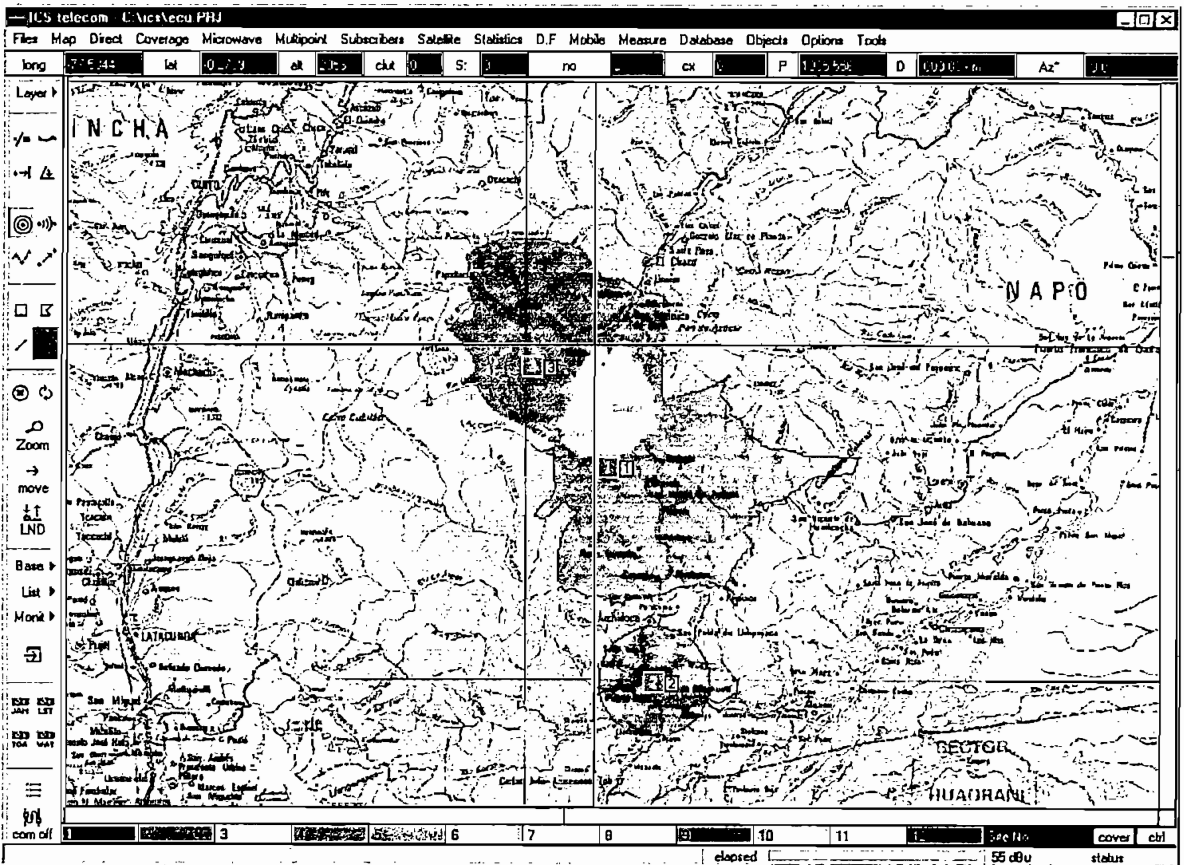


FIG. N°75

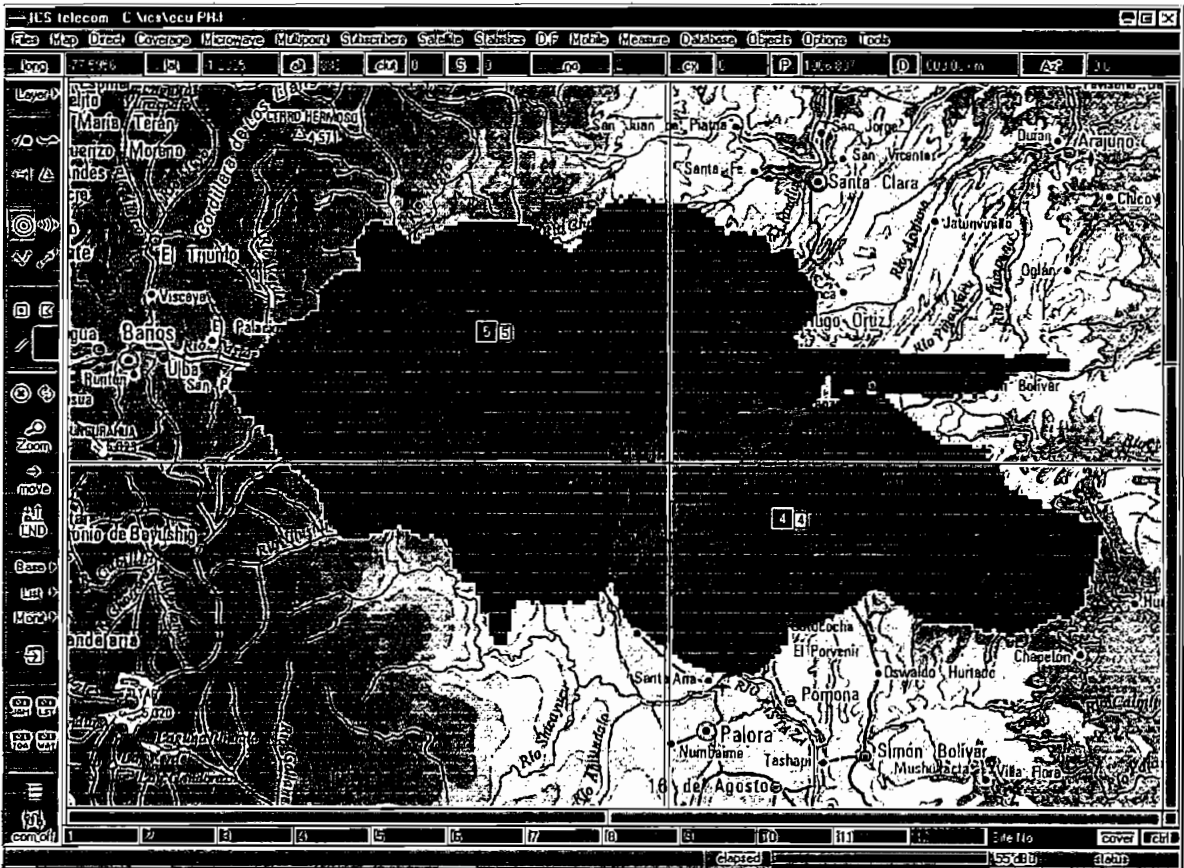
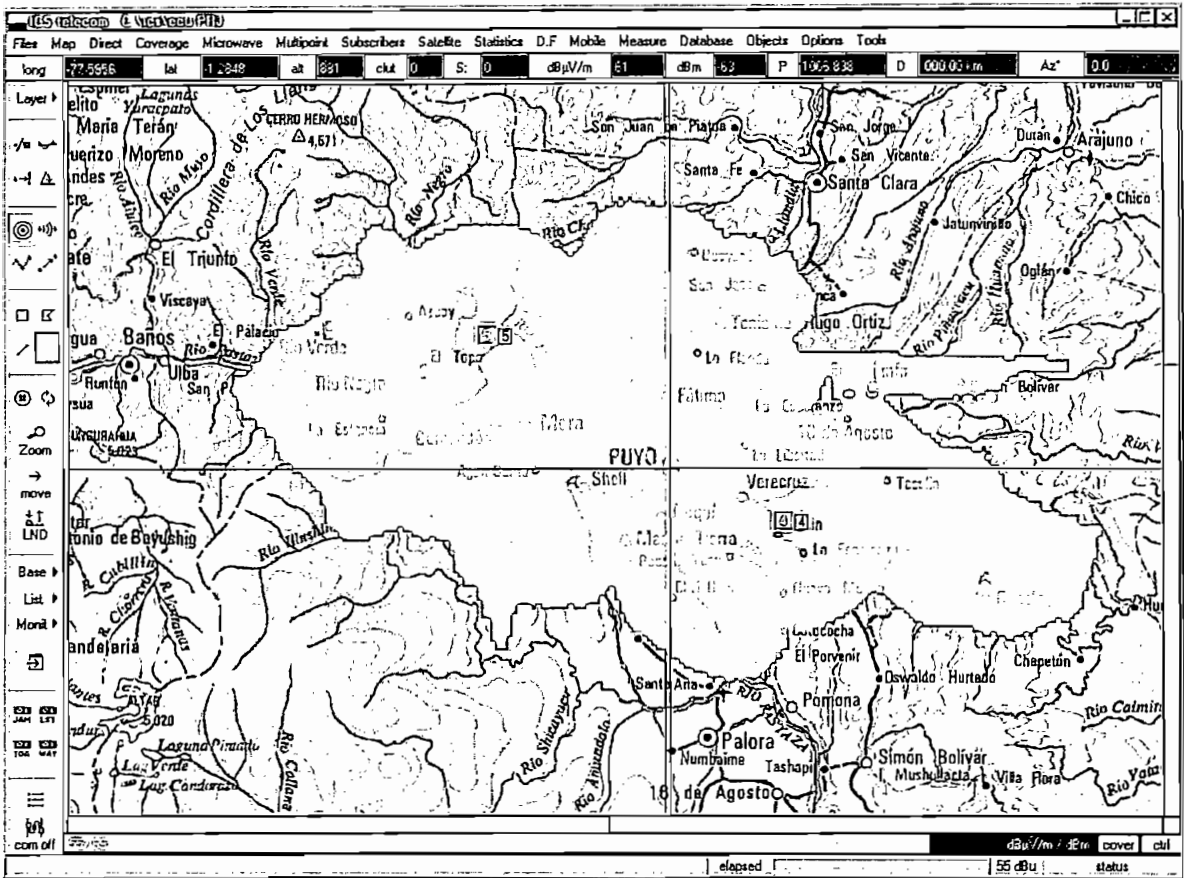


Tabla N° A4.15 Parámetros de Simulación.

COTOPAXI Y TUNGURAHUA	Frecuencia (MHz)	Potencia (w)	Altura de las antenas (m)
FIG: 78 – 79	108	1000	10
FIG: 80 – 81	174	25	10
FIG: 82 – 83	512	25	10
FIG: 84 – 85	667.750	5000	10

Tabla N° A4.16 Cerros más utilizados en las provincias de Cotopaxi y Tungurahua.

Ubicación propuesta para la EMRR.	NOMENCLATURA UTILIZADA	
	NÚMERO	CERRO
SAN MIGUEL	1	ANGALOMA
	2	PILISURCO
AMBATO	3	AMBATO
	4	LOMA GRANDE

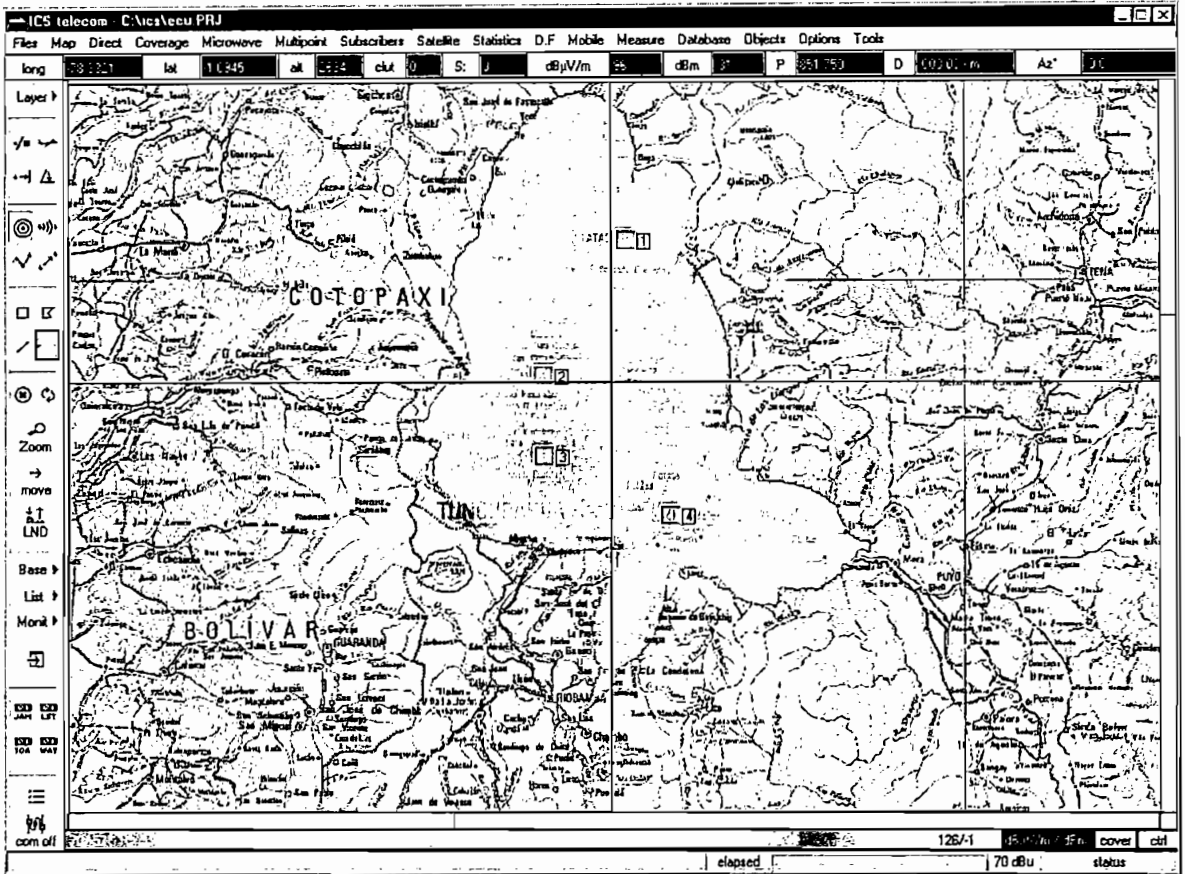


FIG. N°80

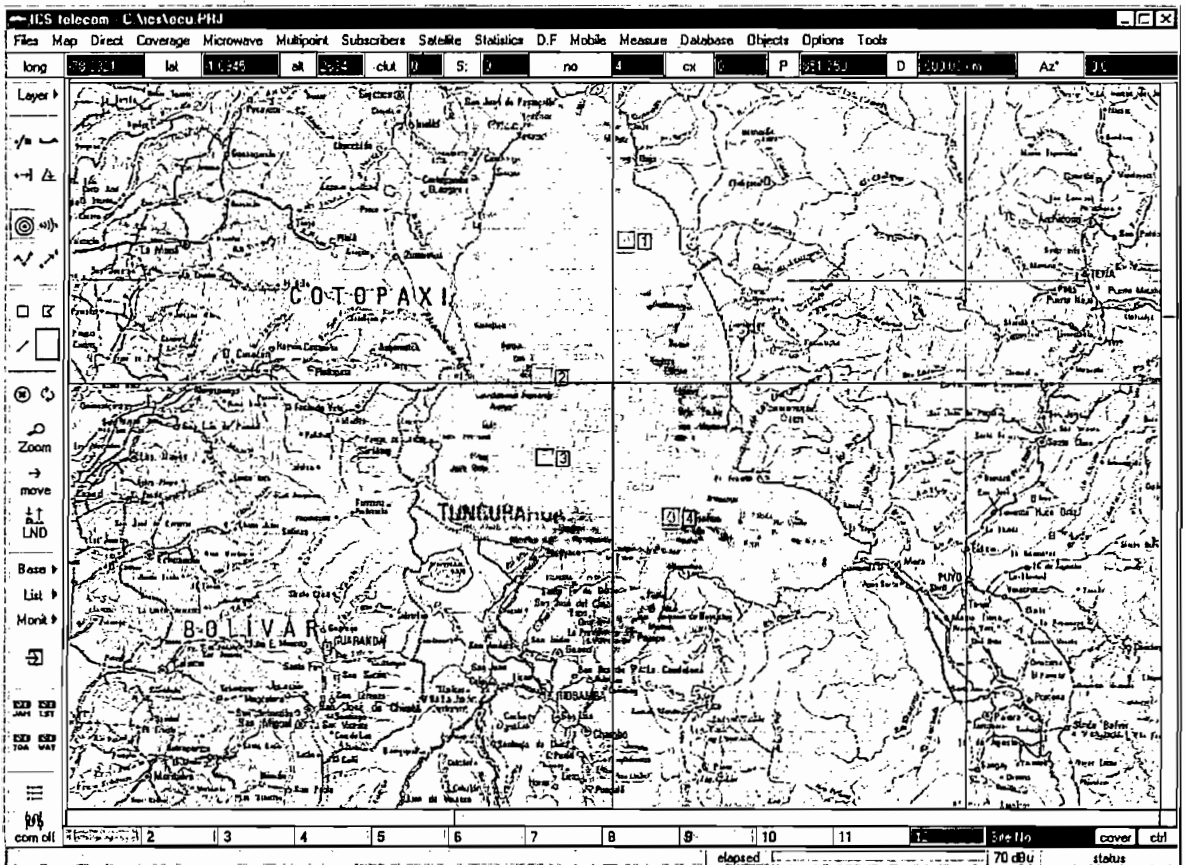


FIG. N°81

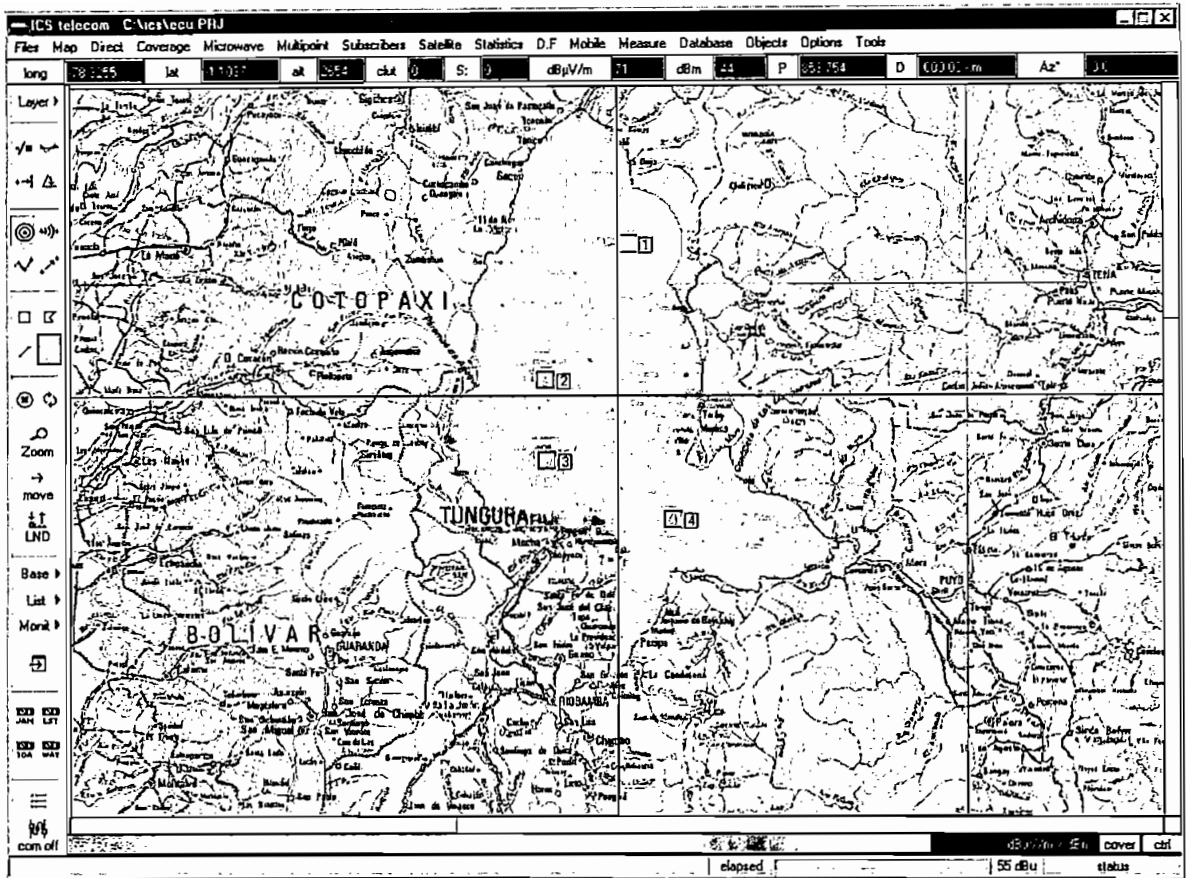


FIG. N°82

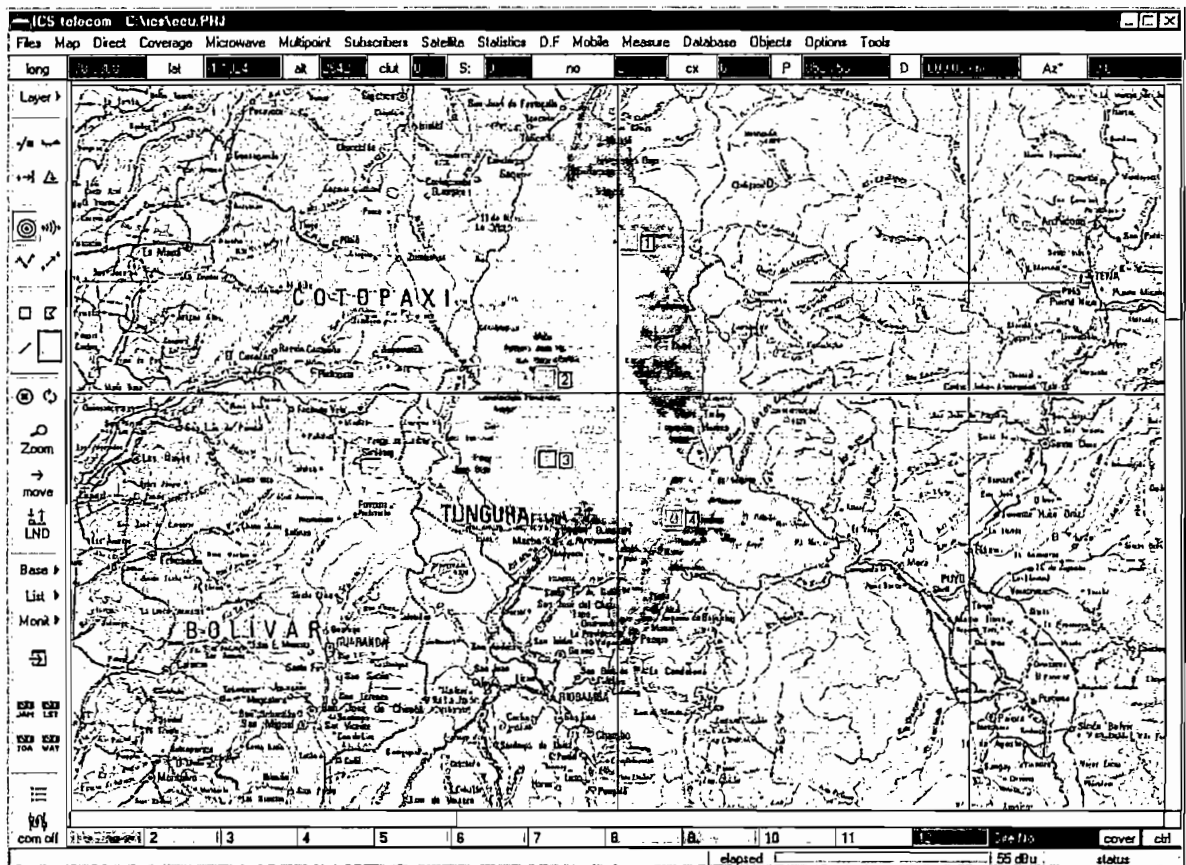


FIG. N°83

Tabla N° A4.17 Parámetros de Simulación.

CHIMBORAZO, BOLÍVAR Y LOS RÍOS	Frecuencia (MHz)	Potencia (w)	Altura de las antenas (m)
FIG: 86 – 87	108	1000	10
FIG: 88 – 89			
FIG: 90 – 91	174	25	10
FIG: 92 – 93			
FIG: 94 – 95			
FIG: 96 – 97	512	25	10
FIG: 98 – 99			
FIG: 100 – 101			
FIG: 102 – 103	667.750	5000	10
FIG: 104 – 105			
FIG: 106 – 107			

Tabla N° A4.18 Cerros más utilizados en las provincias de Chimborazo, Bolívar y Los Ríos.

Ubicación propuesta para la EMRR.	NOMENCLATURA UTILIZADA	
	NÚMERO	CERRO
BABAHOYO	1	SUSANGA
	2	LA MIRA
CALUMA	3	AMULA
	4	MULIDIAHUAN
RIOBAMBA	5	HASAN LOMA

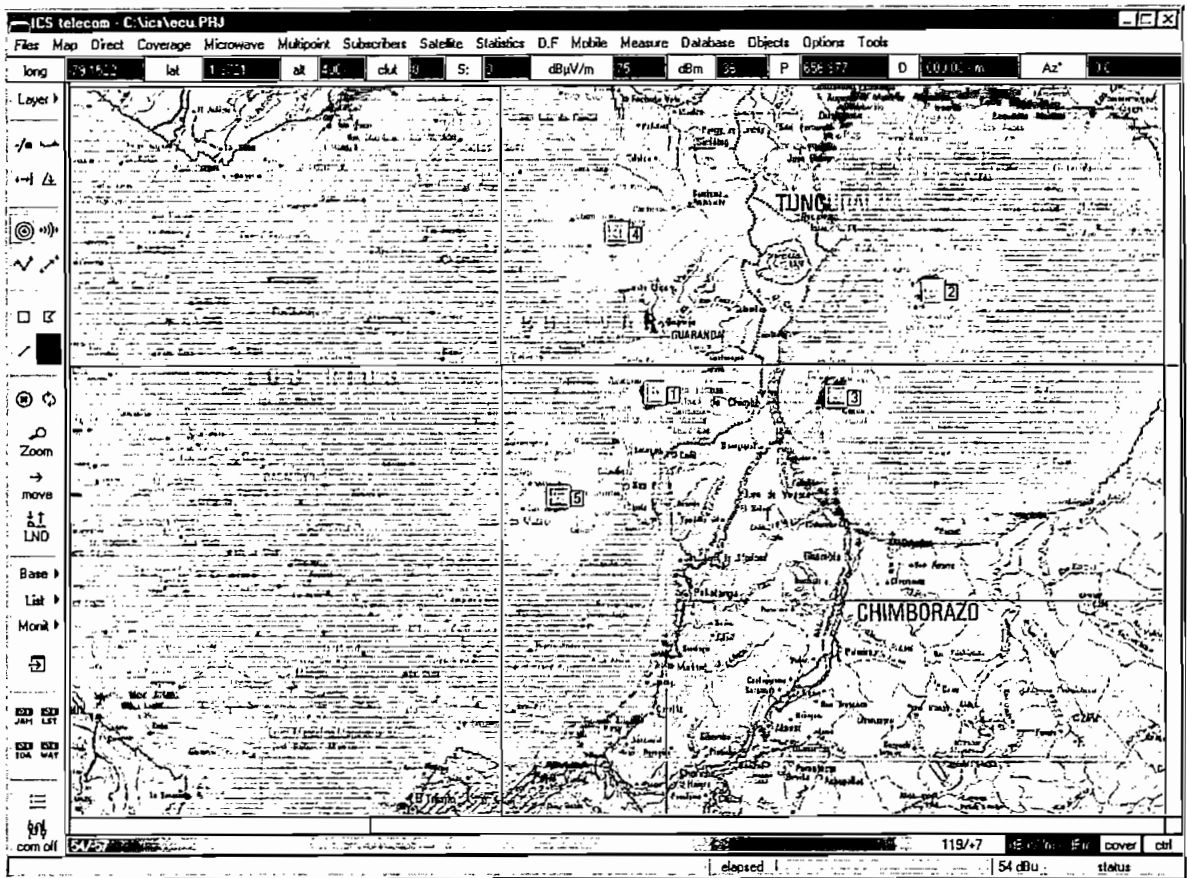


FIG. N°88

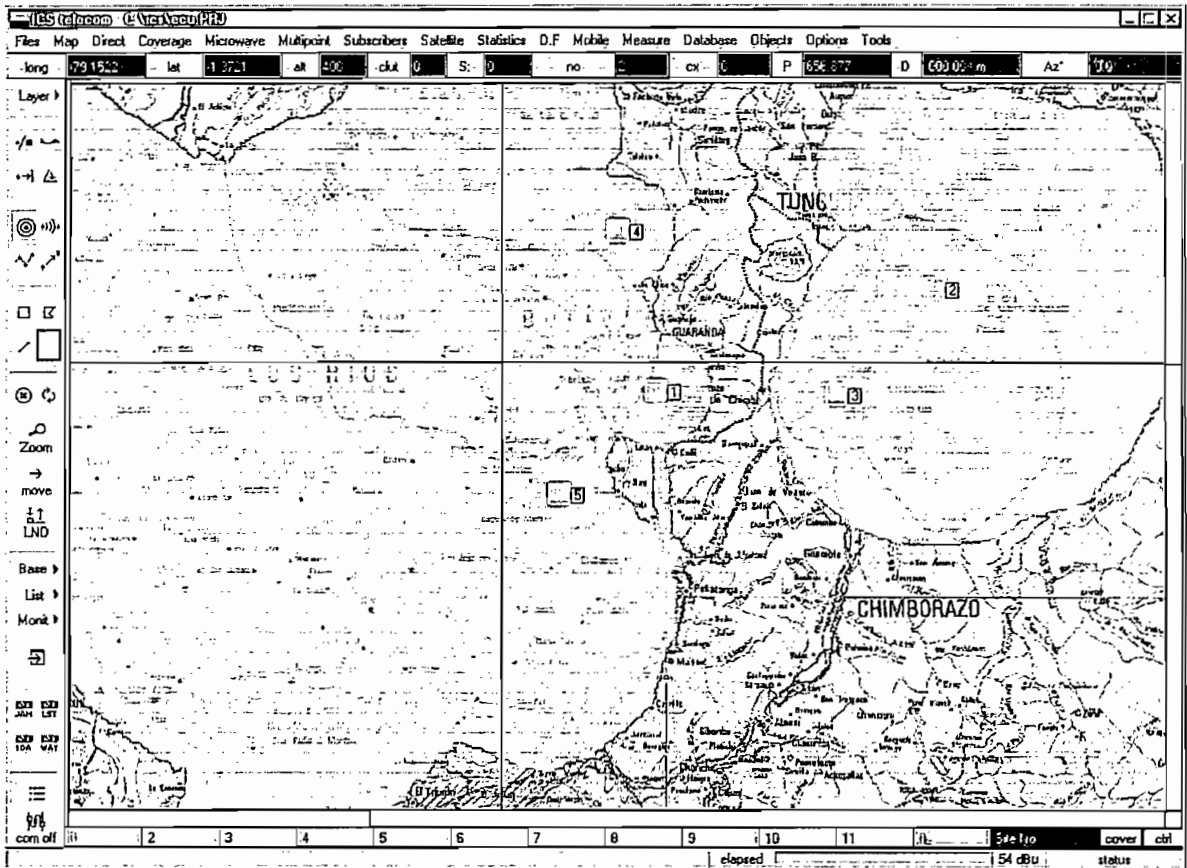


FIG. N°89

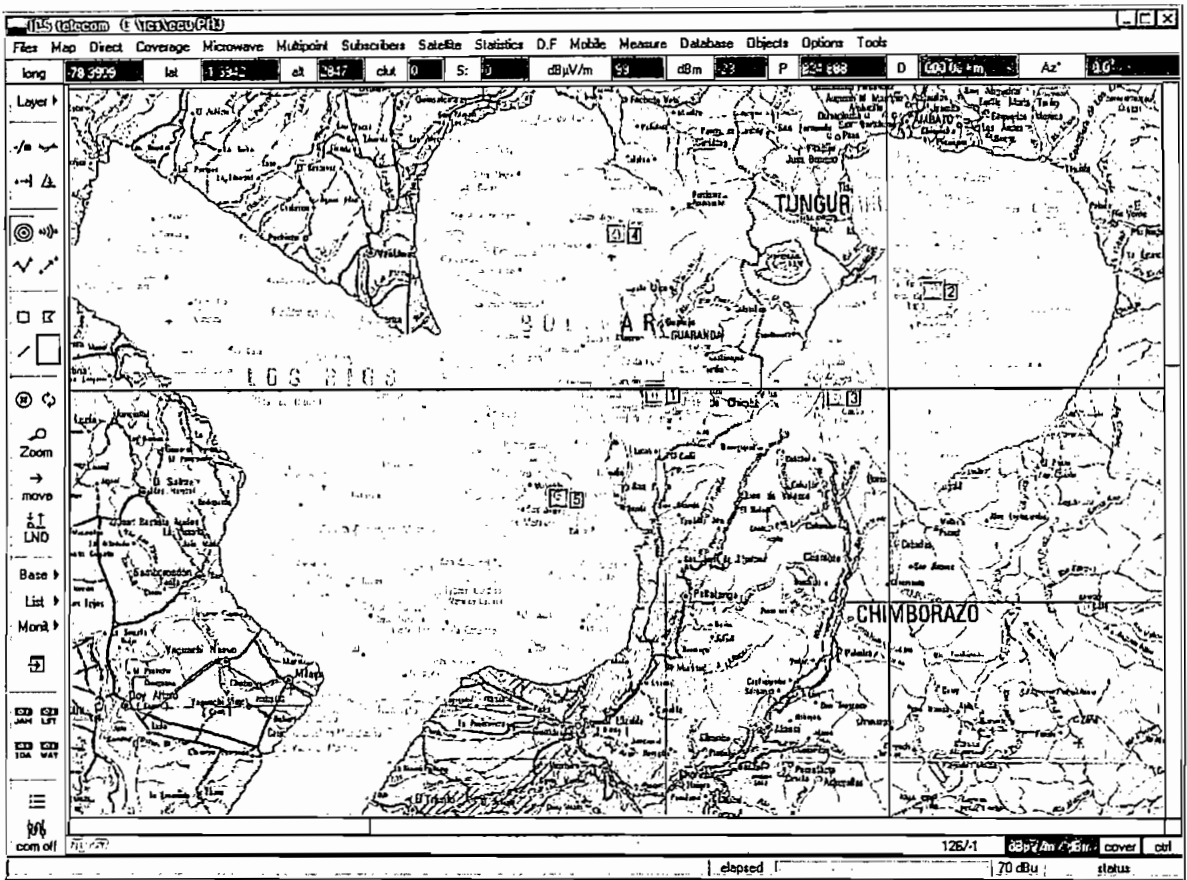


FIG. N°90

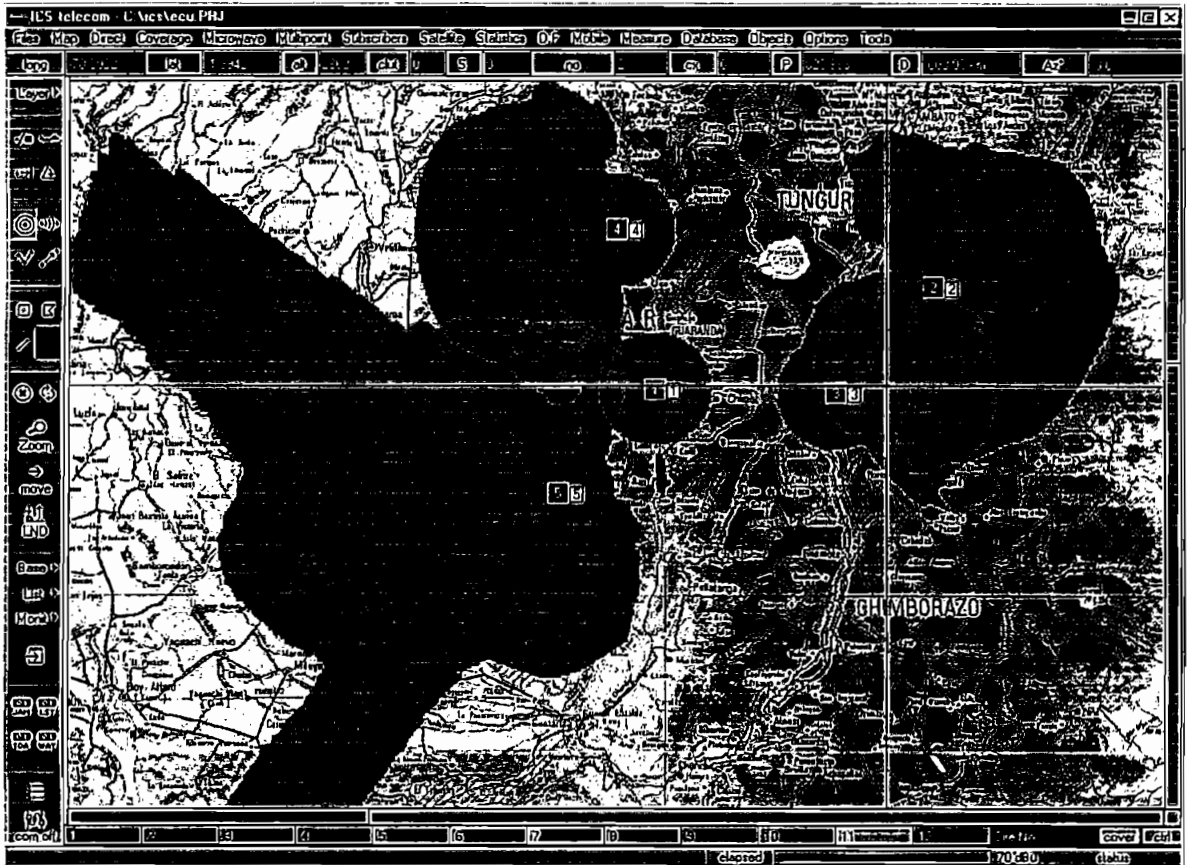


FIG. N°91

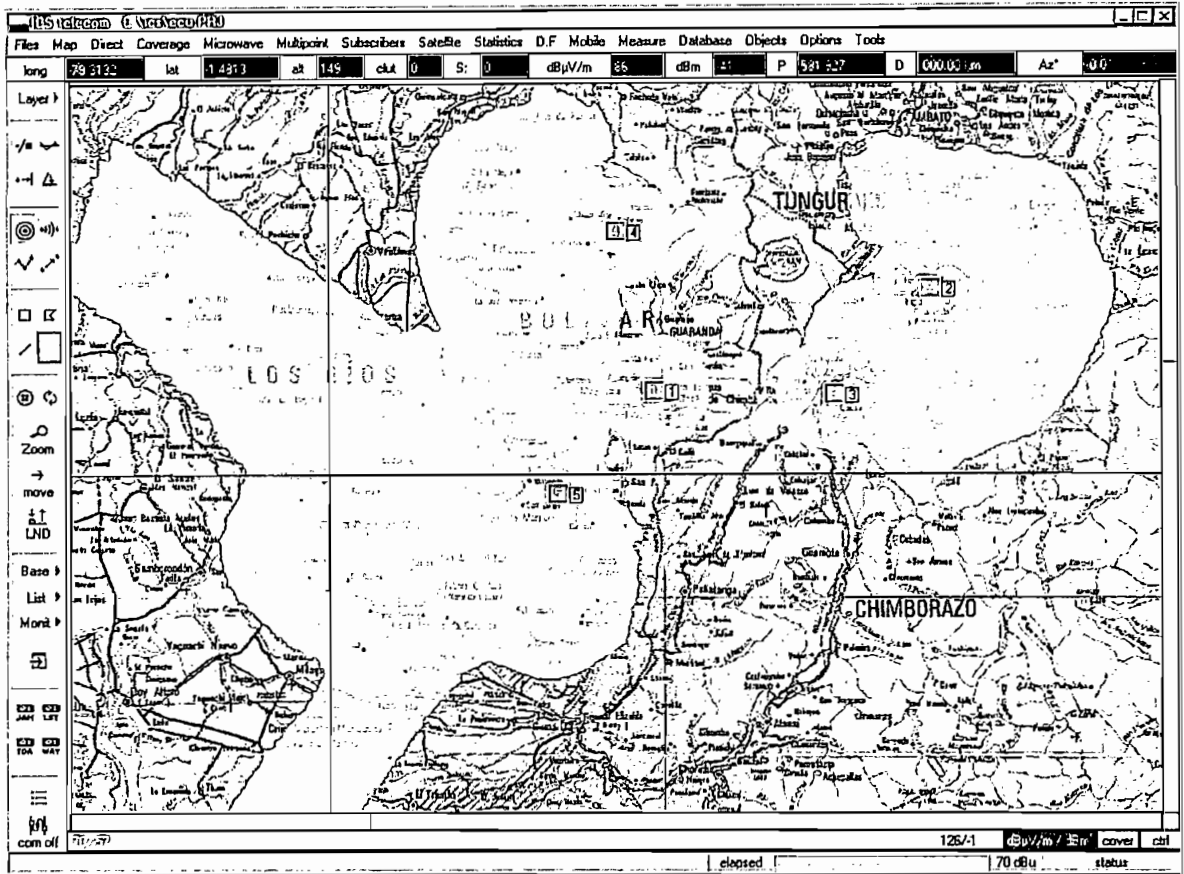


FIG. N°94

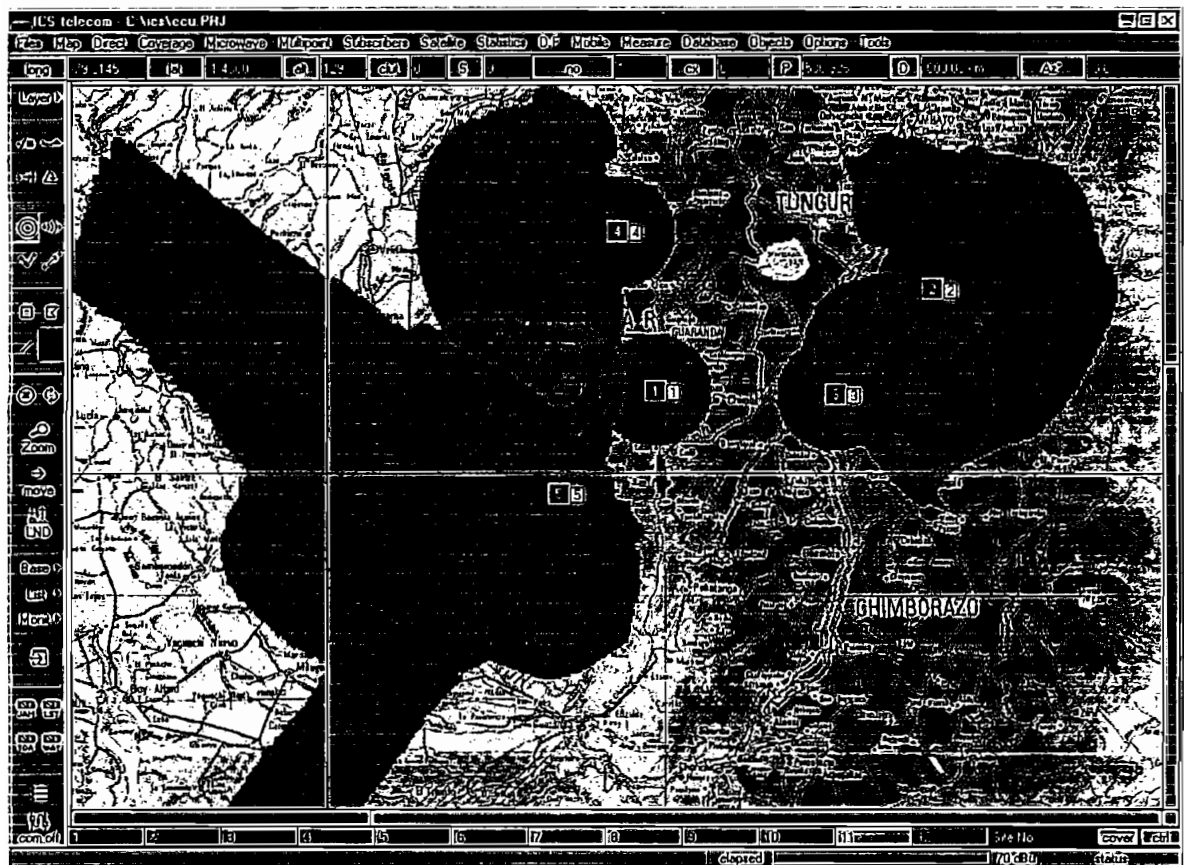
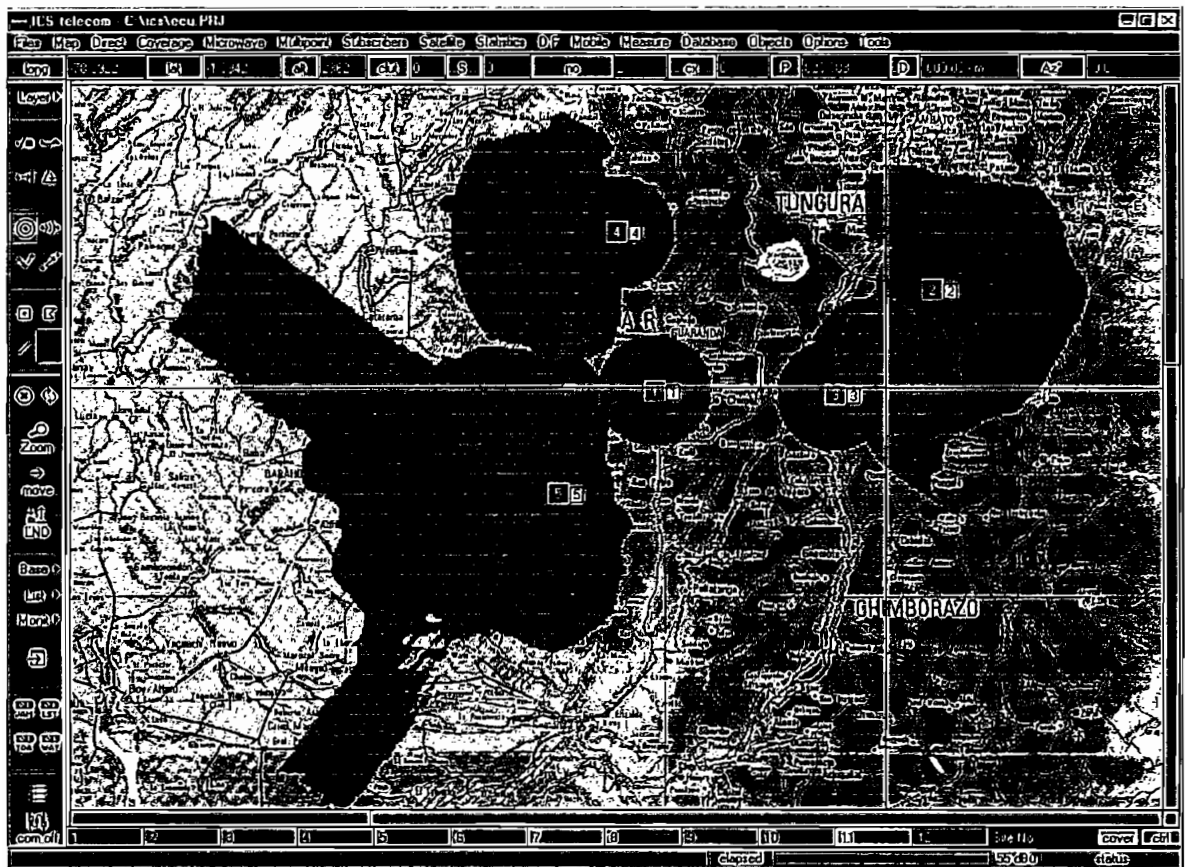
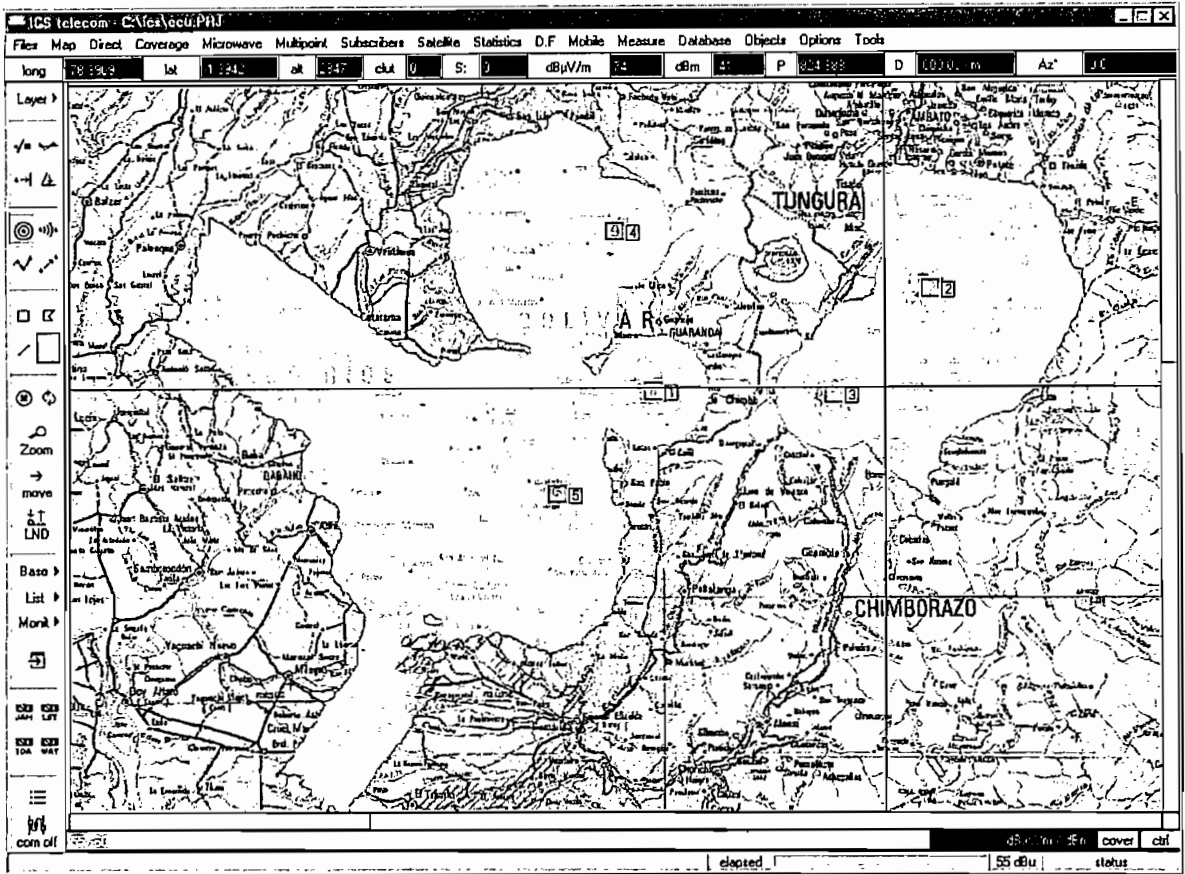


FIG. N°95



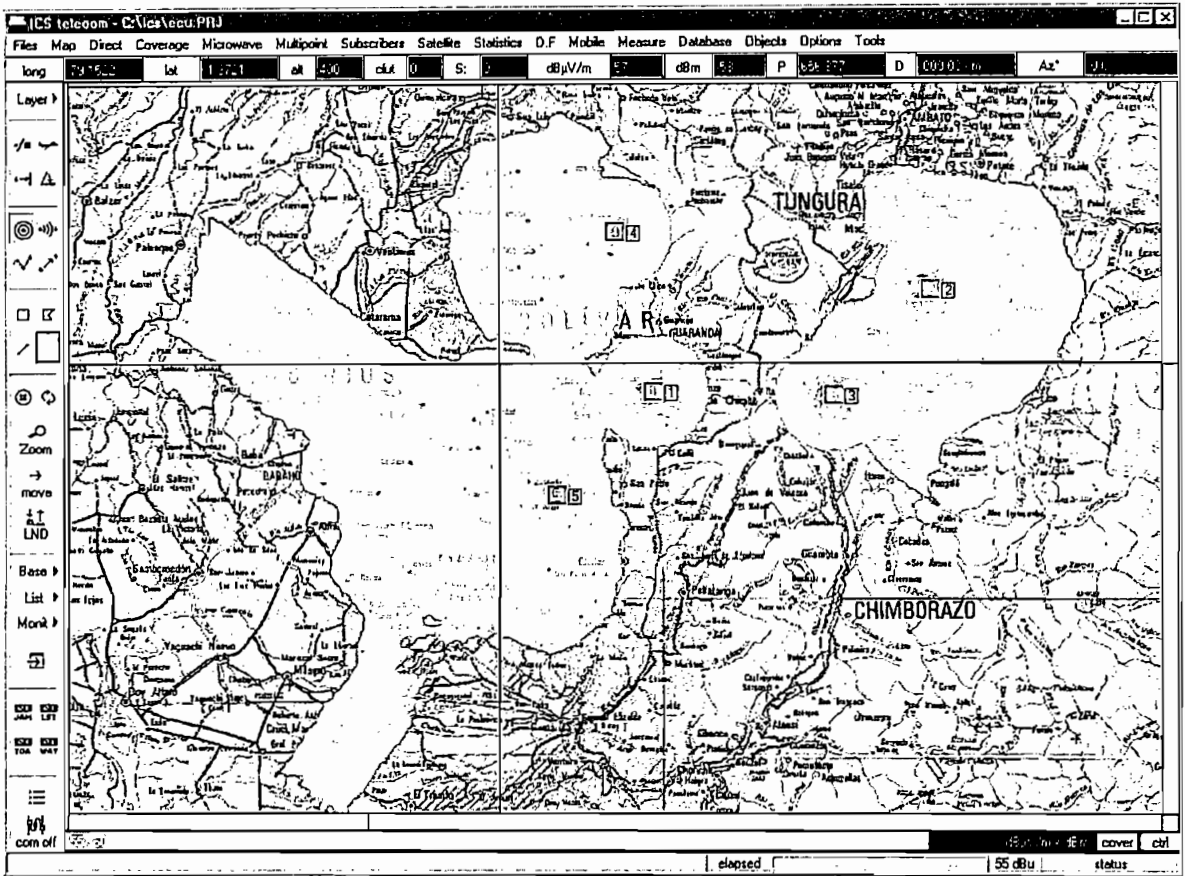


FIG. N°98

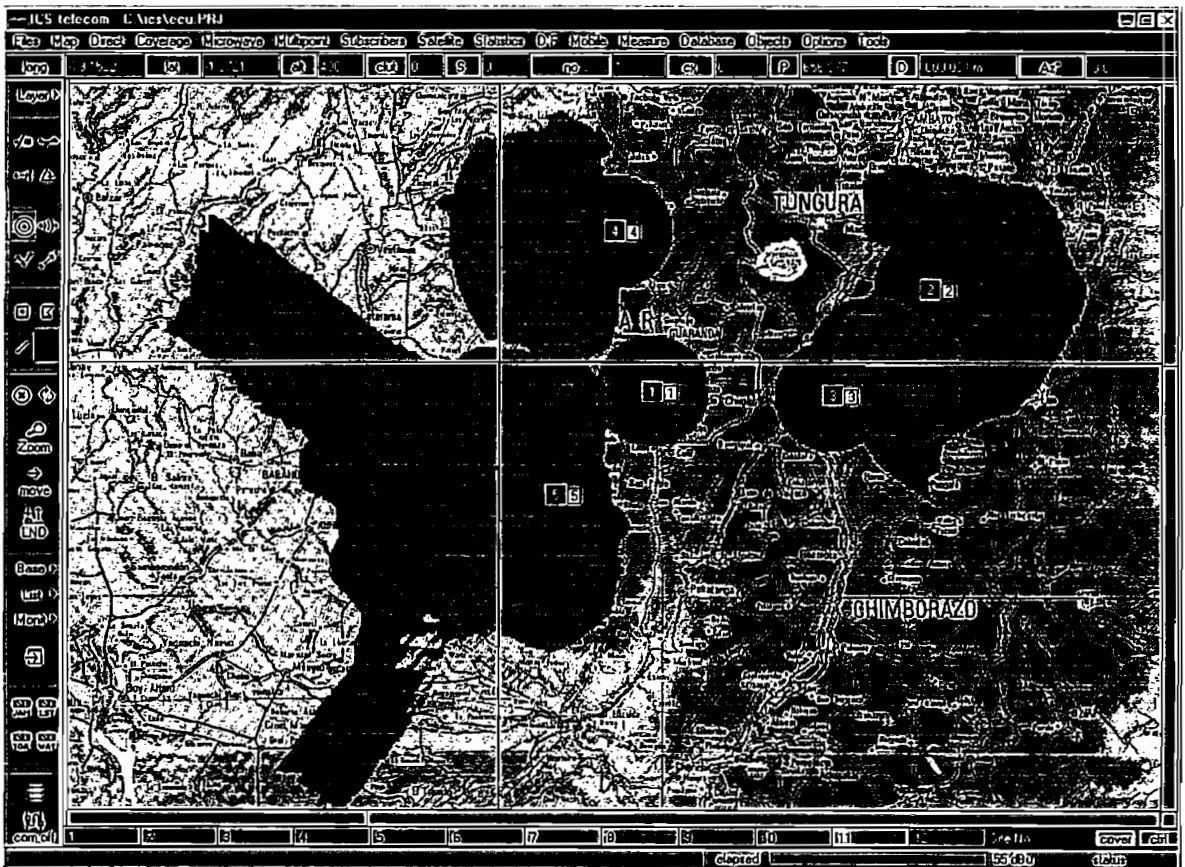


FIG. N°99

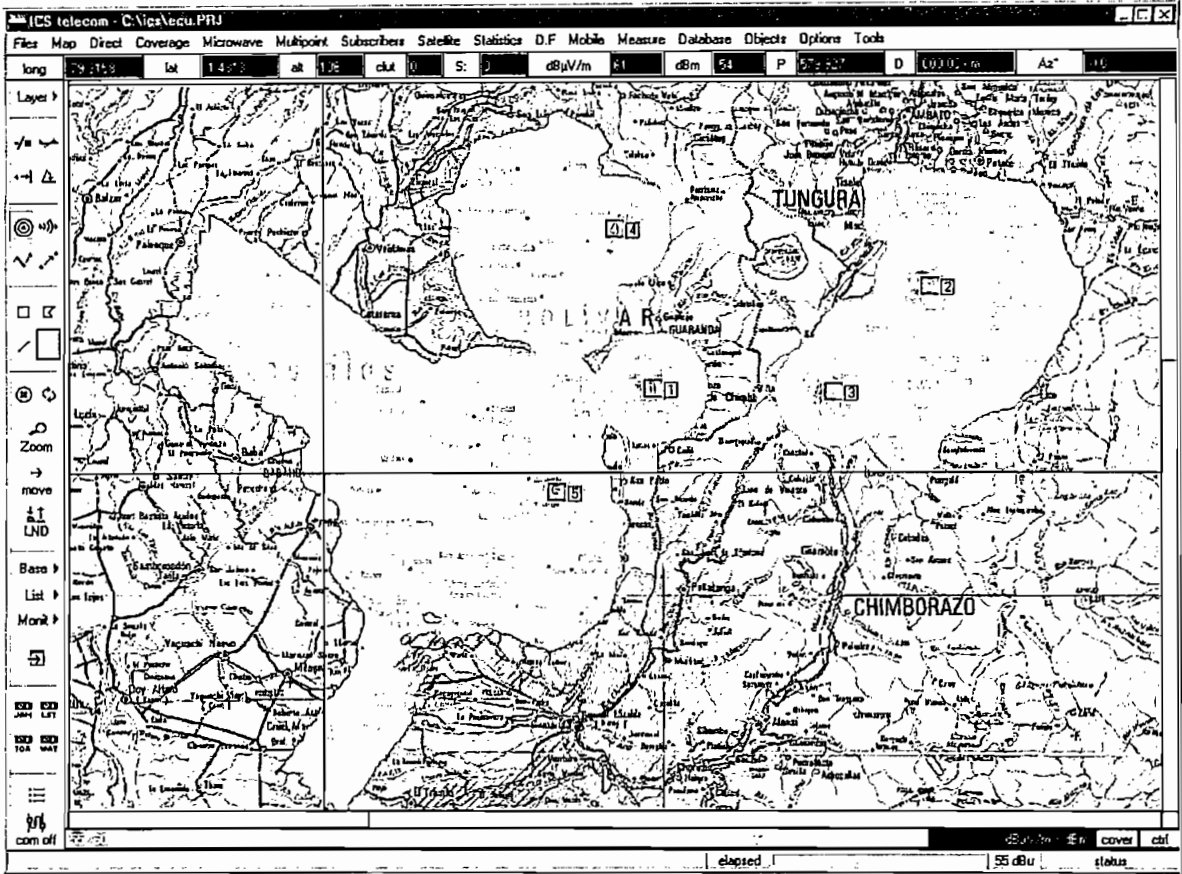


FIG. N°100

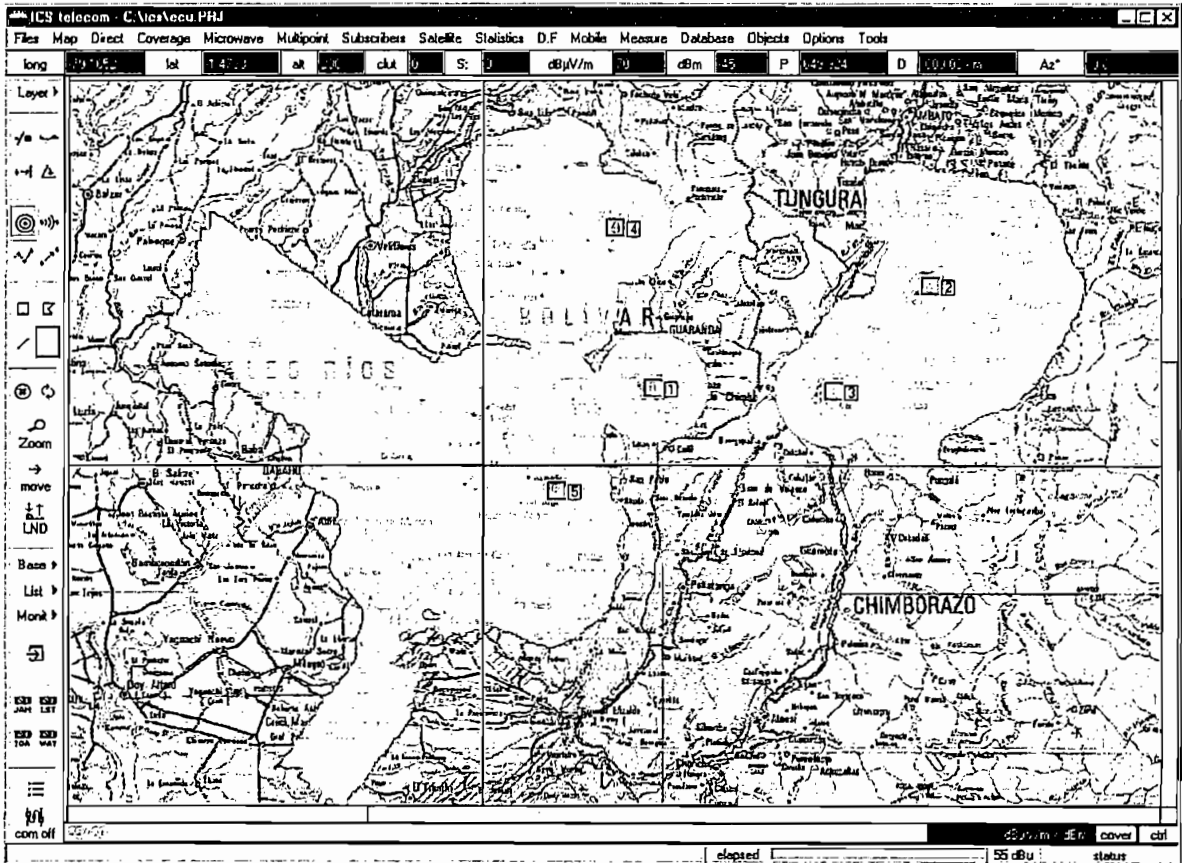


FIG. N°101

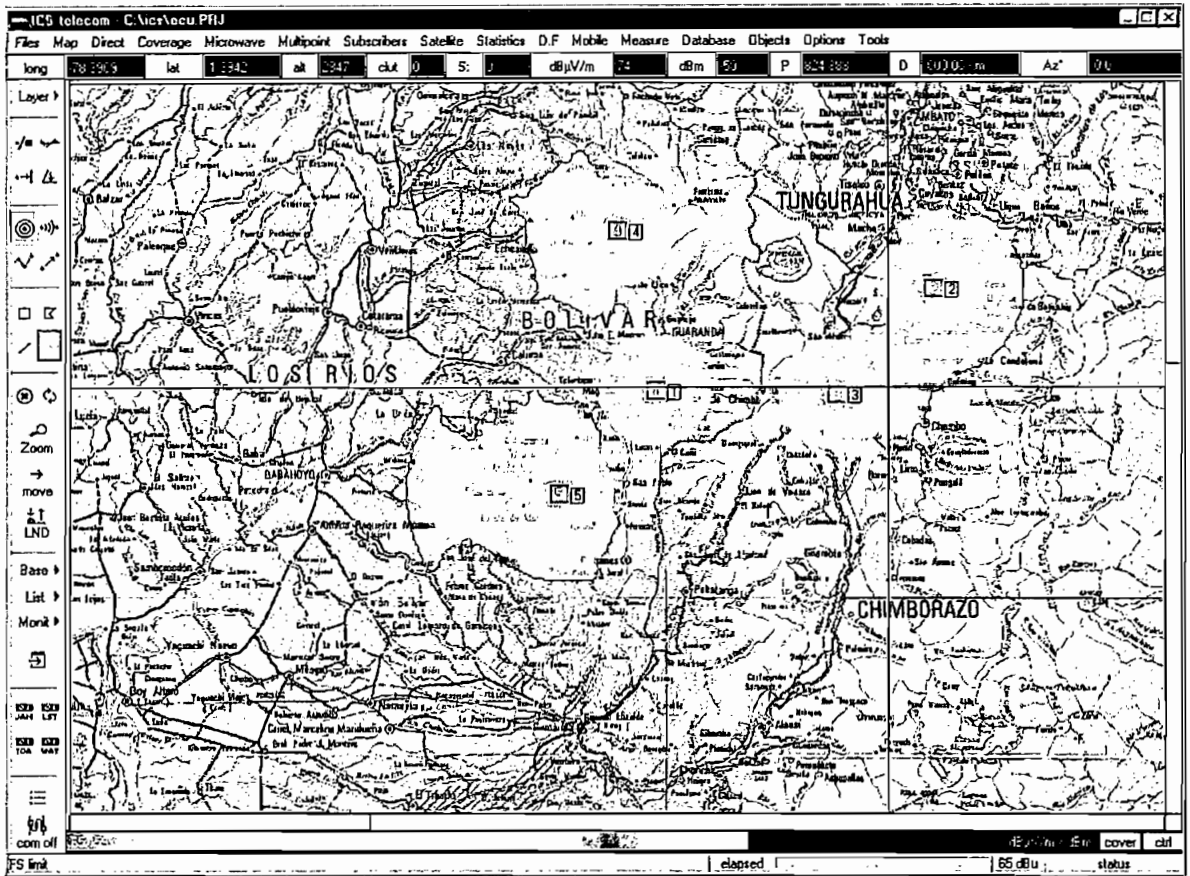


FIG. N°102

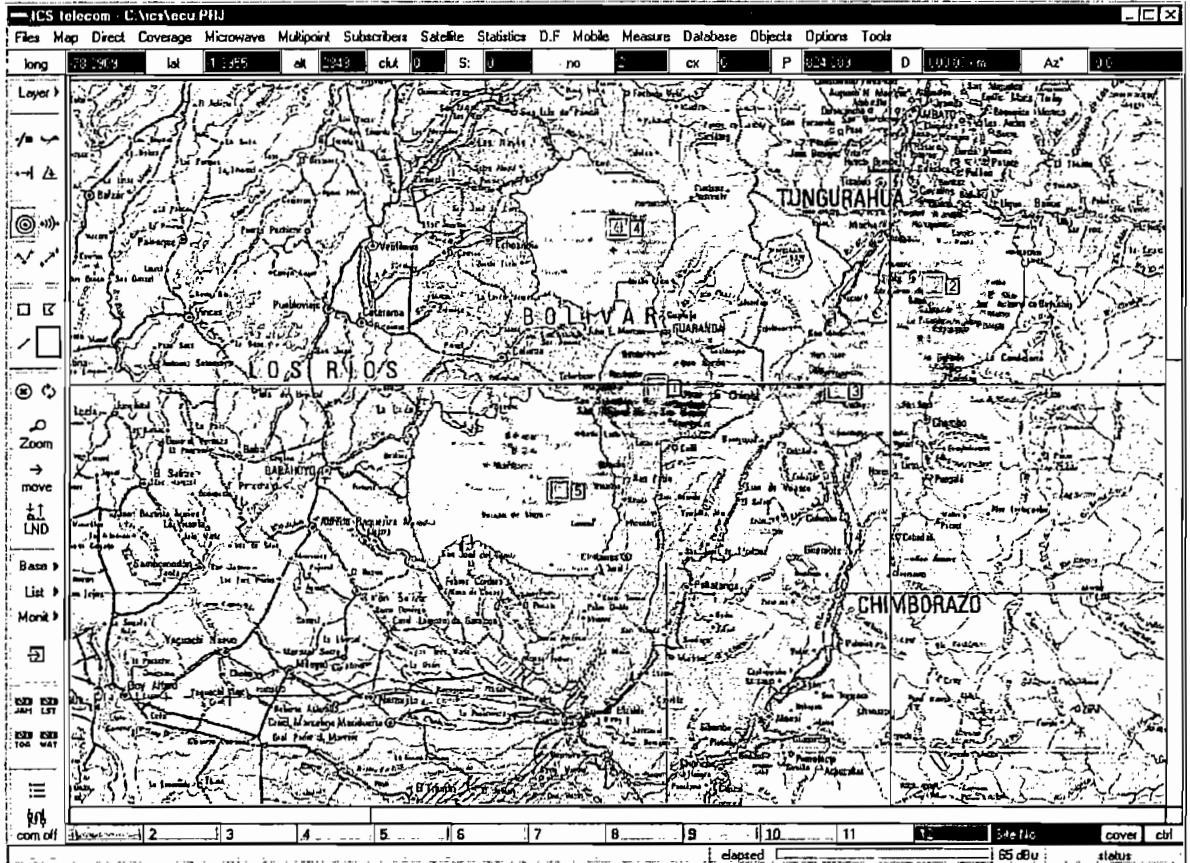


FIG. N°103

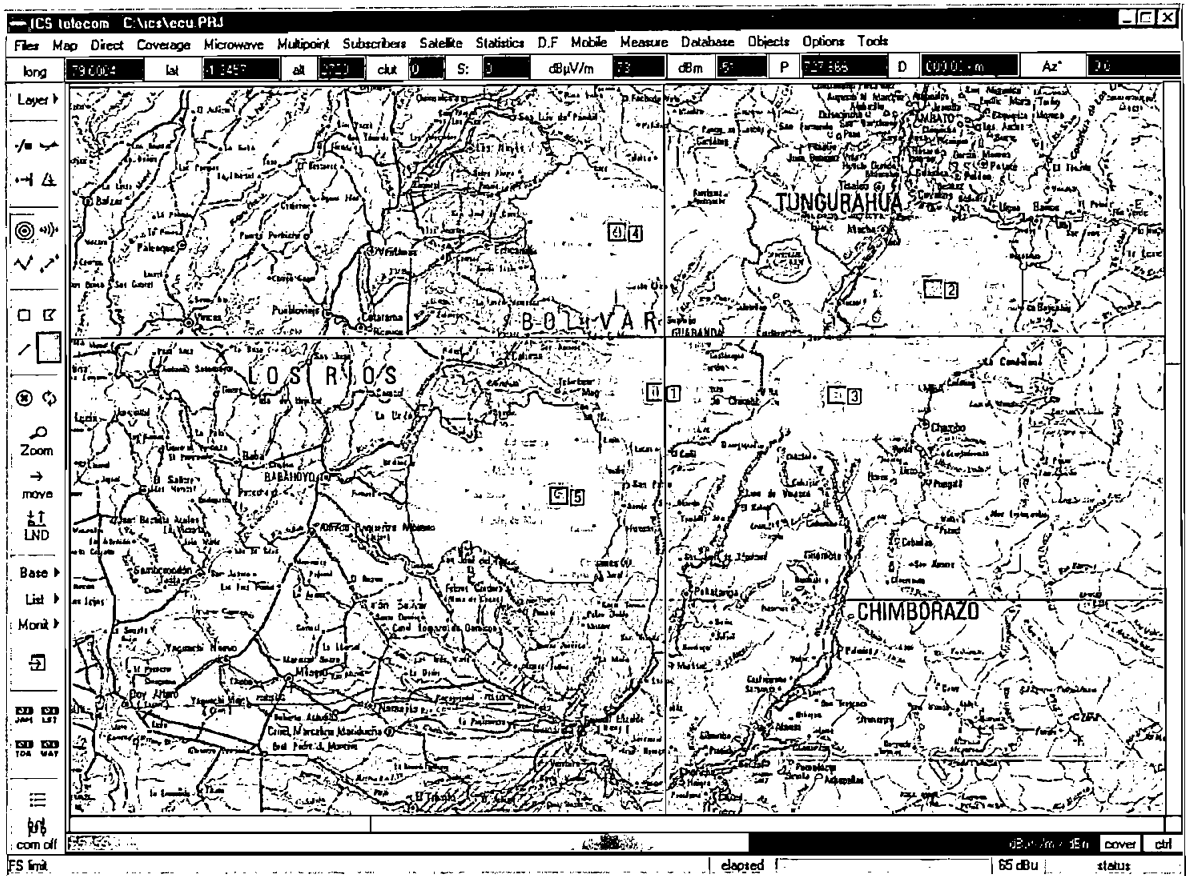


FIG. N°104

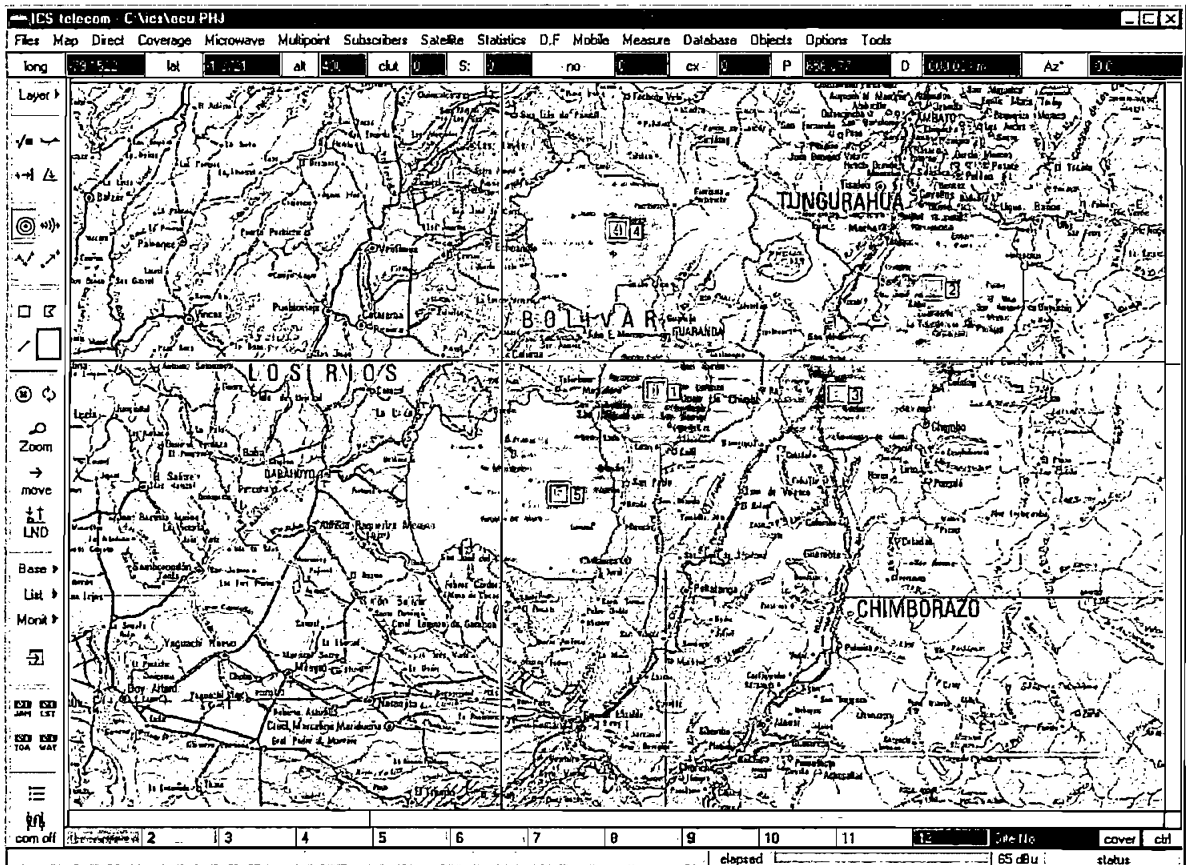


FIG. N°105

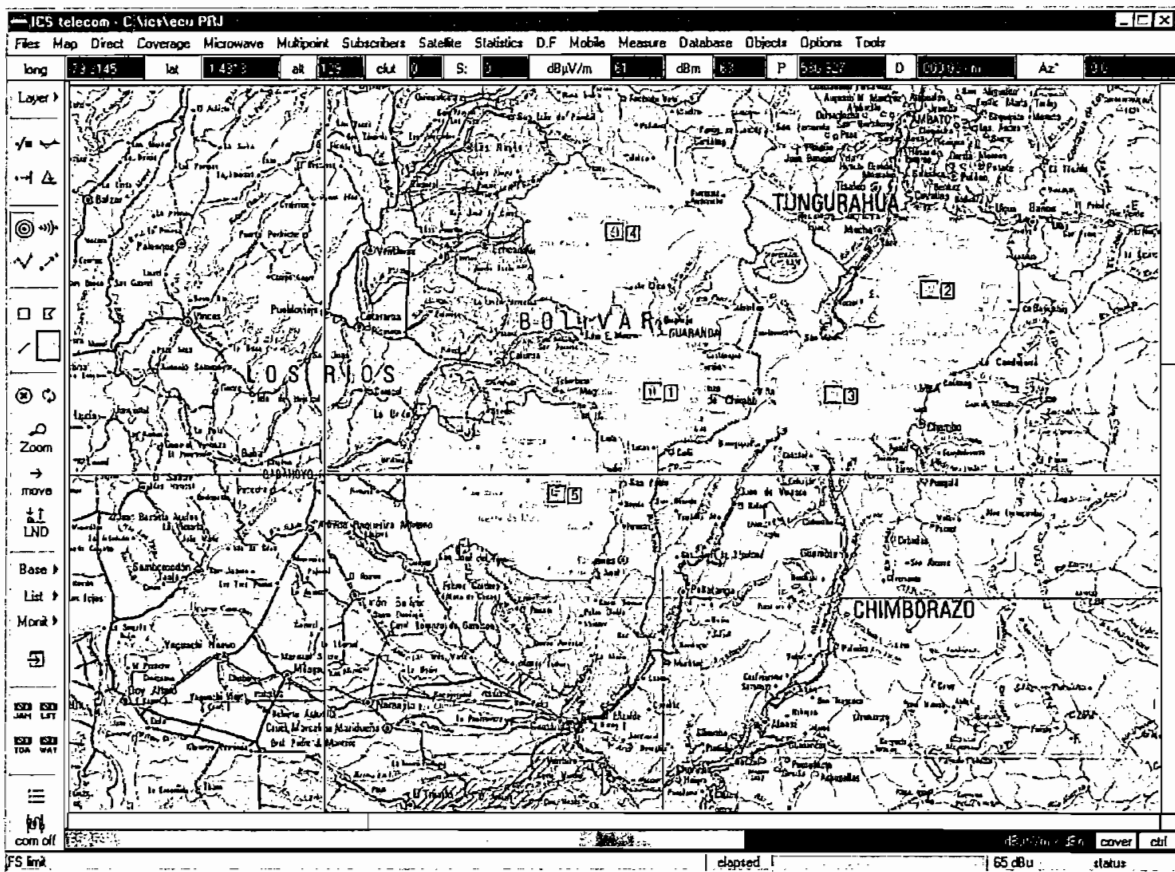


FIG. N°106

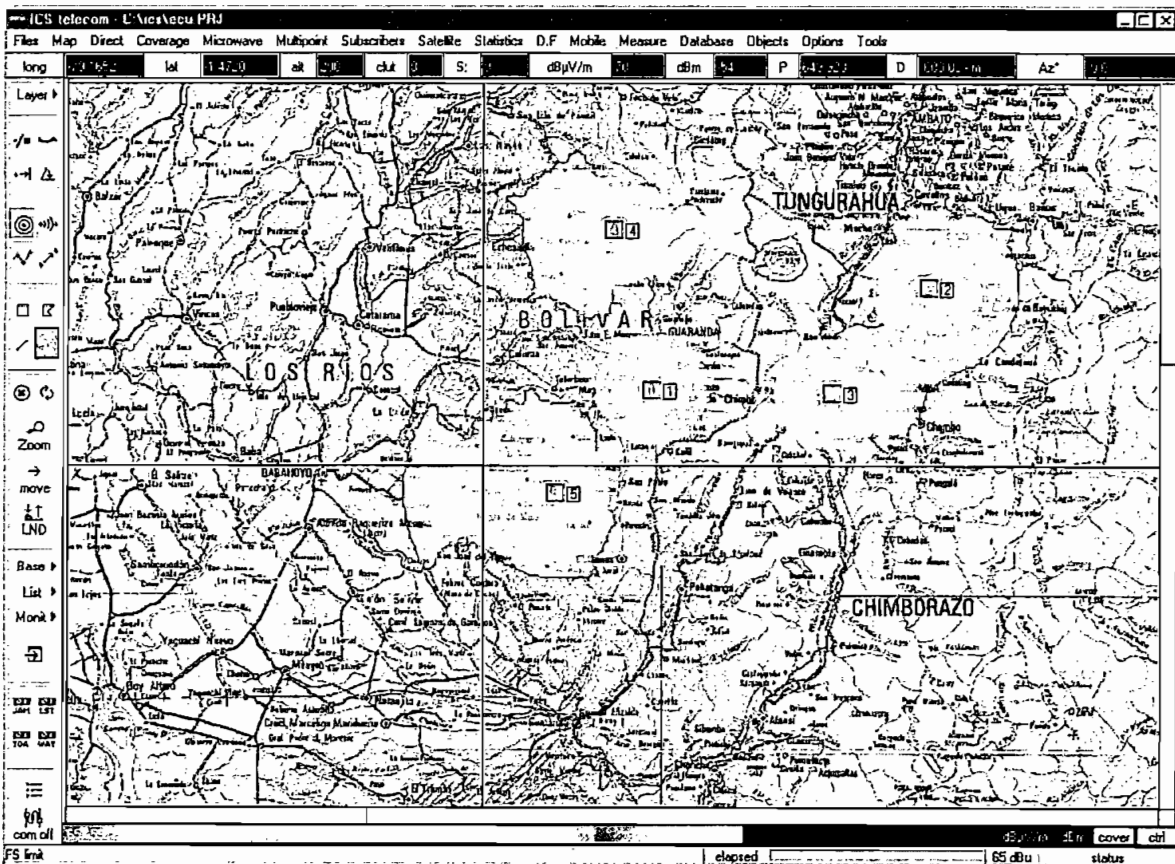


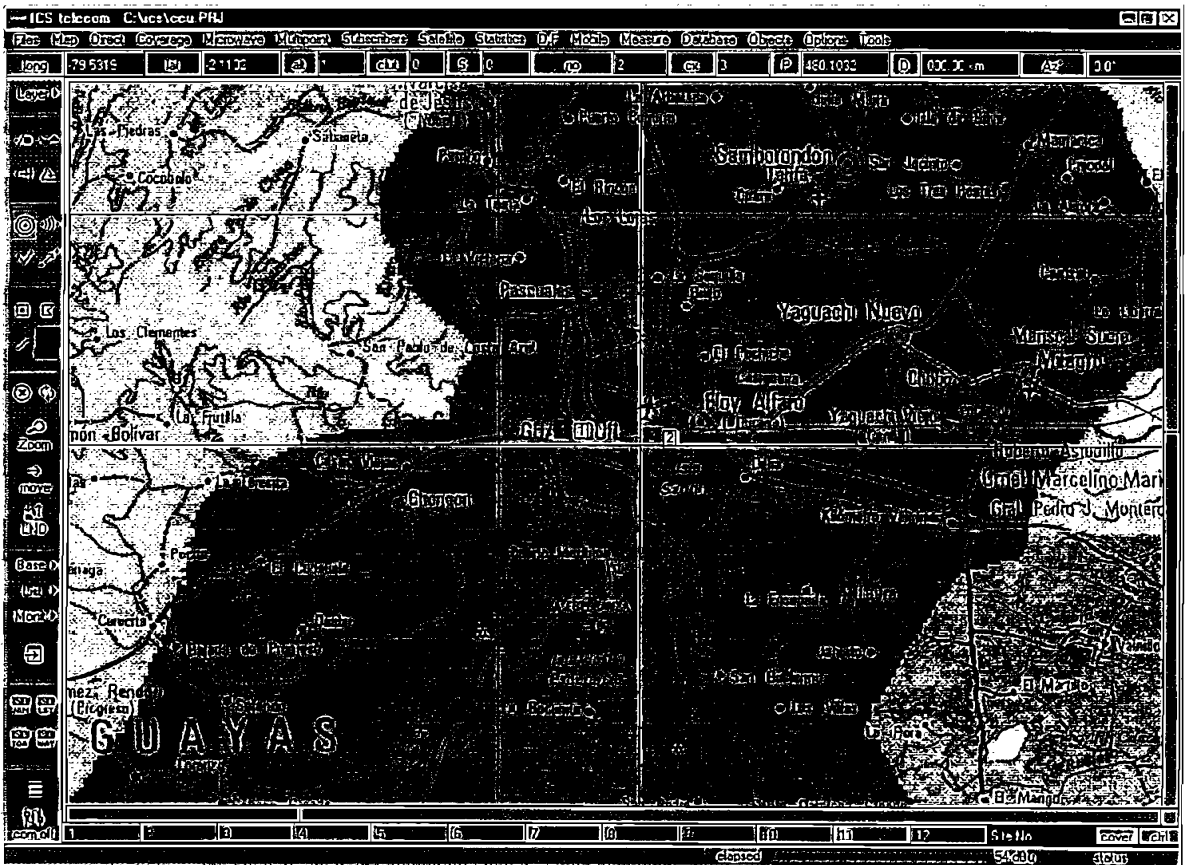
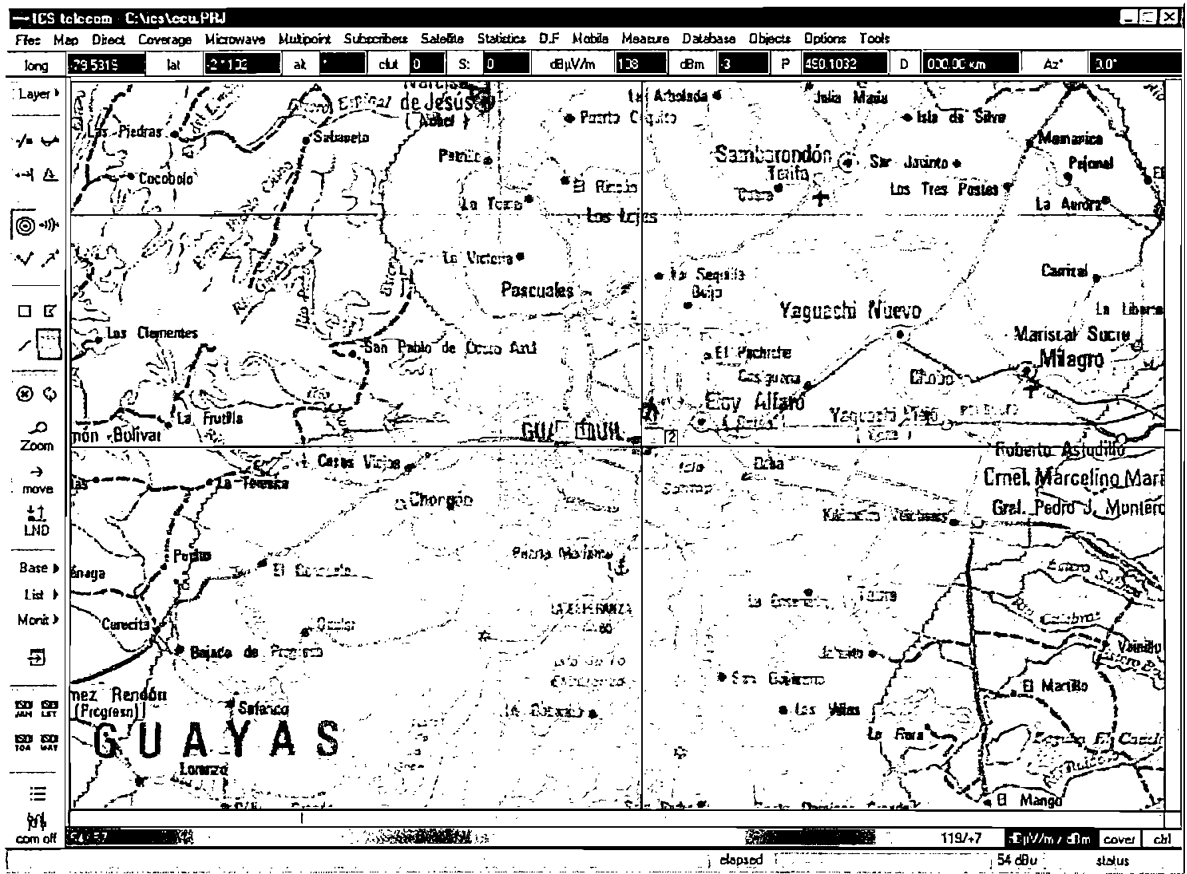
FIG. N°107

Tabla N° A4.19 Parámetros de Simulación.

GUAYAS	Frecuencia (MHz)	Potencia (w)	Altura de las antenas (m)
FIG: 108 – 109	108	1000	10
FIG: 110 – 111			
FIG: 112 – 113			
FIG: 114 – 115	667.750	5000	10
FIG: 116 – 117			
FIG: 118 – 119			

Tabla N° A4.20 Cerros más utilizados en la provincia de Guayas.

Ubicación propuesta para la EMRR.	NOMENCLATURA UTILIZADA	
	NÚMERO	CERRO
LA LIBERTAD	1	AZUL
GUAYAQUIL	2	EL CARMEN
	3	CAPAES
GENERAL VILLAMIL	4	ANIMAS



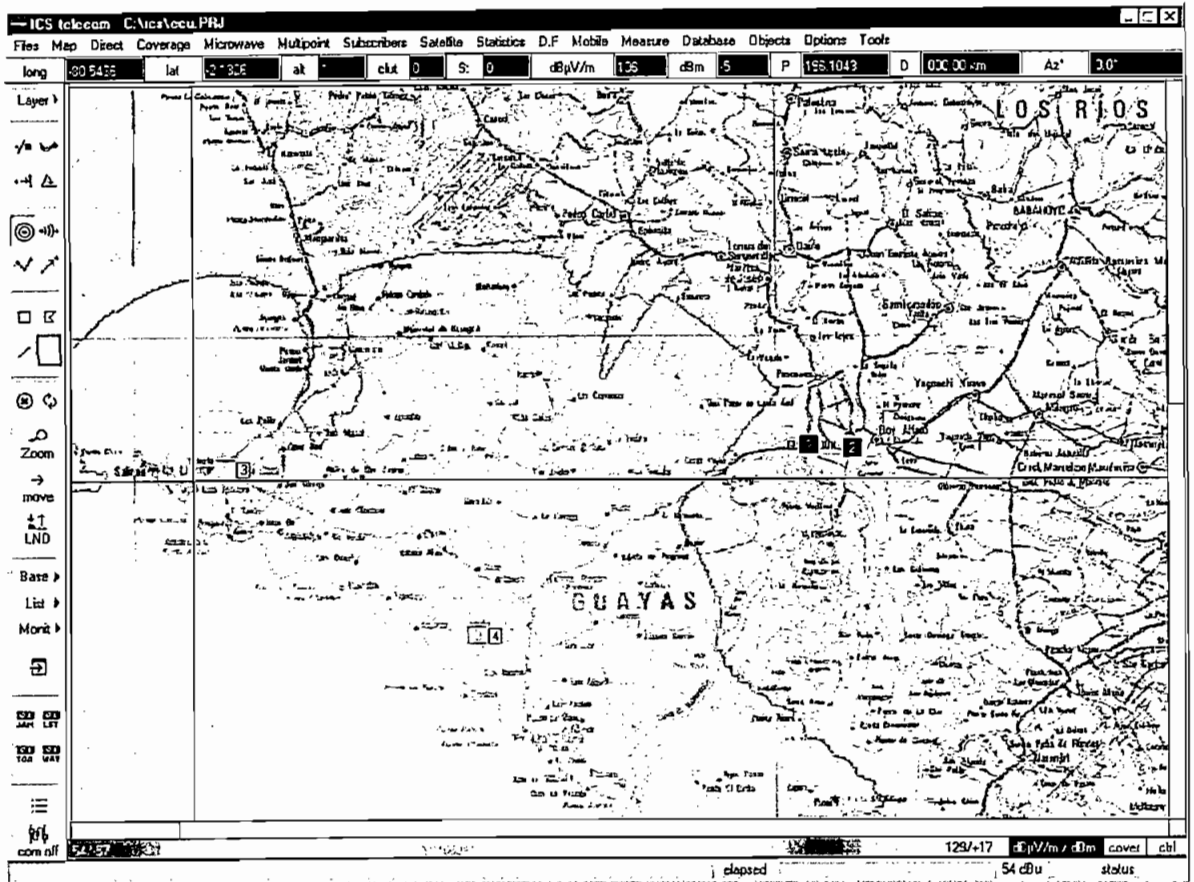


FIG. N°110

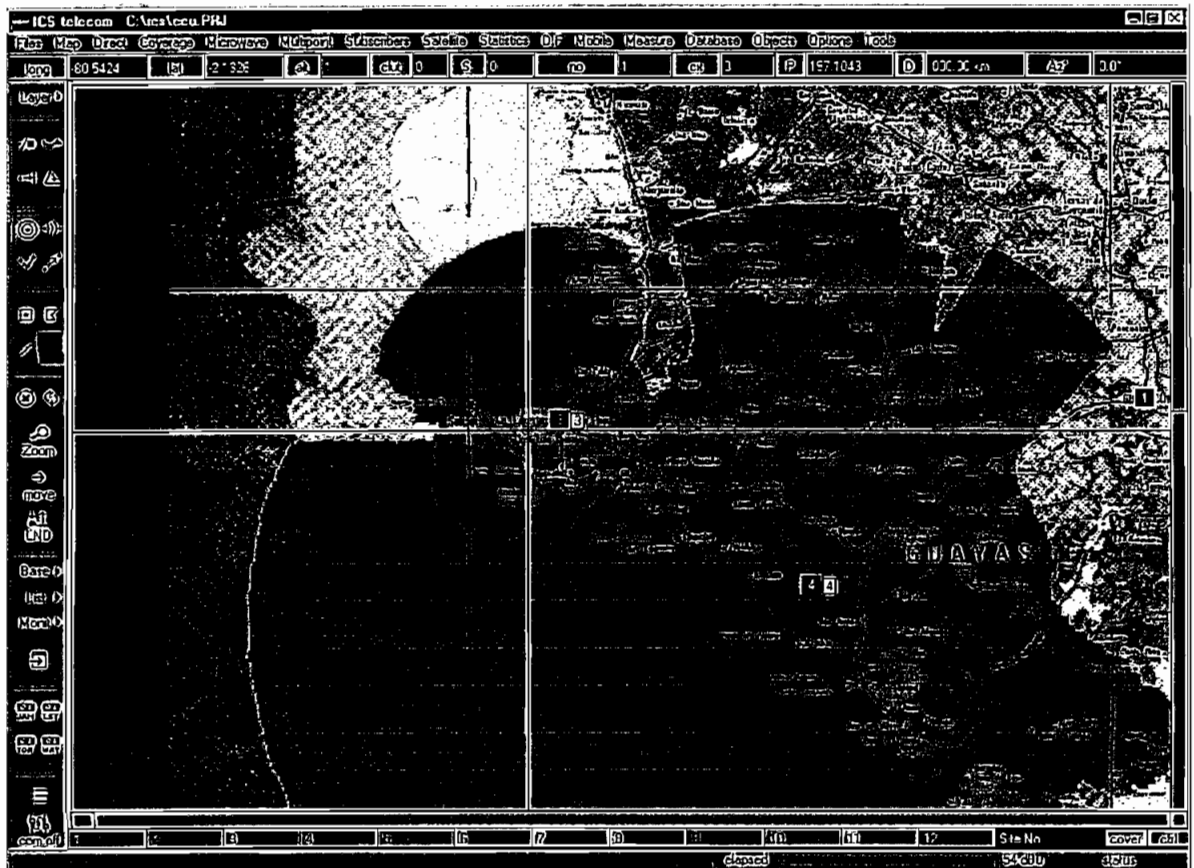


FIG. N°111

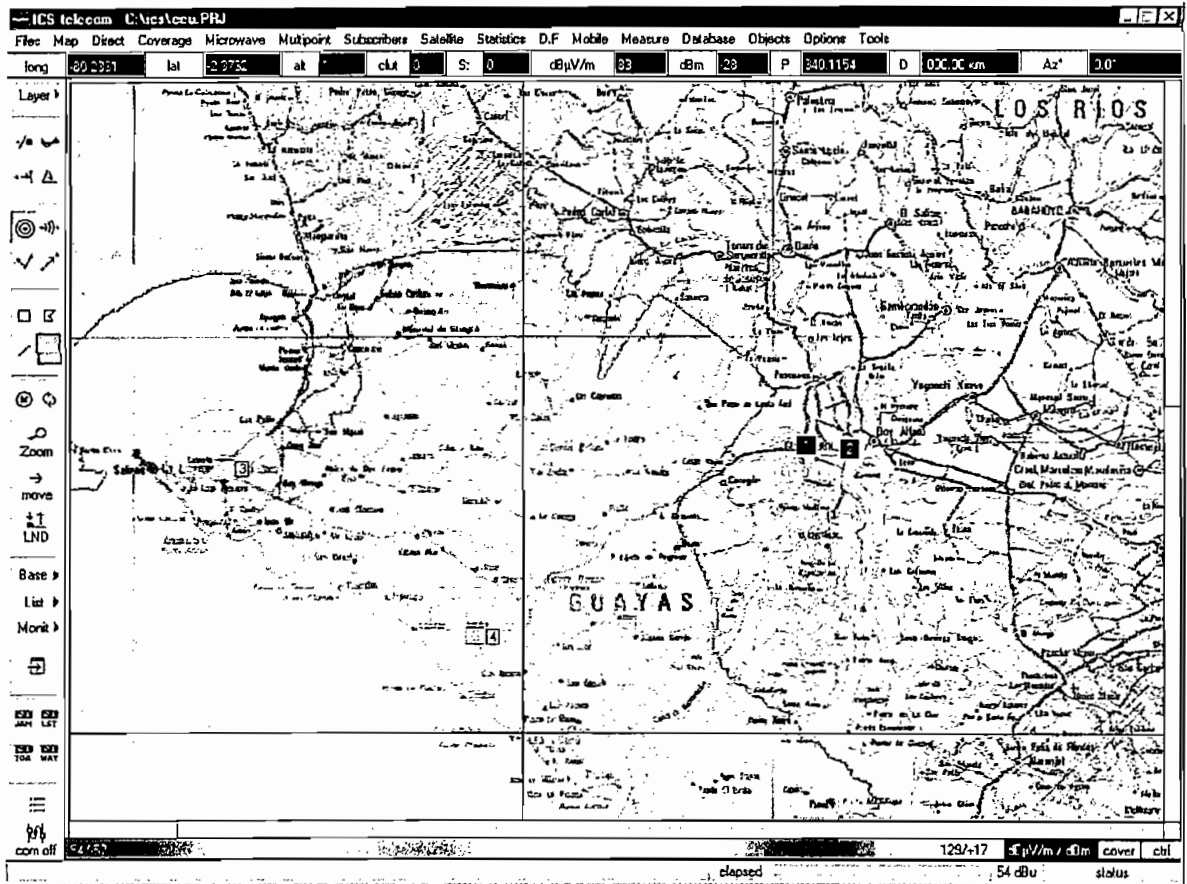


FIG. N°112



FIG. N°113

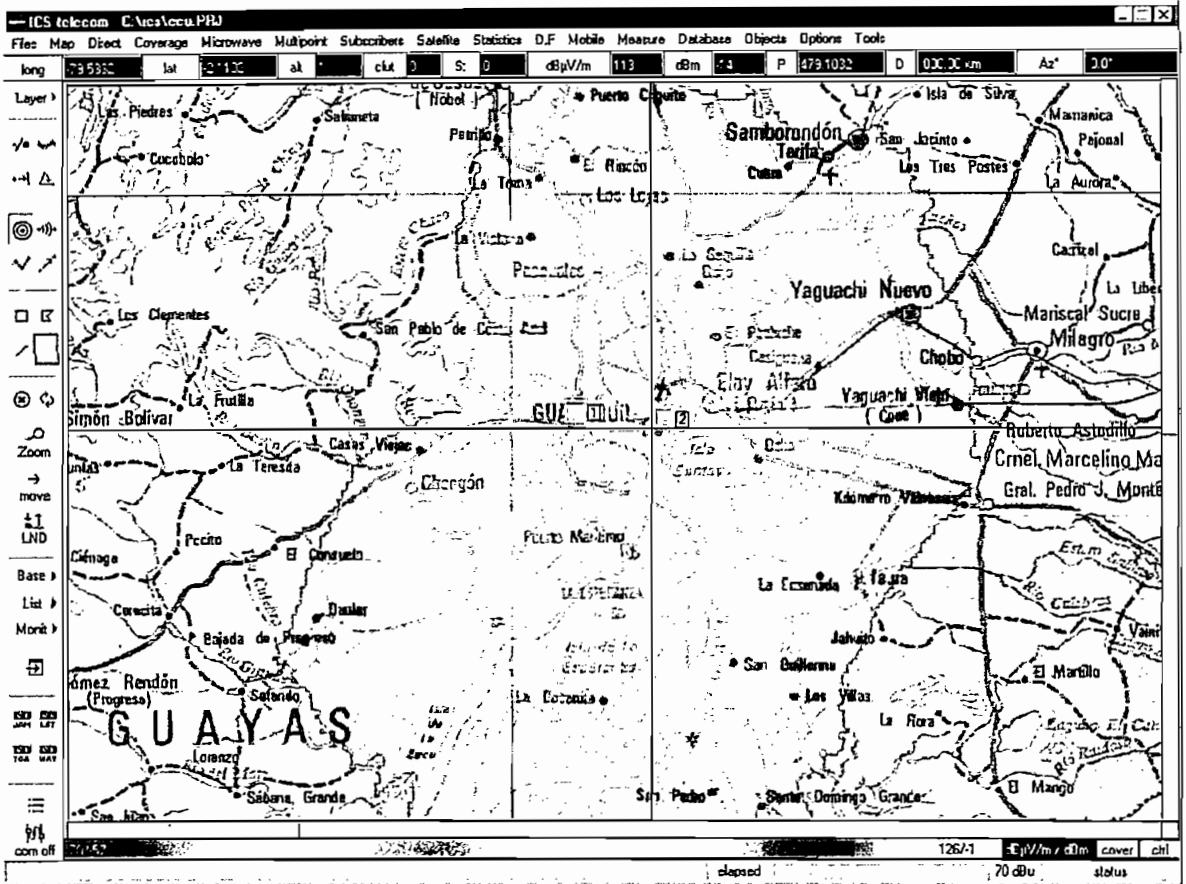


FIG. N°114



FIG. N°115

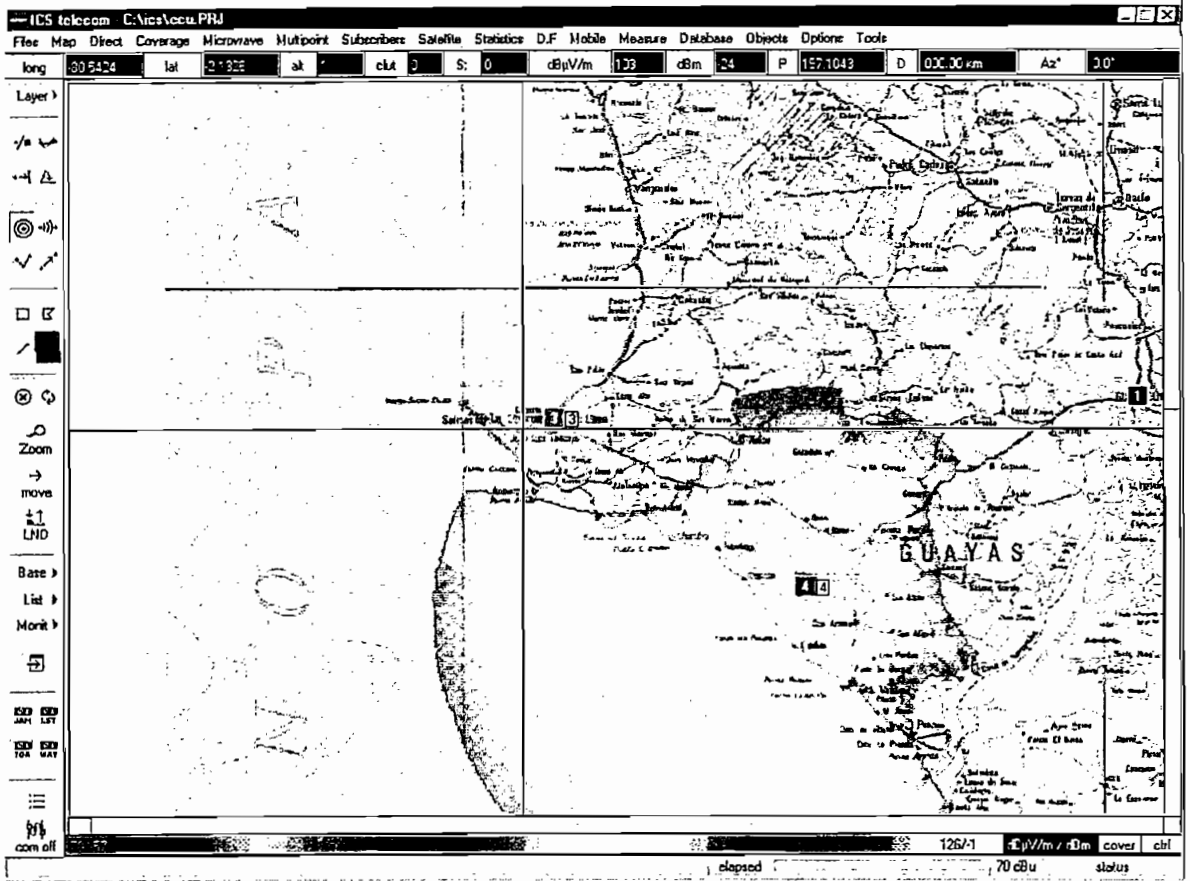


FIG. N°116

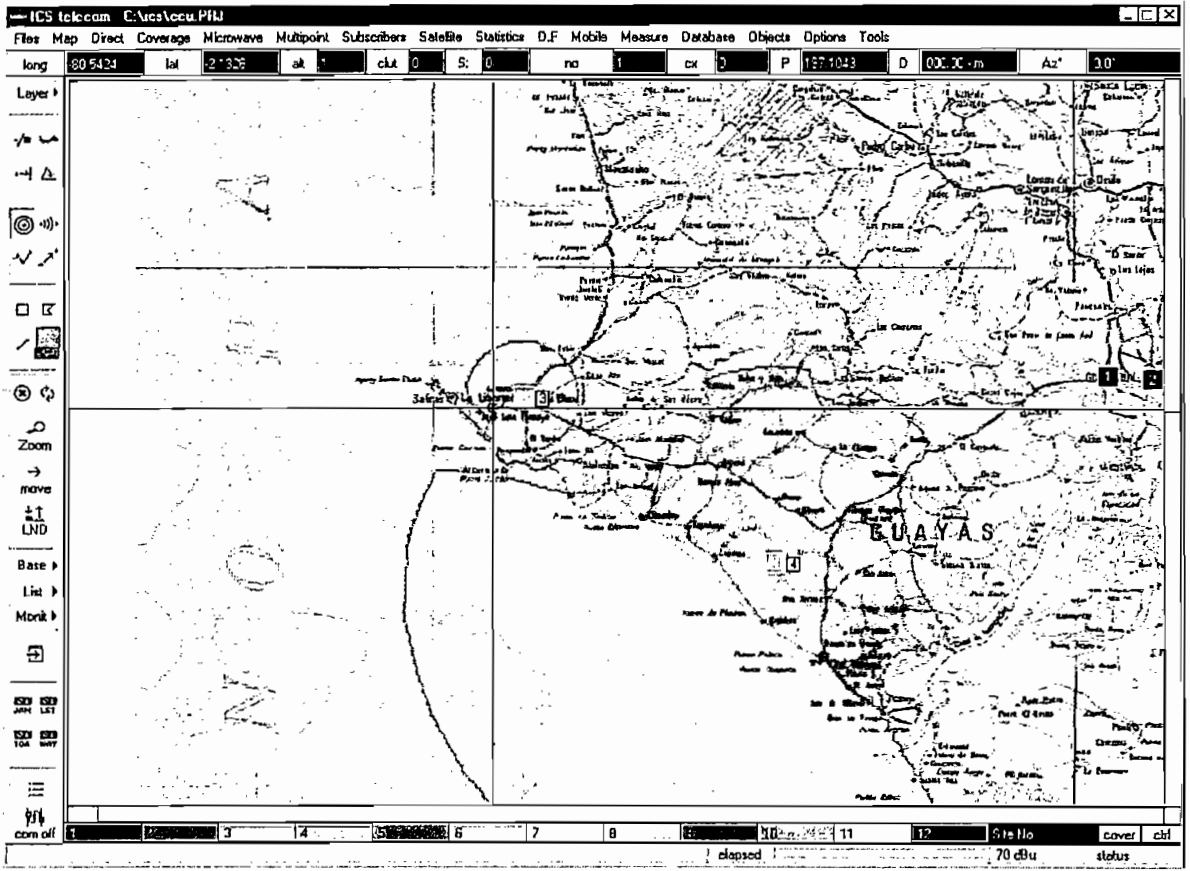


FIG. N°117

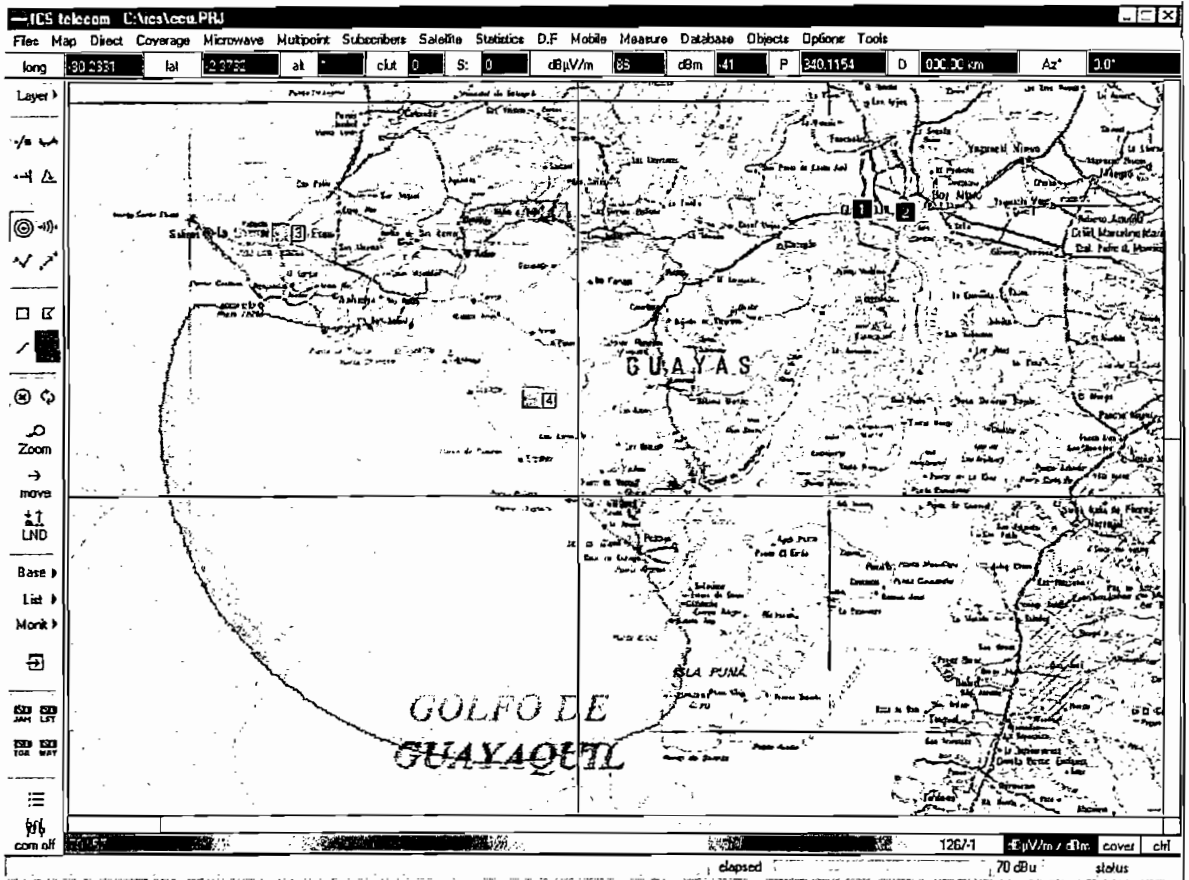


Tabla N° A4.21 Parámetros de Simulación.

CAÑAR Y AZUAY	Frecuencia (MHz)	Potencia (w)	Altura de las antenas (m)
FIG: 120 – 121	108	1000	10
FIG: 122 – 123			
FIG: 124 – 125	174	25	10
FIG: 126 – 127			
FIG: 128 – 129	512	25	10
FIG: 130 – 131	667.750	5000	10

Tabla N° A4.22 Cerros más utilizados en las provincias de Cañar y Azuay.

Ubicación propuesta para la EMRR.	NOMENCLATURA UTILIZADA	
	NÚMERO	CERRO
CUENCA	1	BUERAN
	2	COJITAMBO
AZOGUES	3	GUGUALZHUMI
	4	TURI
GIRON	5	TIPOLOMA
	6	VILLAFLOR

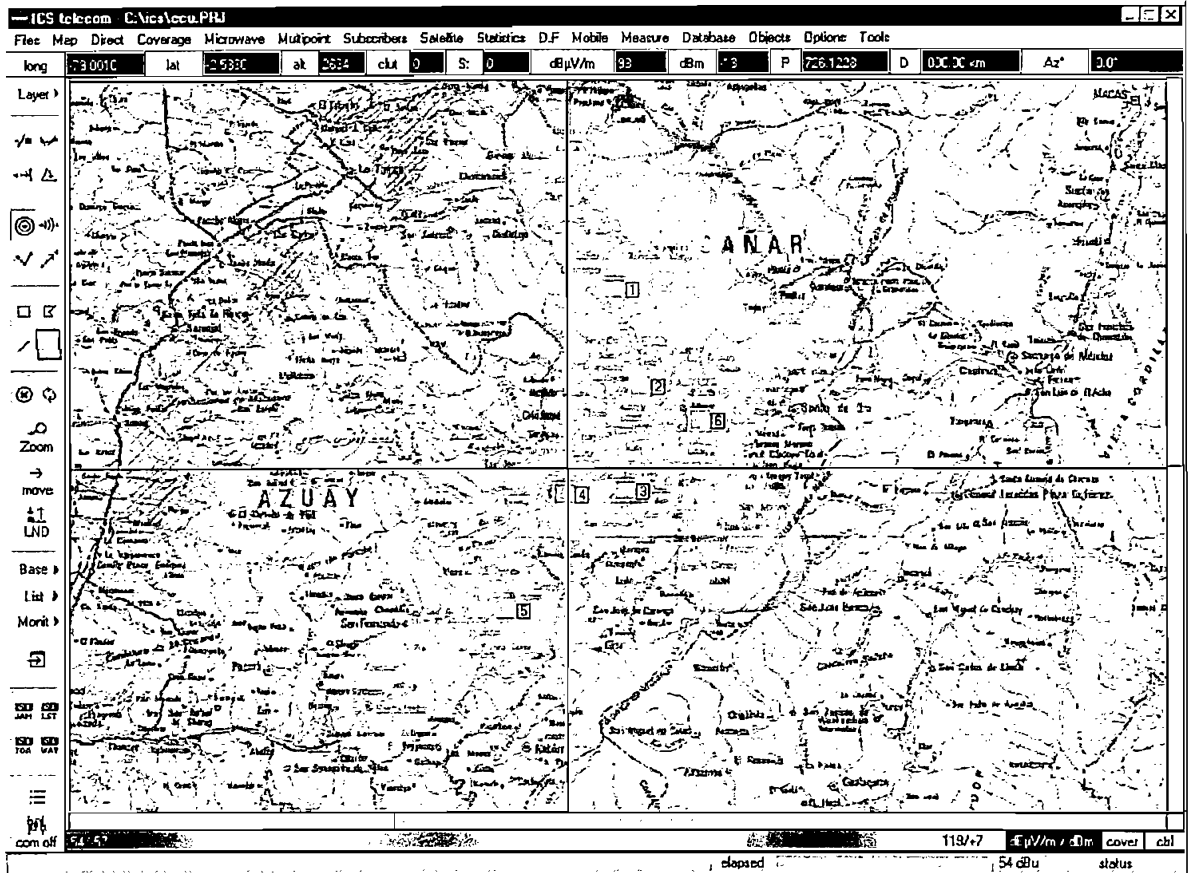


FIG. N°120

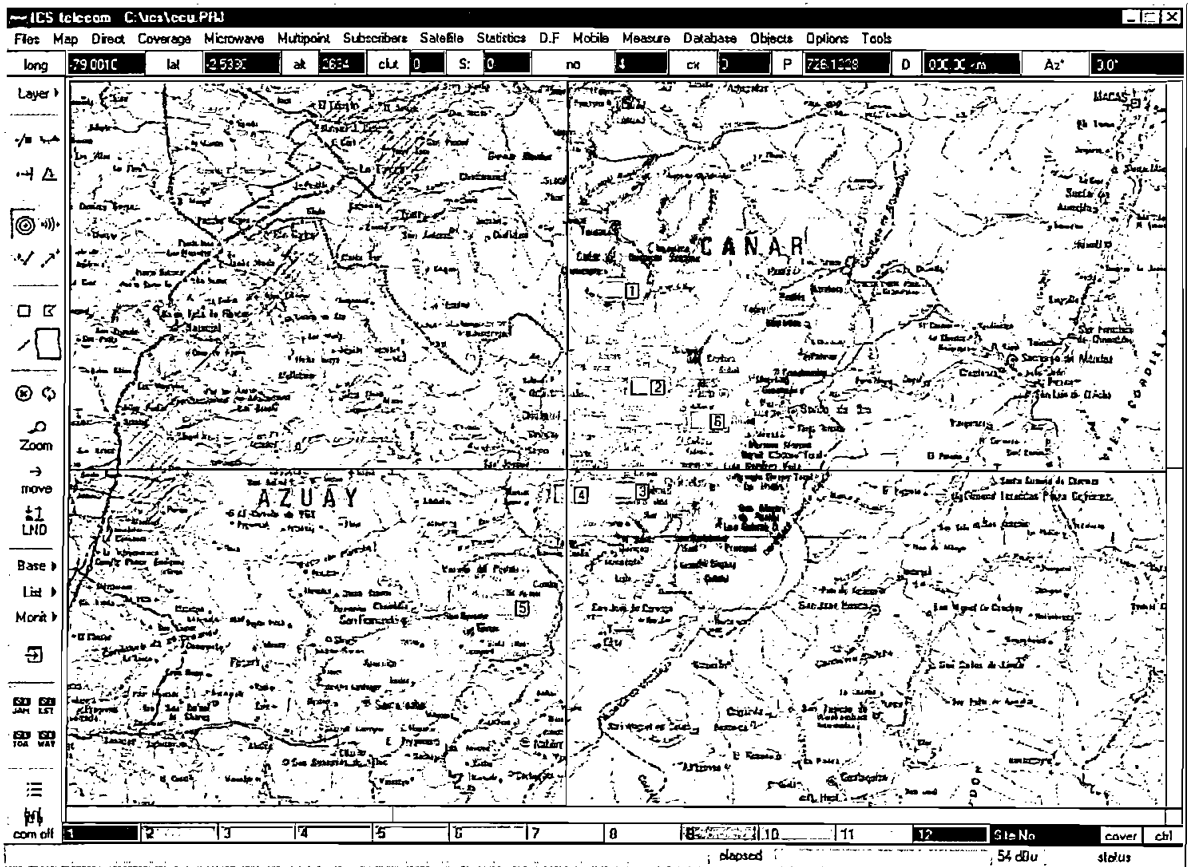
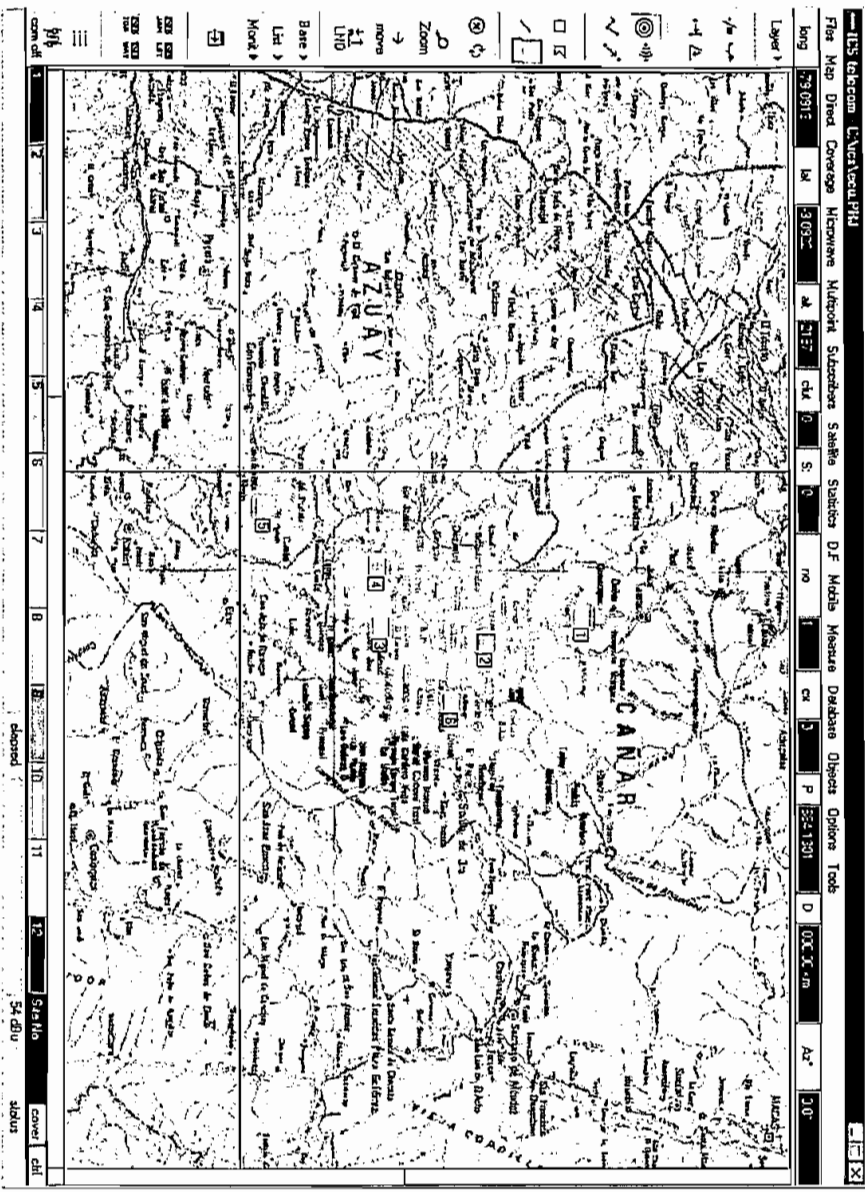
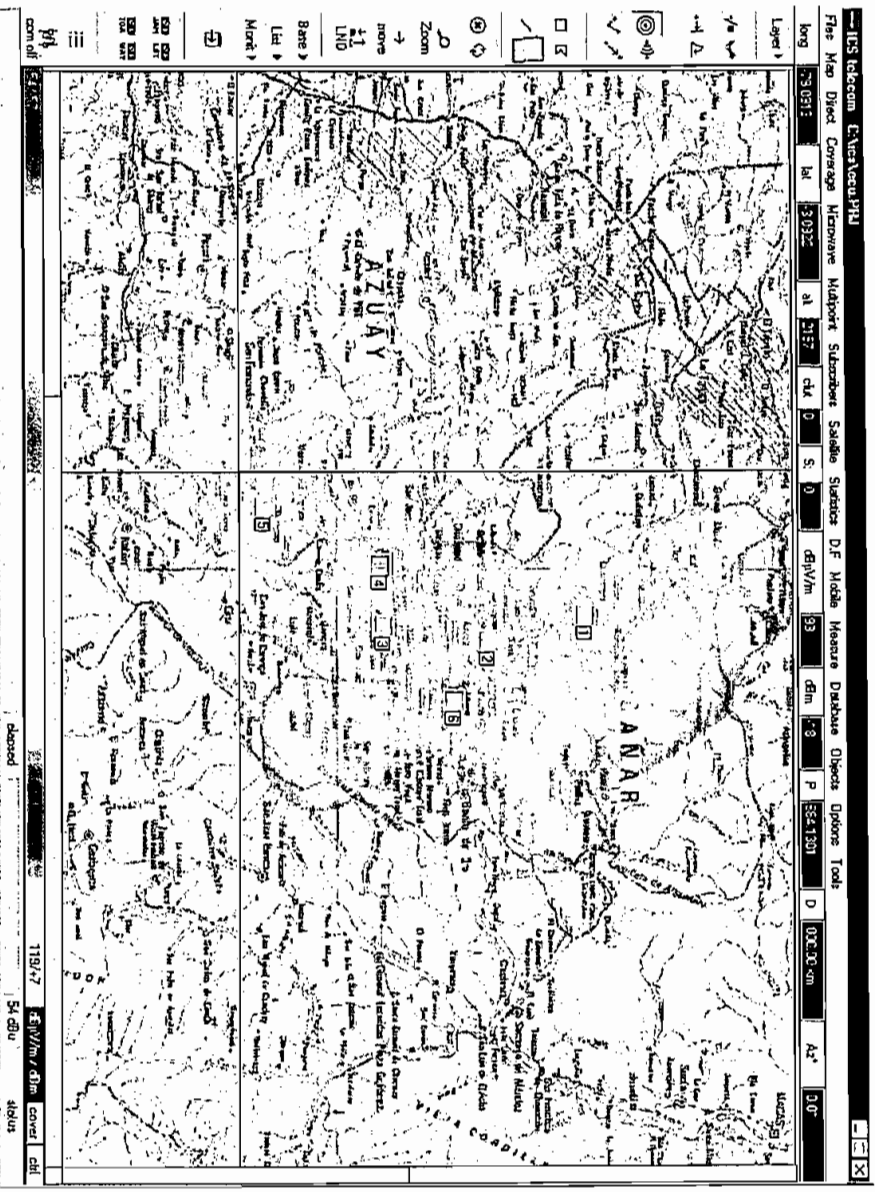


FIG. N°121



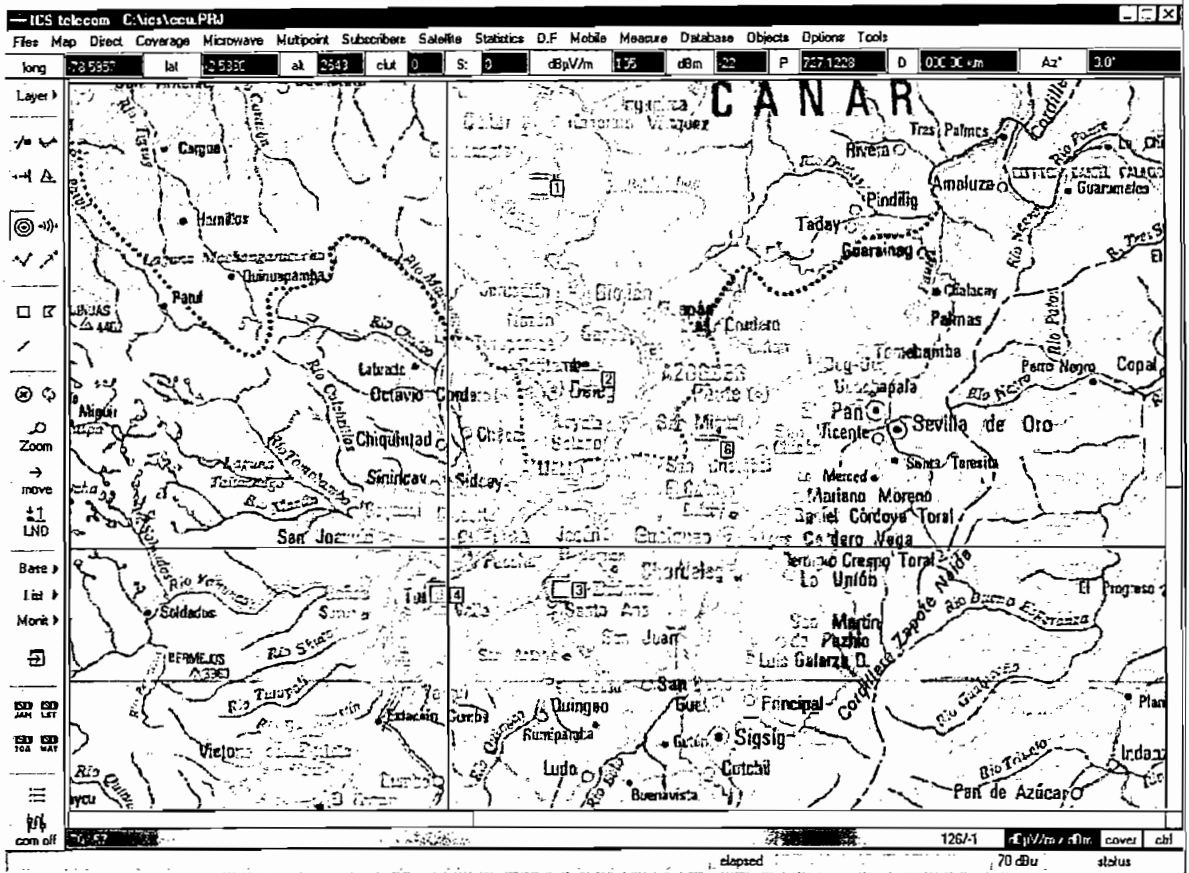


FIG. N°124

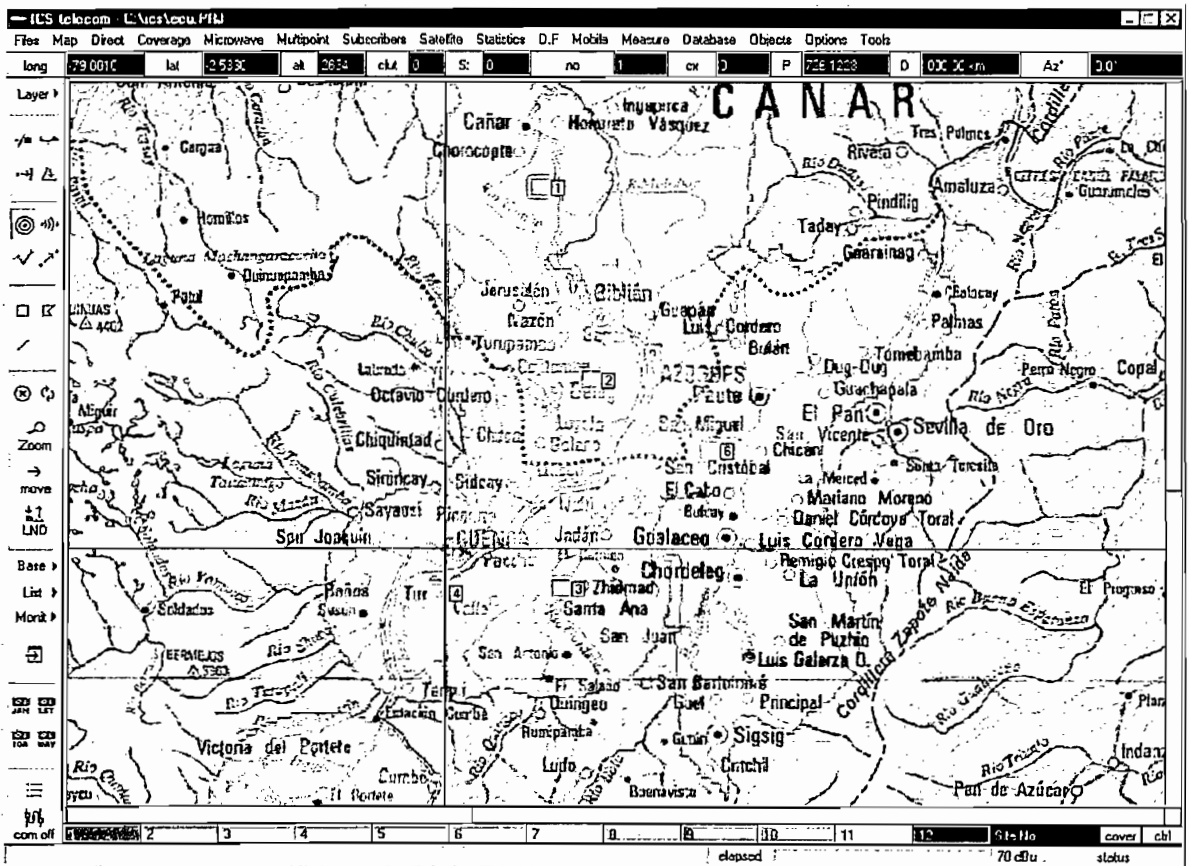
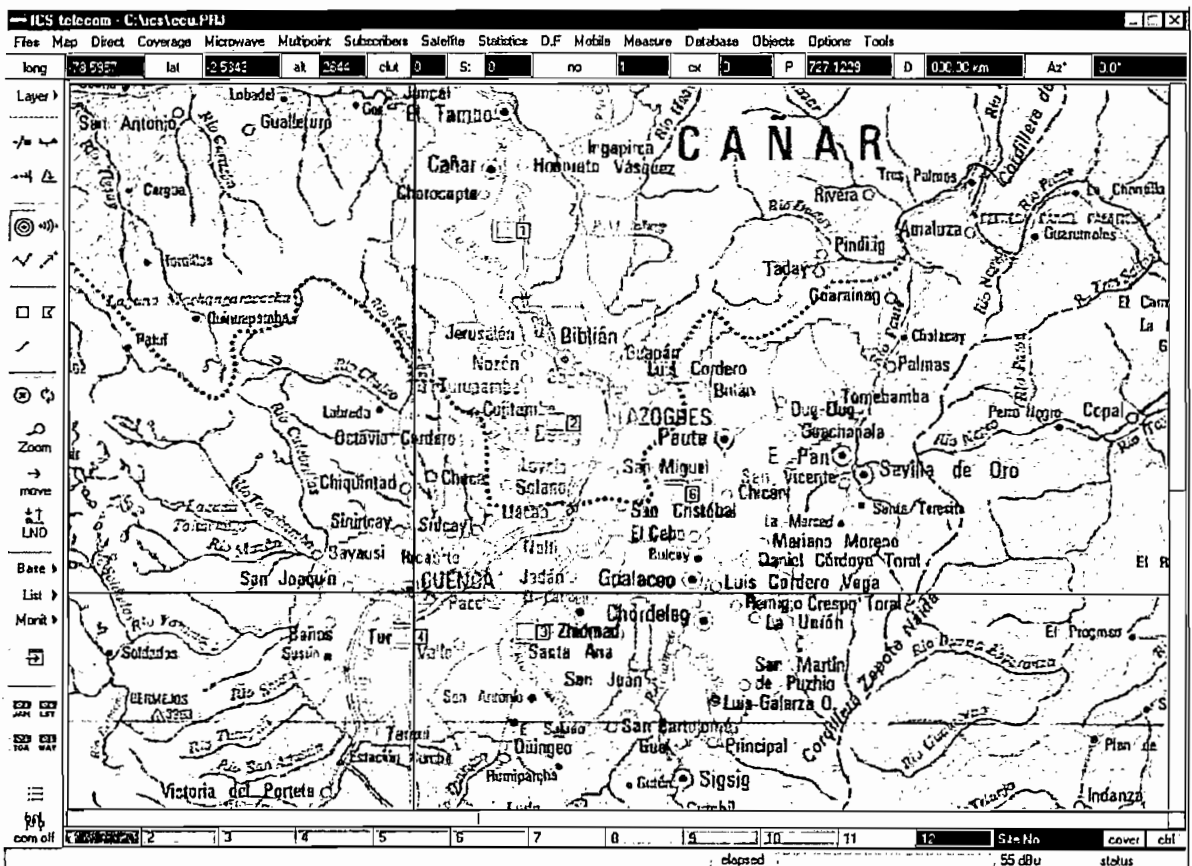
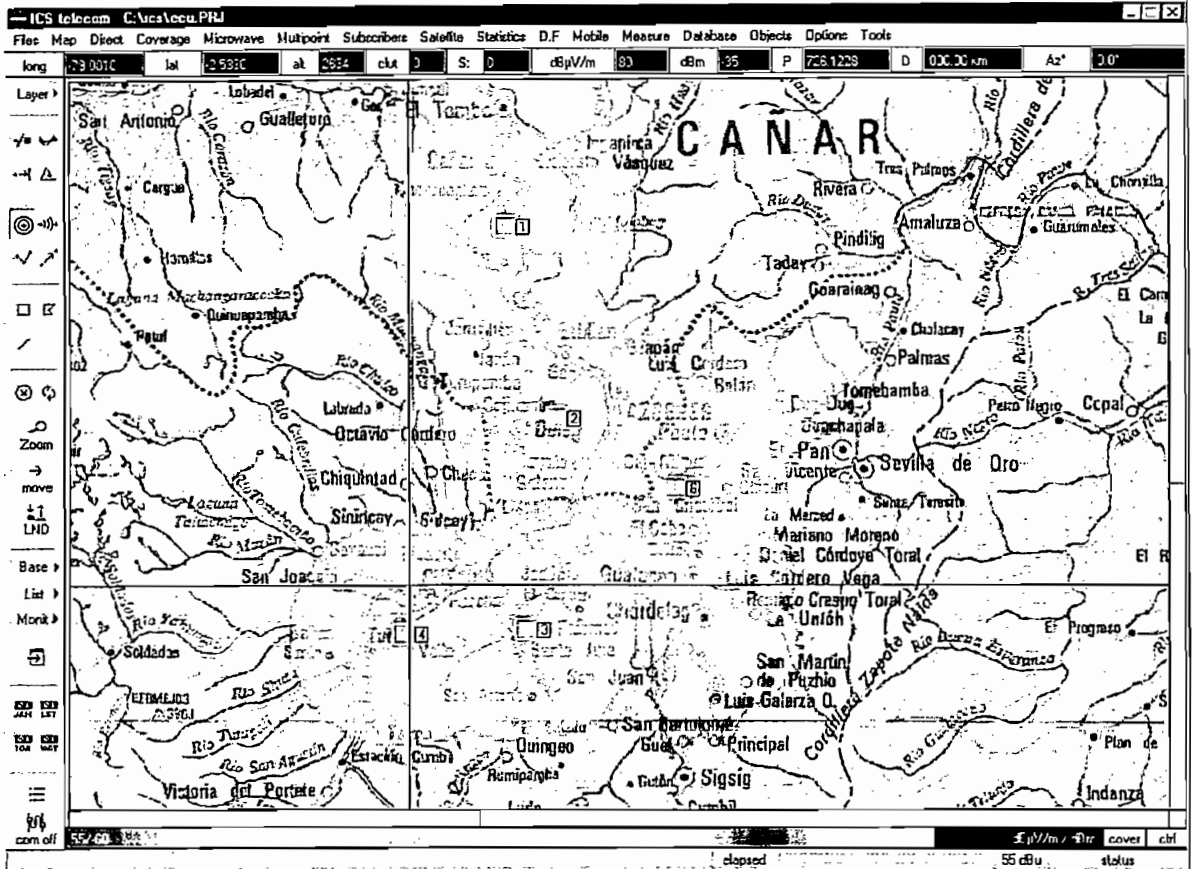


FIG. N°125



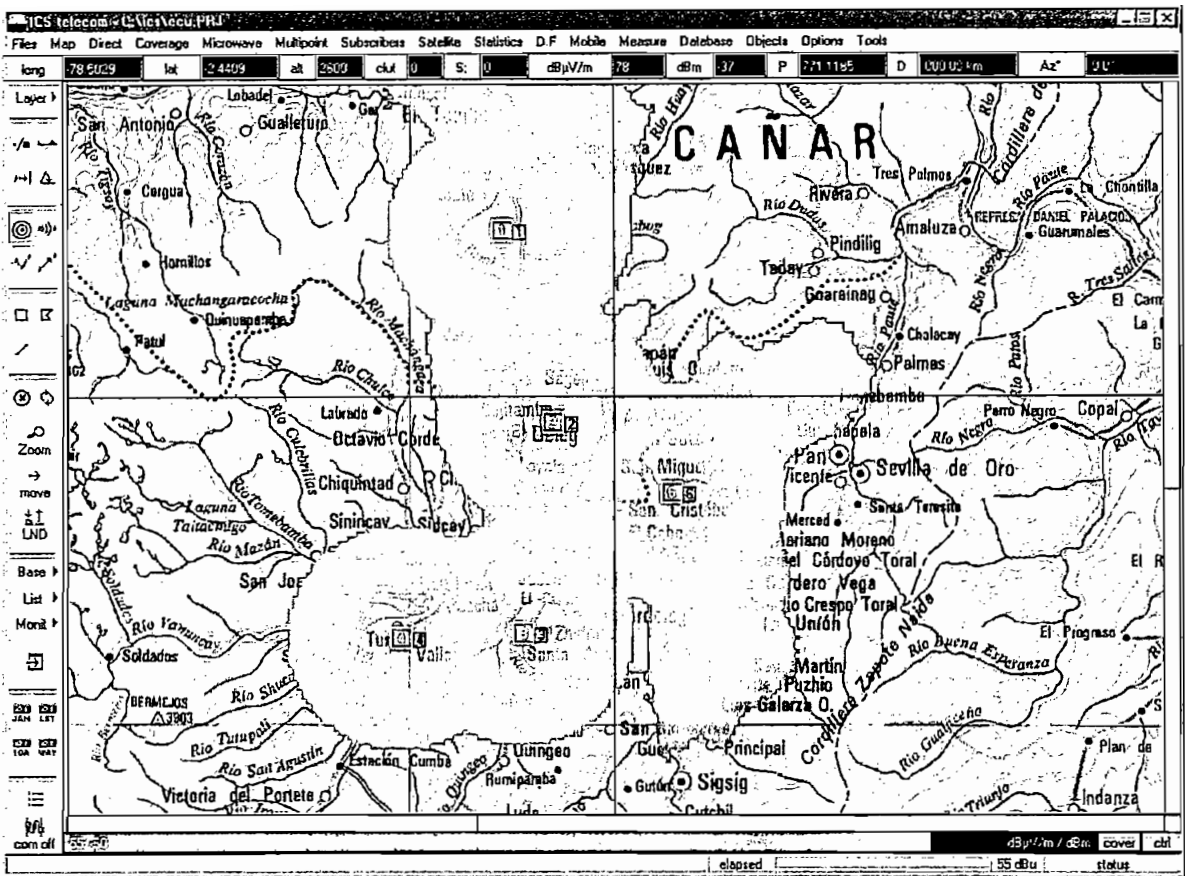


FIG. N°130

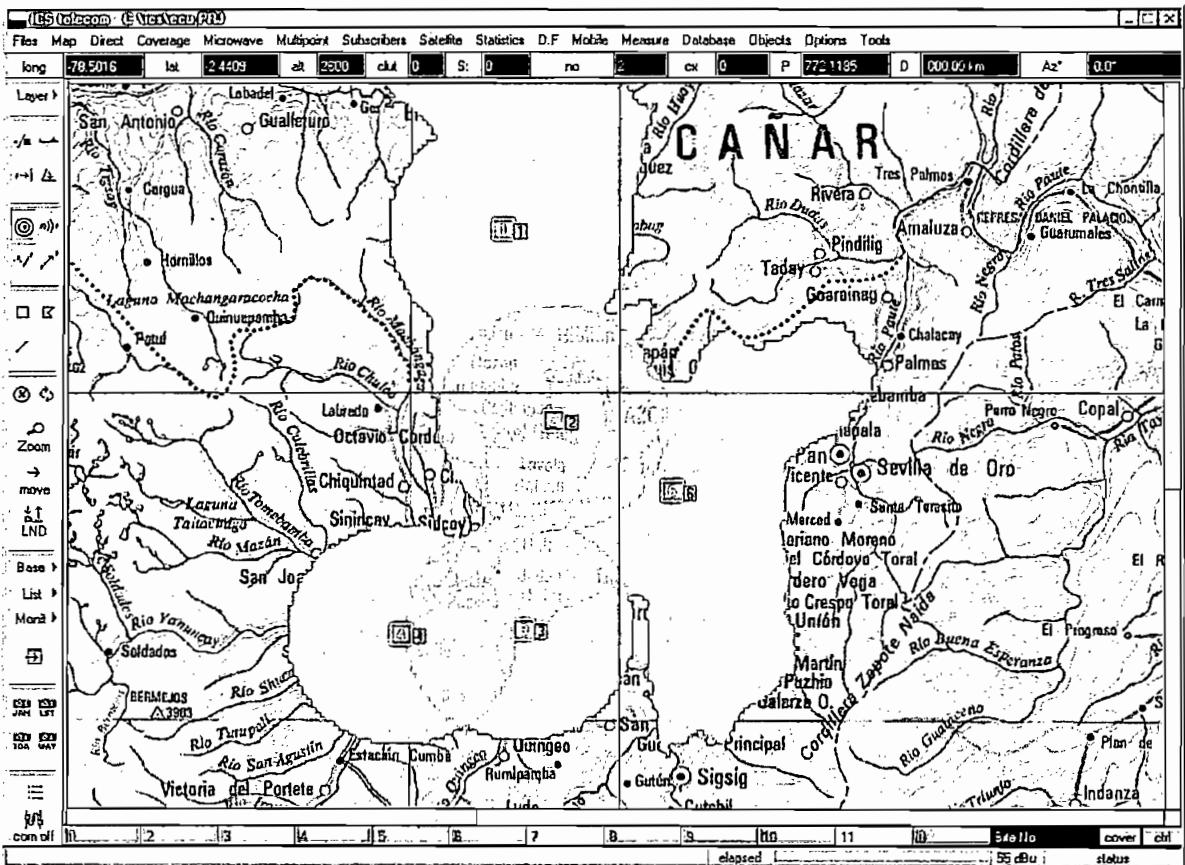


FIG. N°131

Tabla N° A4.23 Parámetros de Simulación.

MORONA SANTIAGO	Frecuencia (MHz)	Potencia (w)	Altura de las antenas (m)
FIG: 132 – 133	108	1000	10
FIG: 134 – 135			
FIG: 136 – 137	174	25	10
FIG: 138 – 139			
FIG: 140 – 141	512	25	10
FIG: 142 – 143	667.750	5000	10

Tabla N° A4.24 Cerros más utilizados en la provincia de Morona Santiago.

Ubicación propuesta para la EMRR.	NOMENCLATURA UTILIZADA	
	NÚMERO	CERRO
SUCÚA	1	KILAMO
	2	GENERAL PROAÑO
MACAS	3	BOSCO
	4	CUTUCU
GUALAQUIZA	5	GUAYUSA

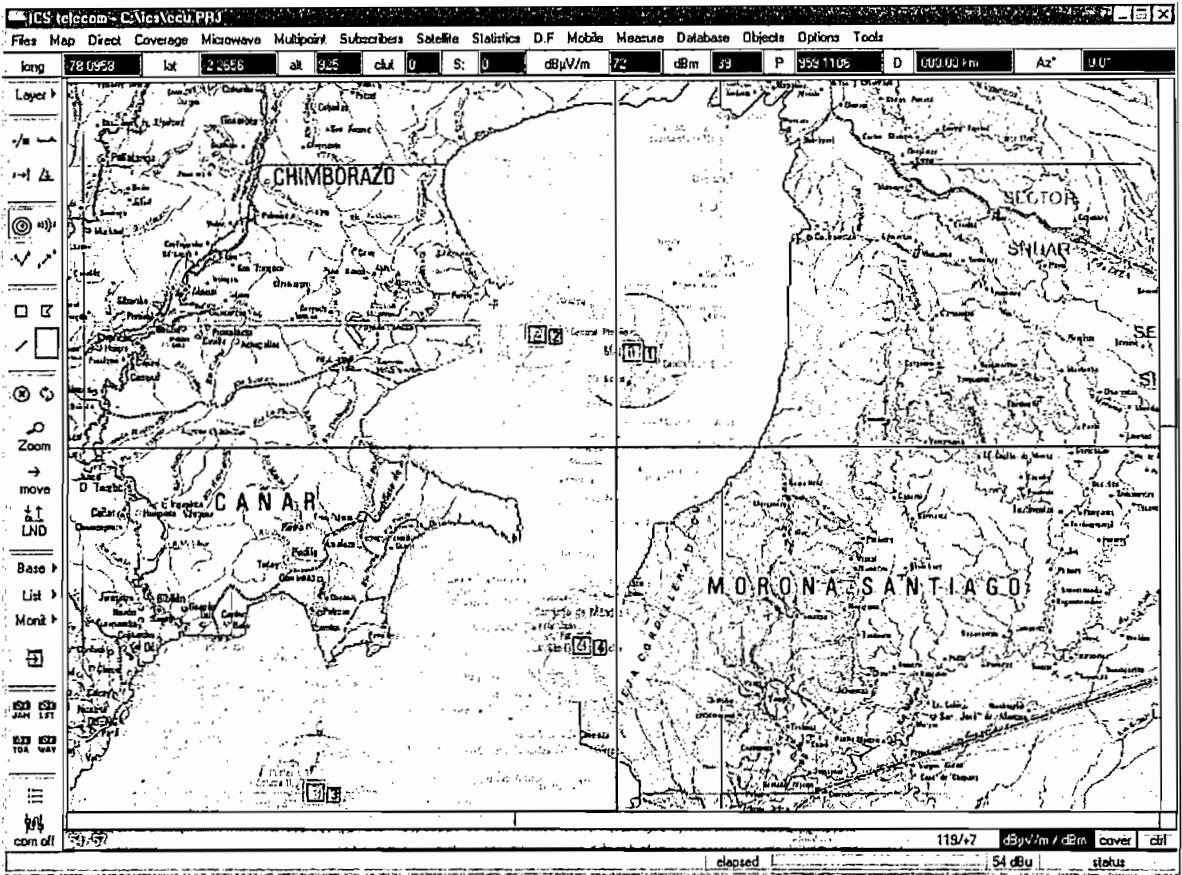


FIG. N°132

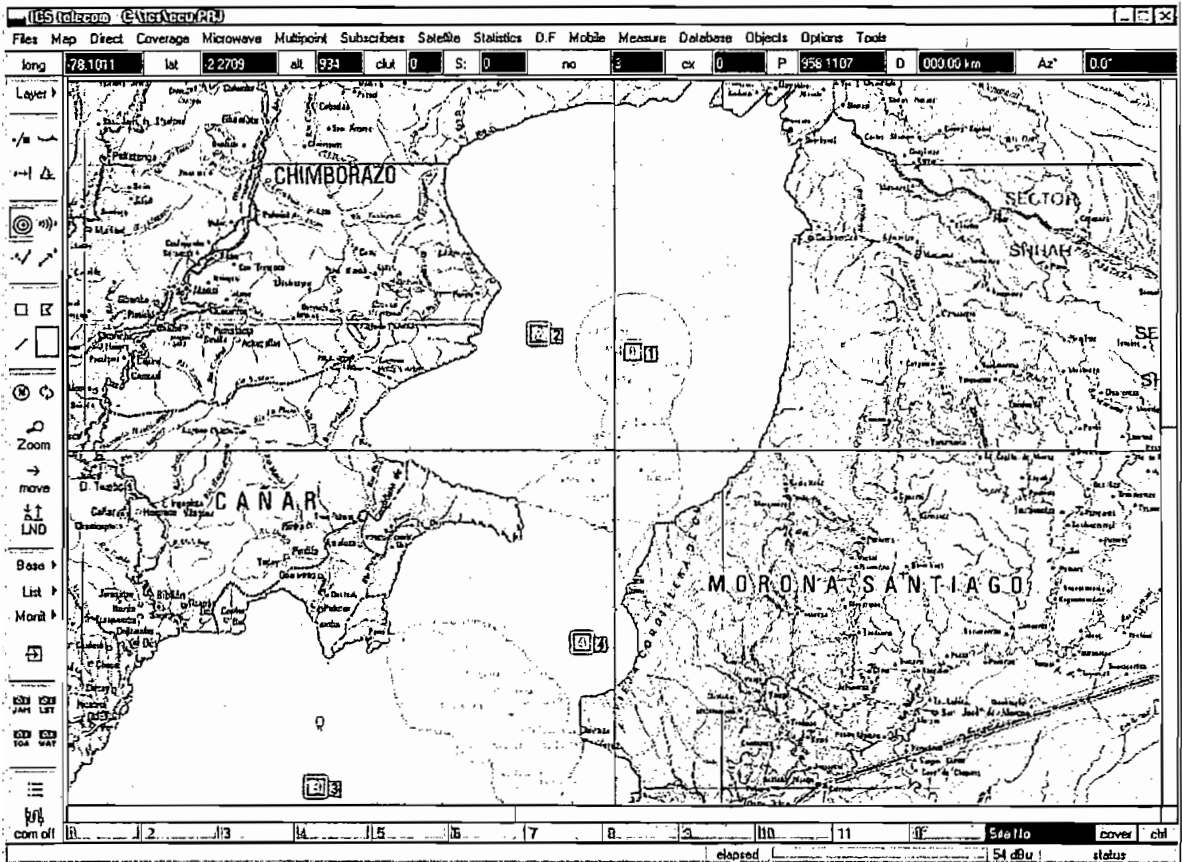


FIG. N°133

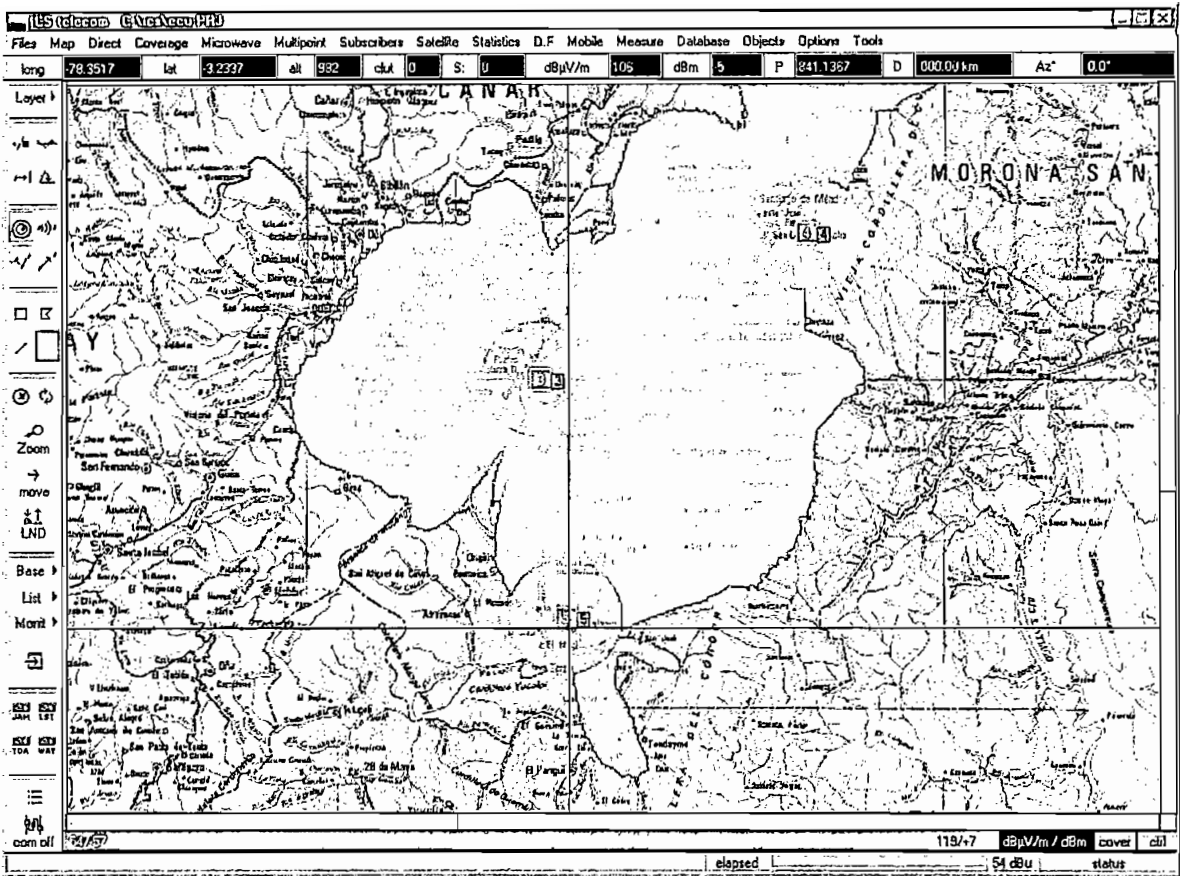


FIG. N°134

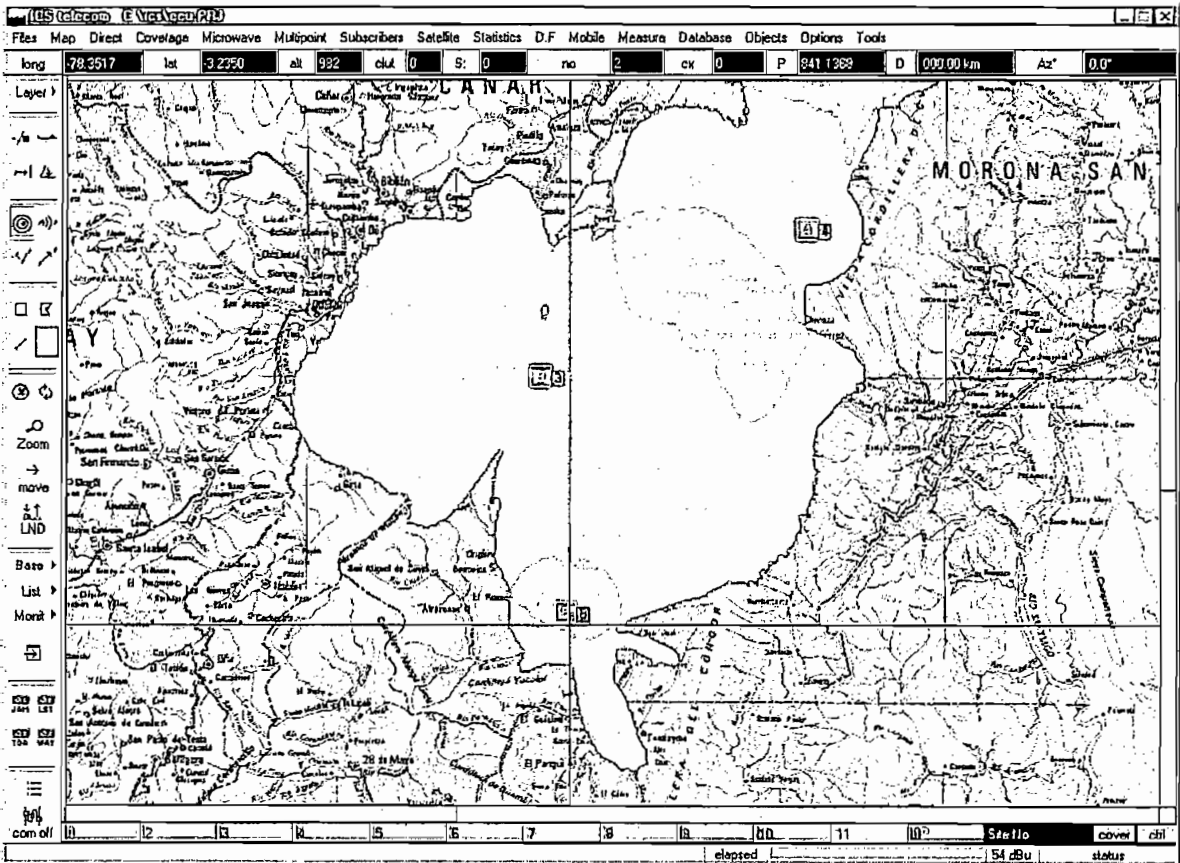


FIG. N°135

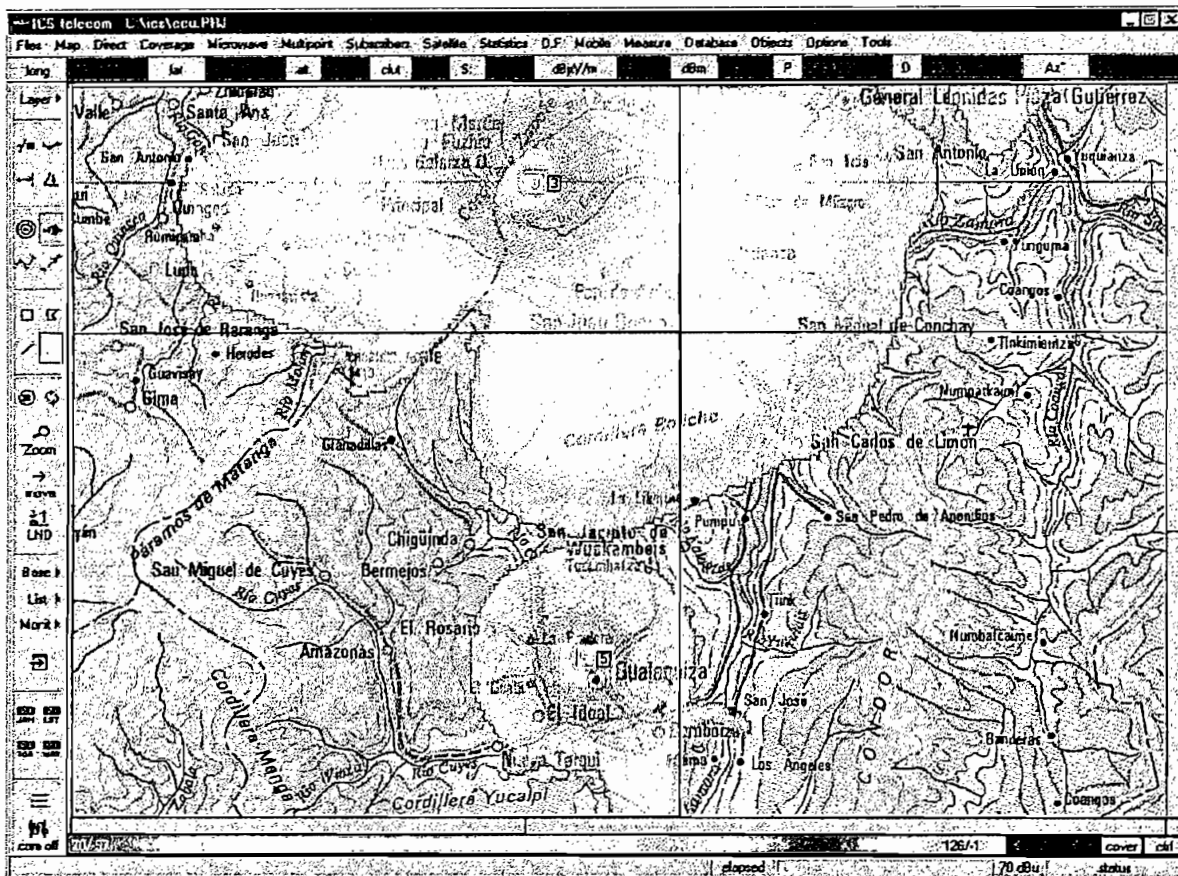


FIG. N°136

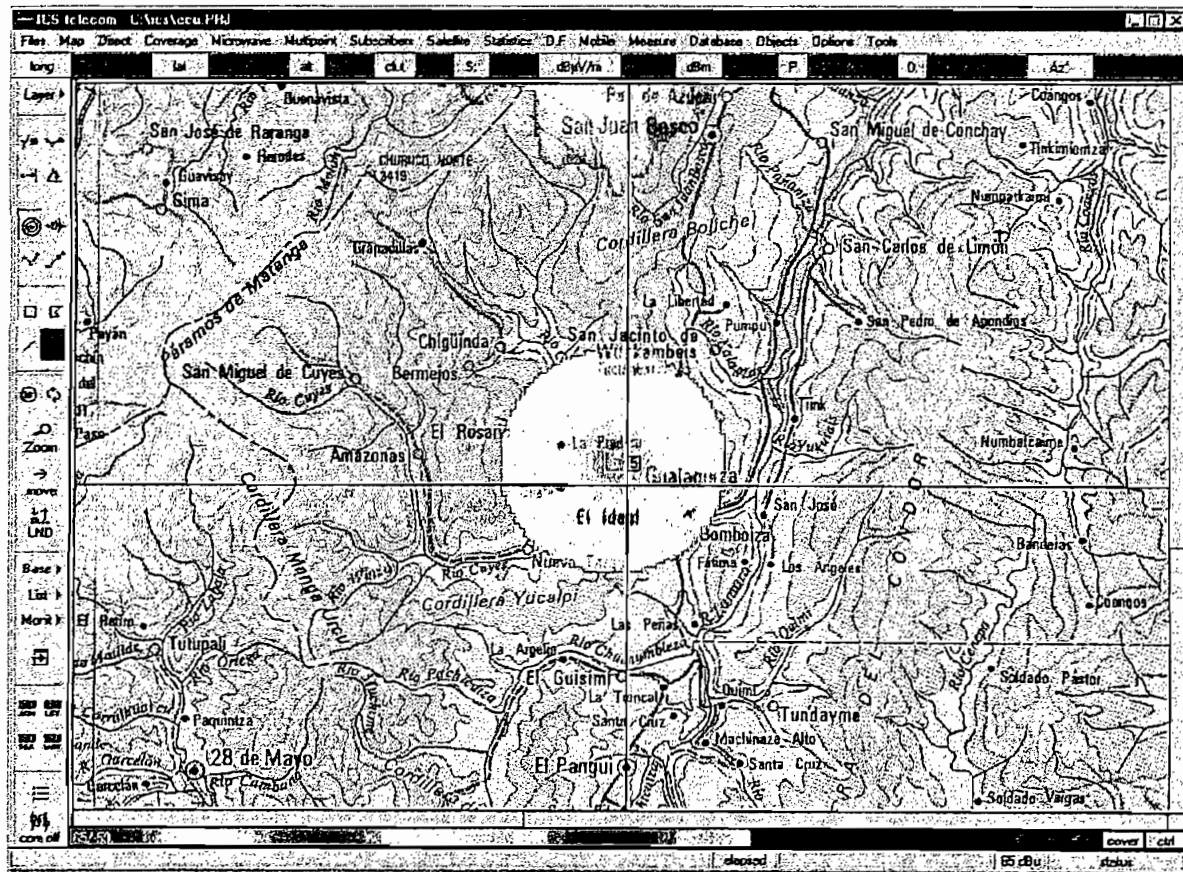


FIG. N°137

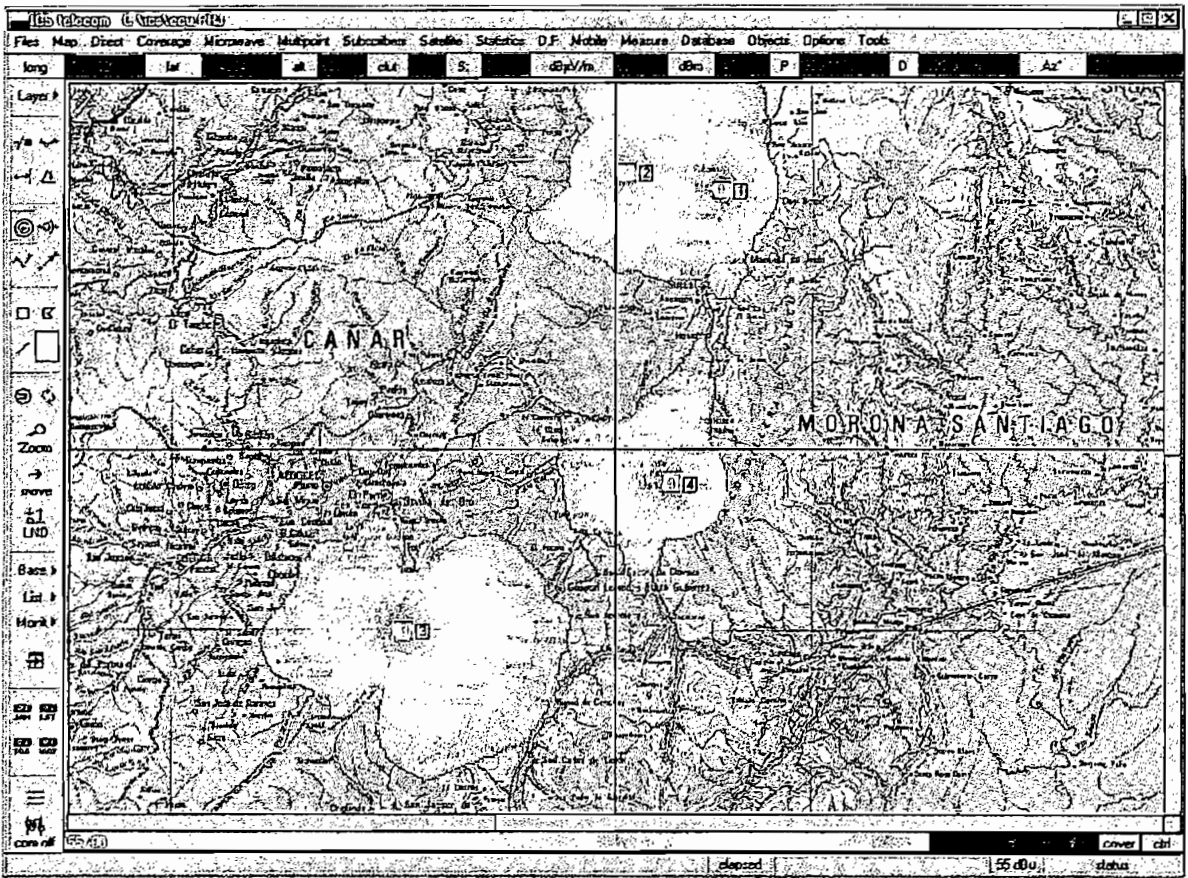


FIG. N°138

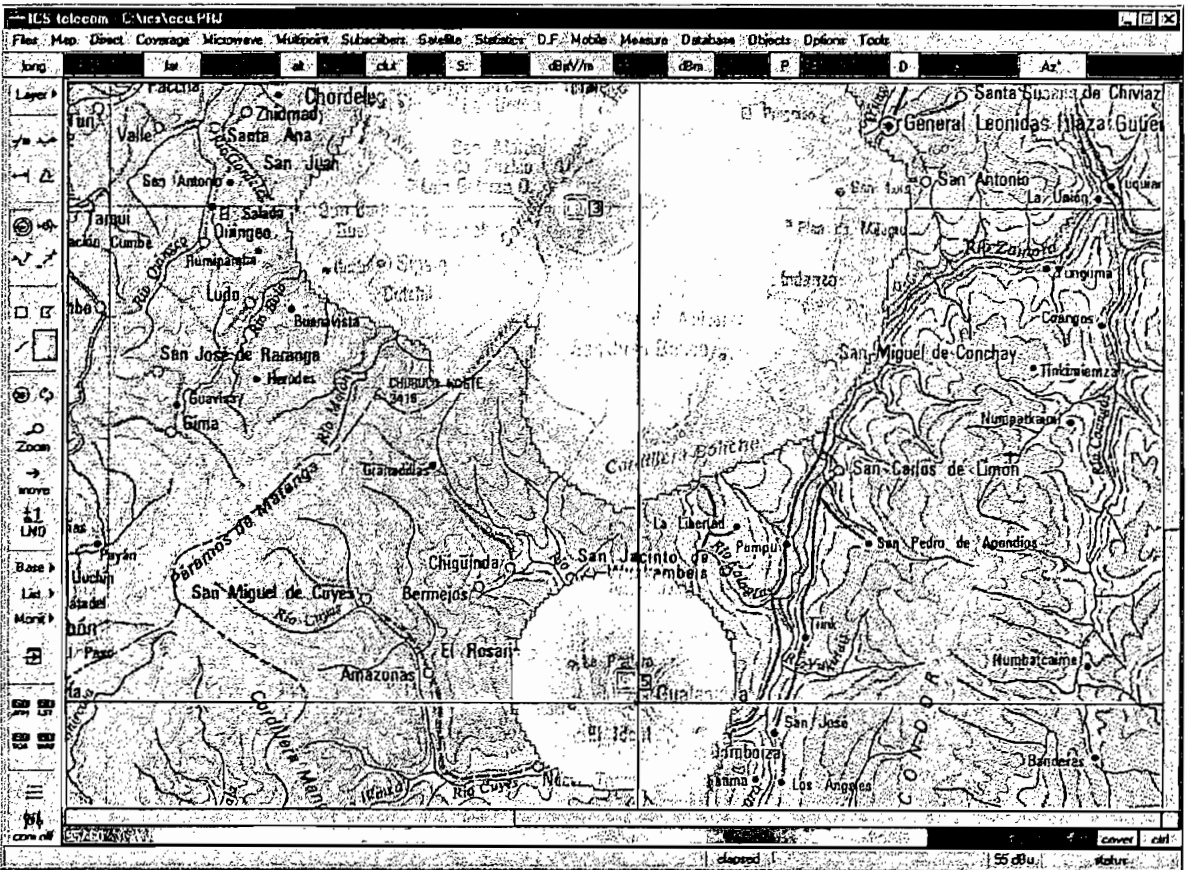


FIG. N°139

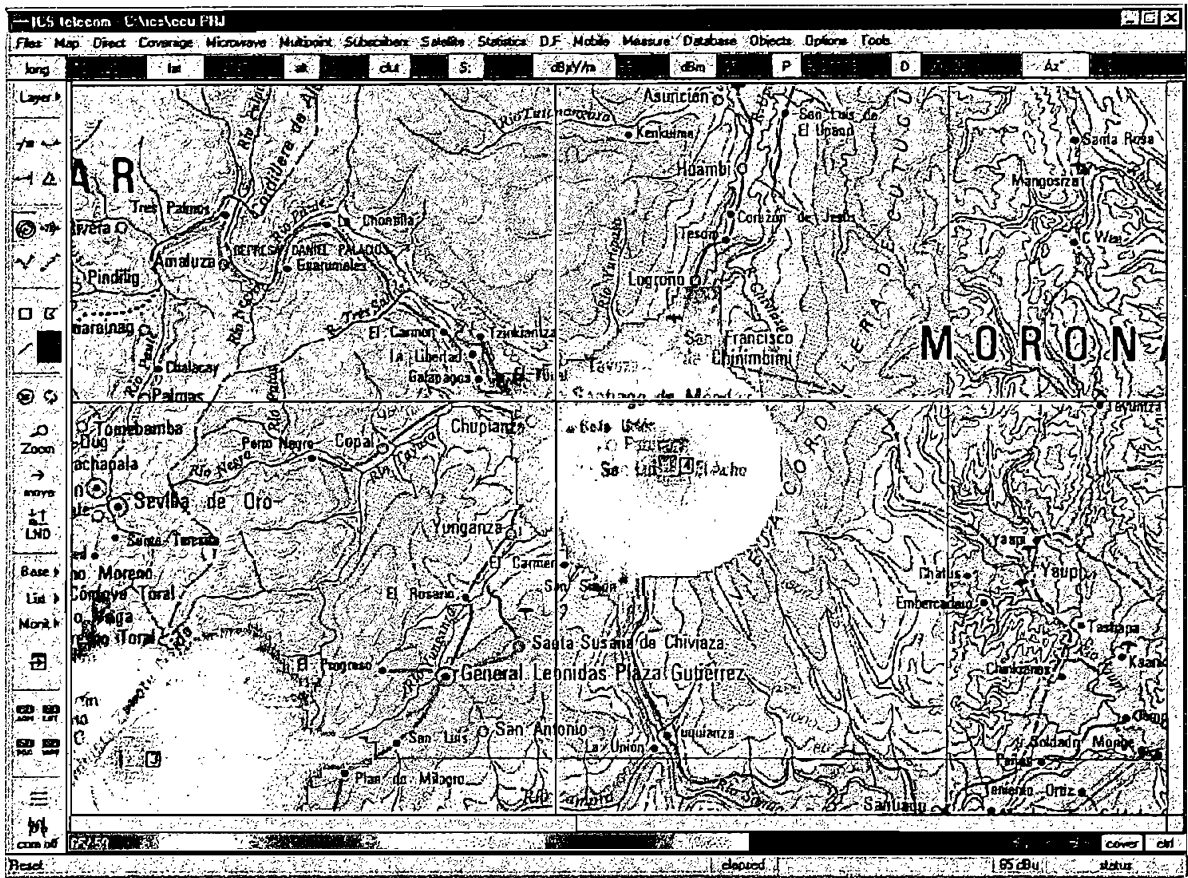


FIG. N°140

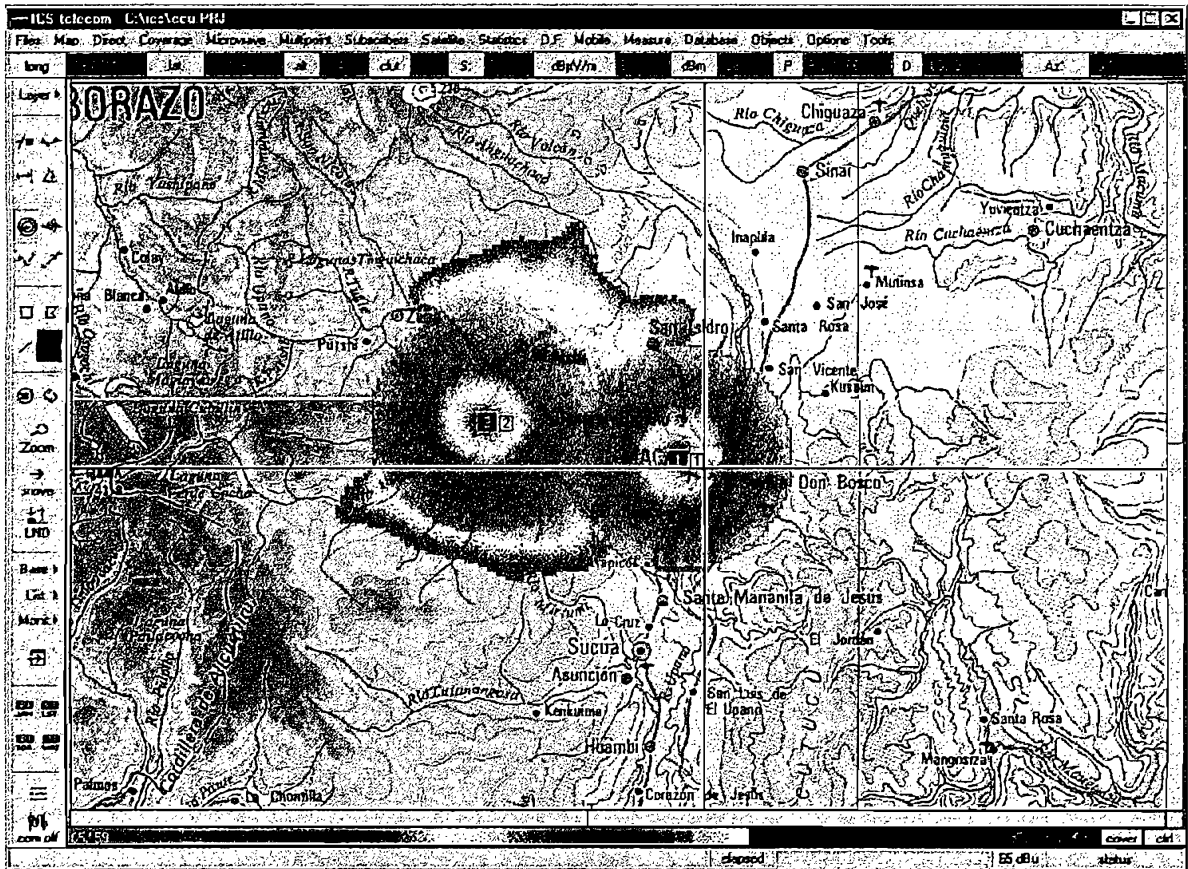


FIG. N°141

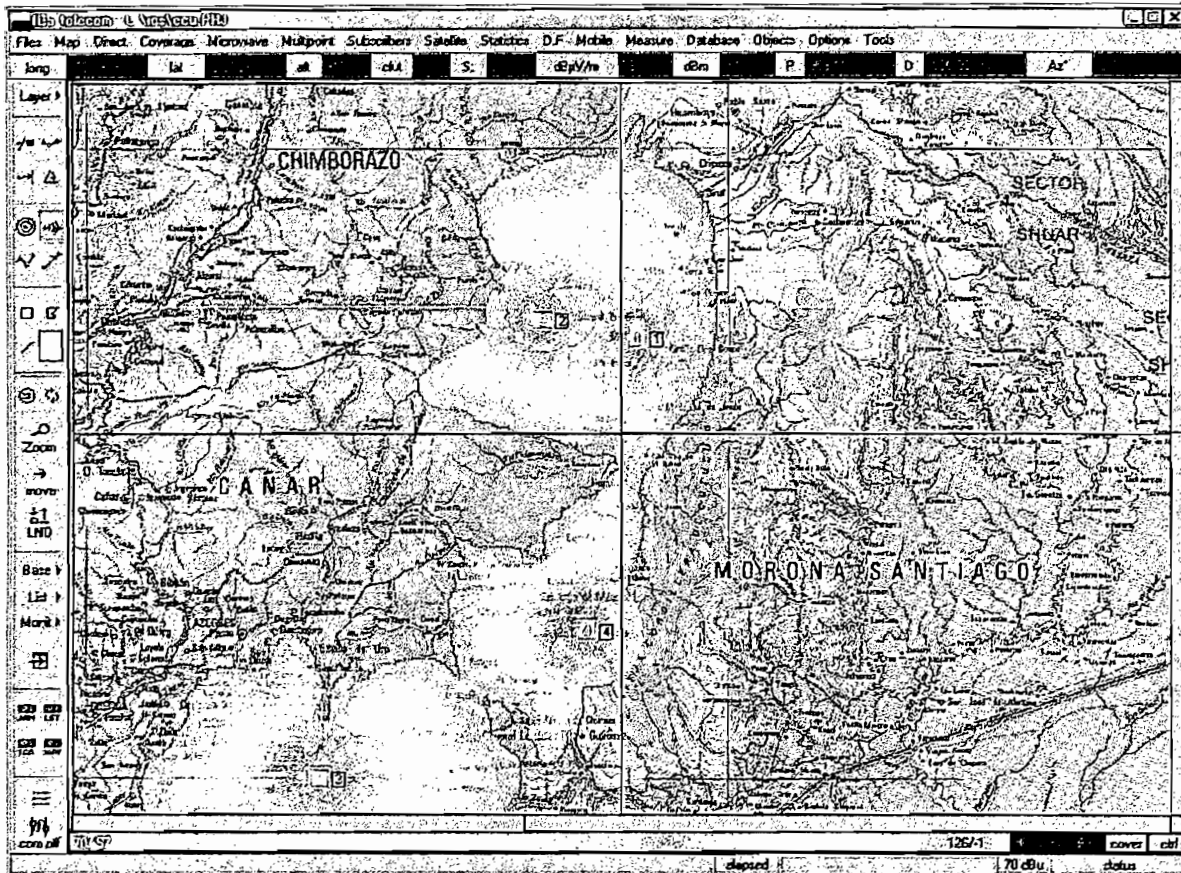


FIG. N°142

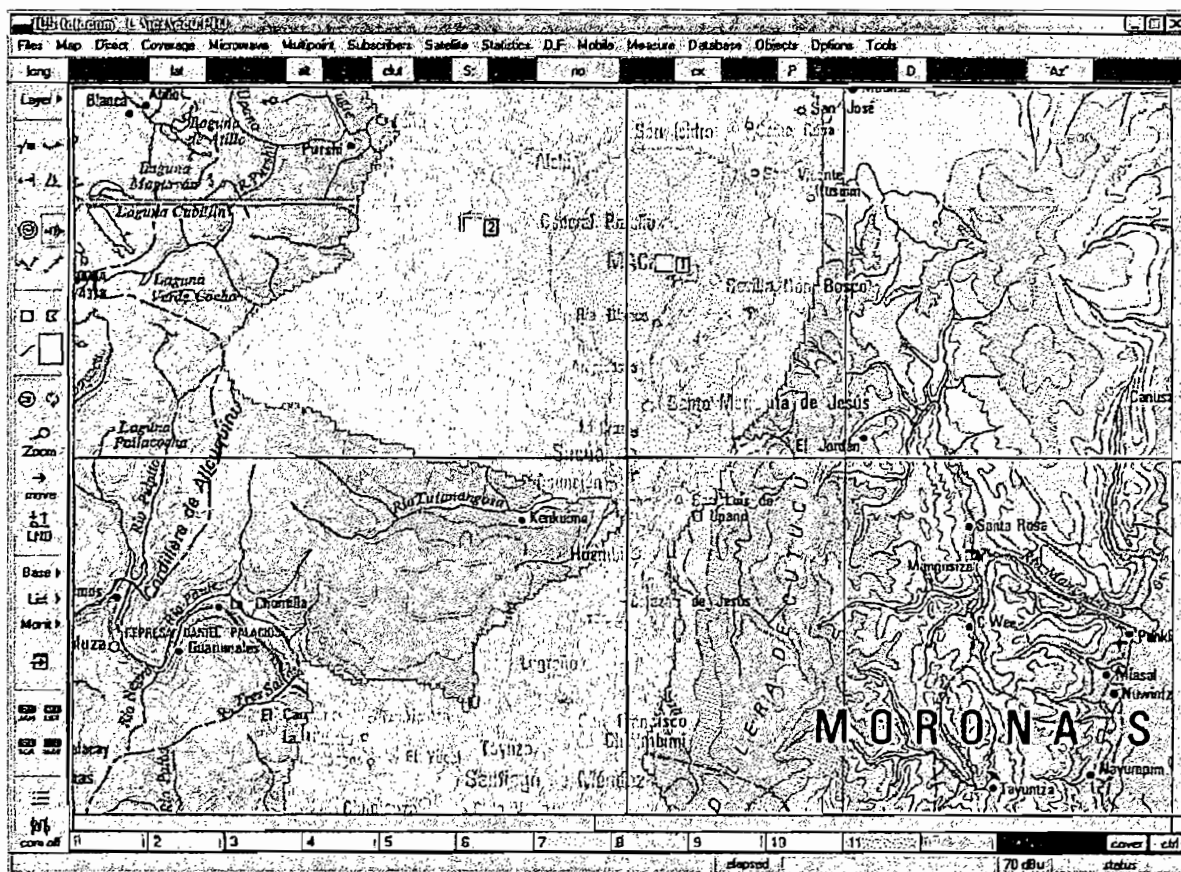


FIG. N°143

Tabla N° A4.25 Parámetros de Simulación.

LOJA Y ZAMORA CHINCHIPE	Frecuencia (MHz)	Potencia (w)	Altura de las antenas (m)
FIG: 144 – 145	108	1000	10
FIG: 146 – 147			
FIG: 148 – 149	174	25	10
FIG: 150 – 151			
FIG: 152 – 153	512	25	10
FIG: 154 – 155			
FIG: 156 – 157	667.750	5000	10
FIG: 158 – 159			

Tabla N° A4.2 Cerros más utilizados en las provincias de Loja y Zamora Chinchipe.

Ubicación propuesta para la EMRR.	NOMENCLATURA UTILIZADA	
	NÚMERO	CERRO
LOJA	1	CÓNDOR
	2	VILLONACO
ZAMORA	3	EL LIBANO
	4	GONZANAMÁ
CARIAMANGA	5	GUACHAURCO

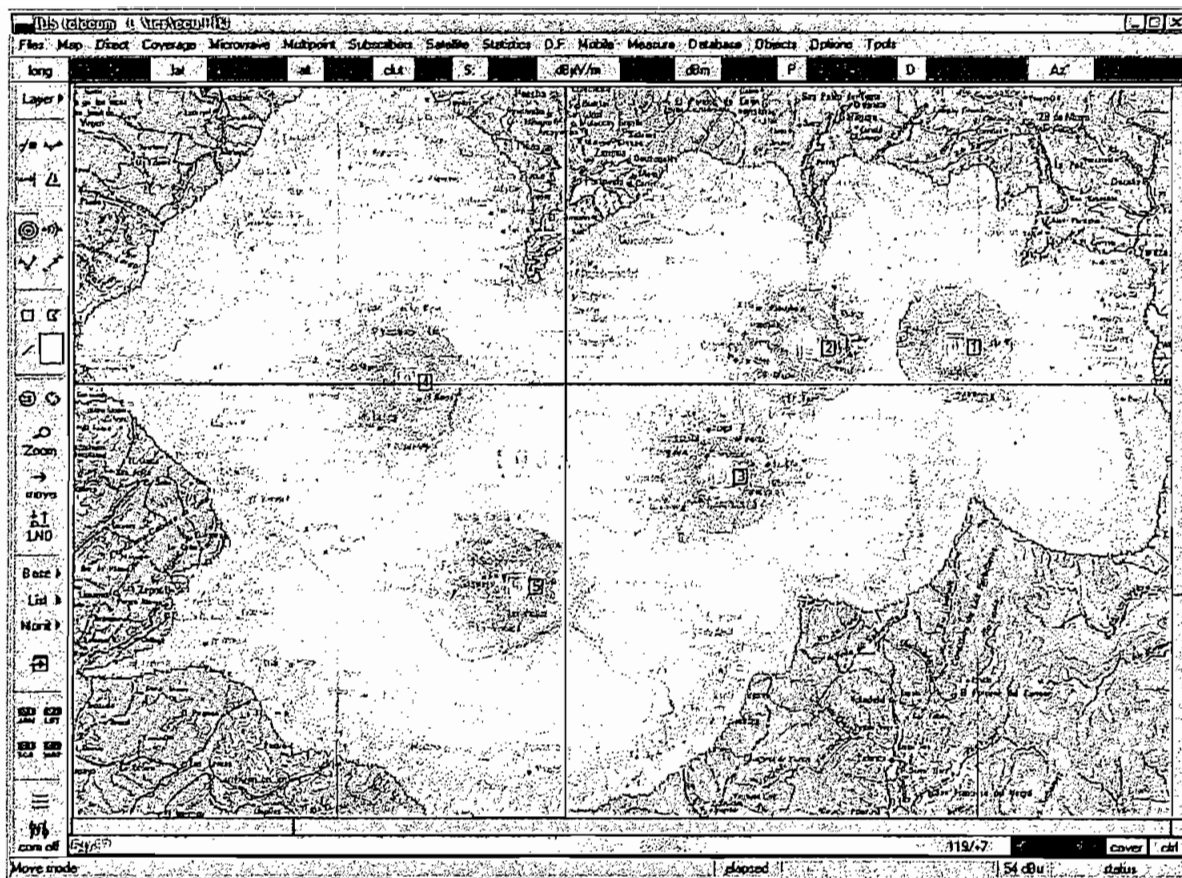


FIG. N°144

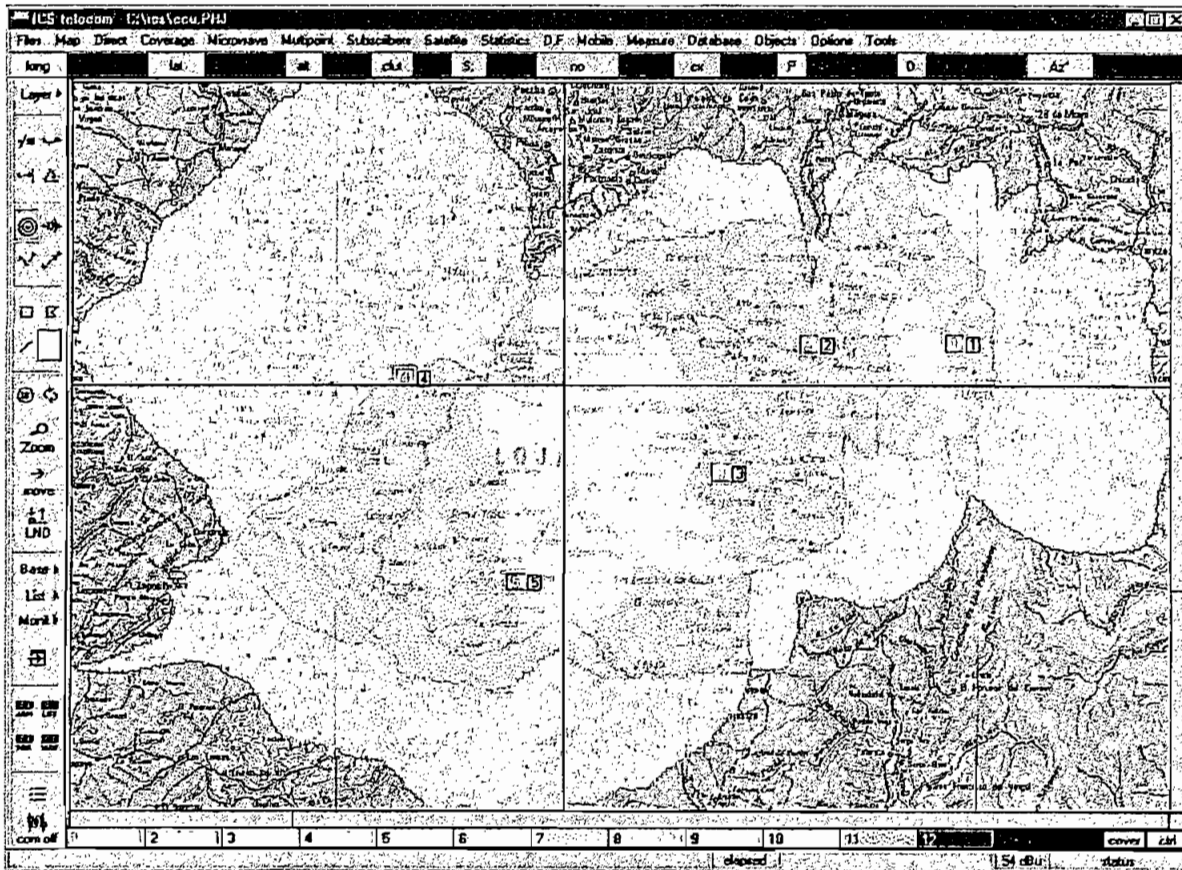


FIG. N°145

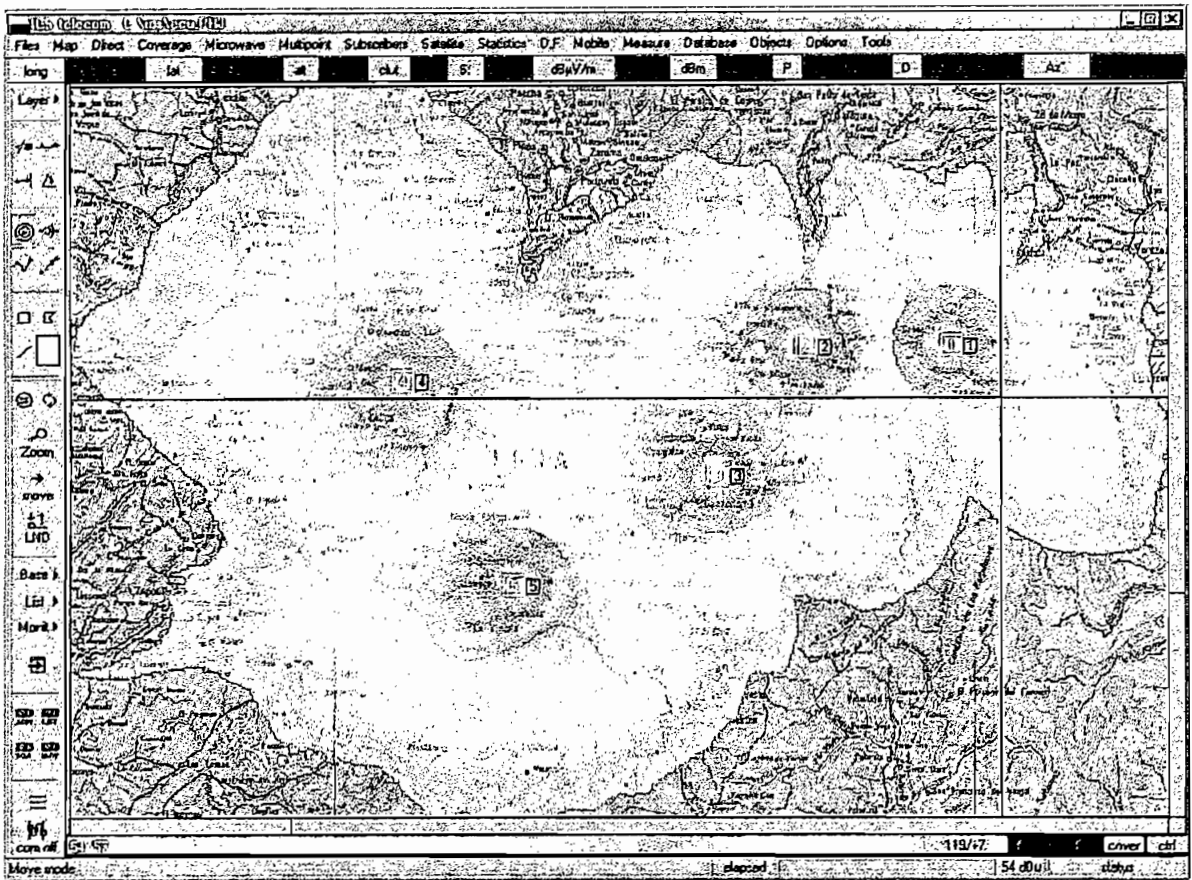


FIG. N°146

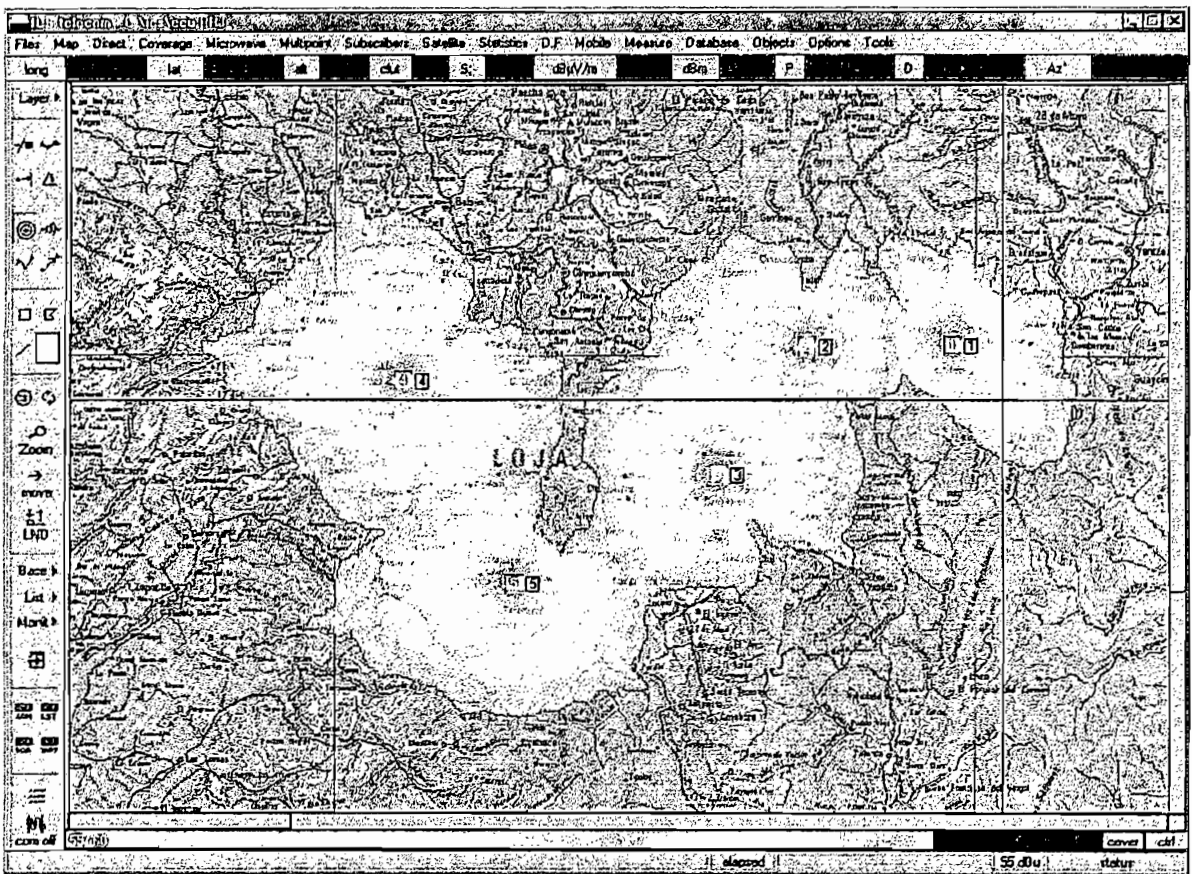
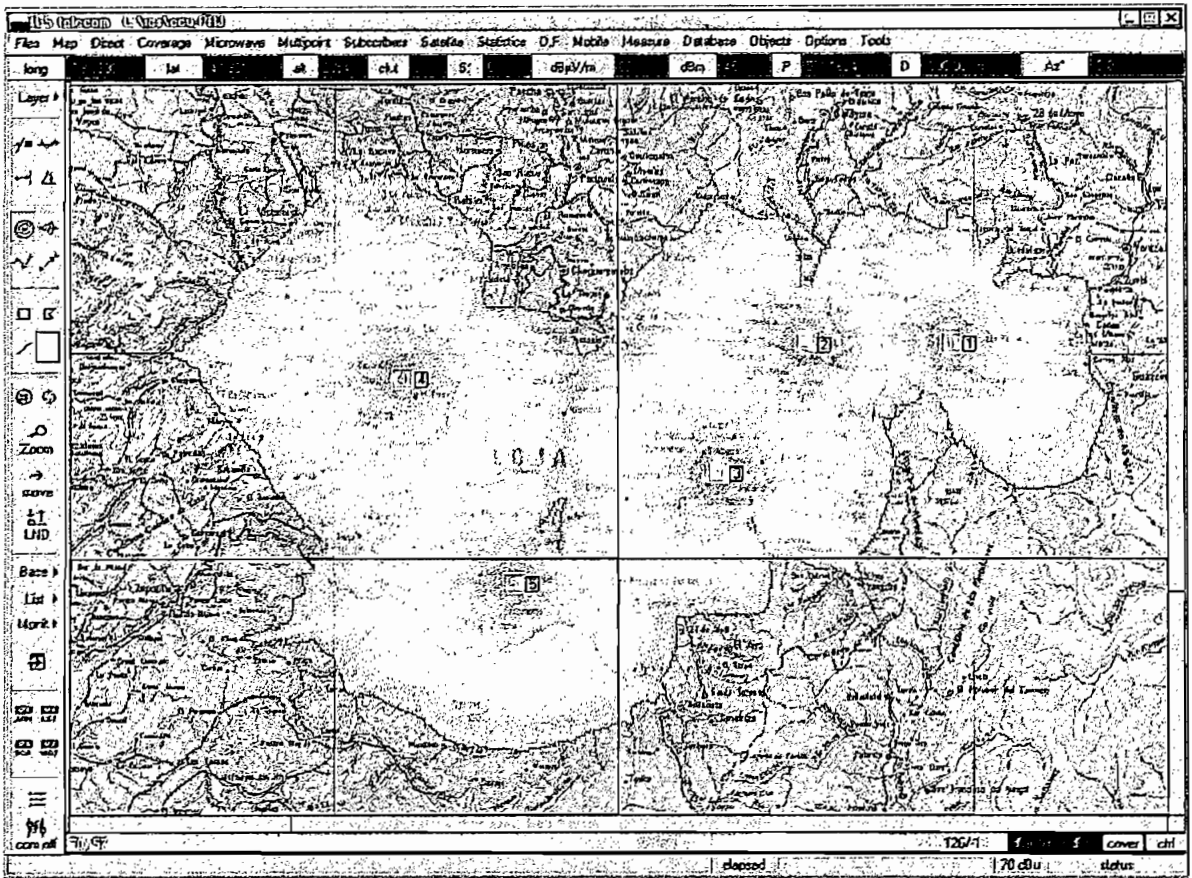


FIG. N°147



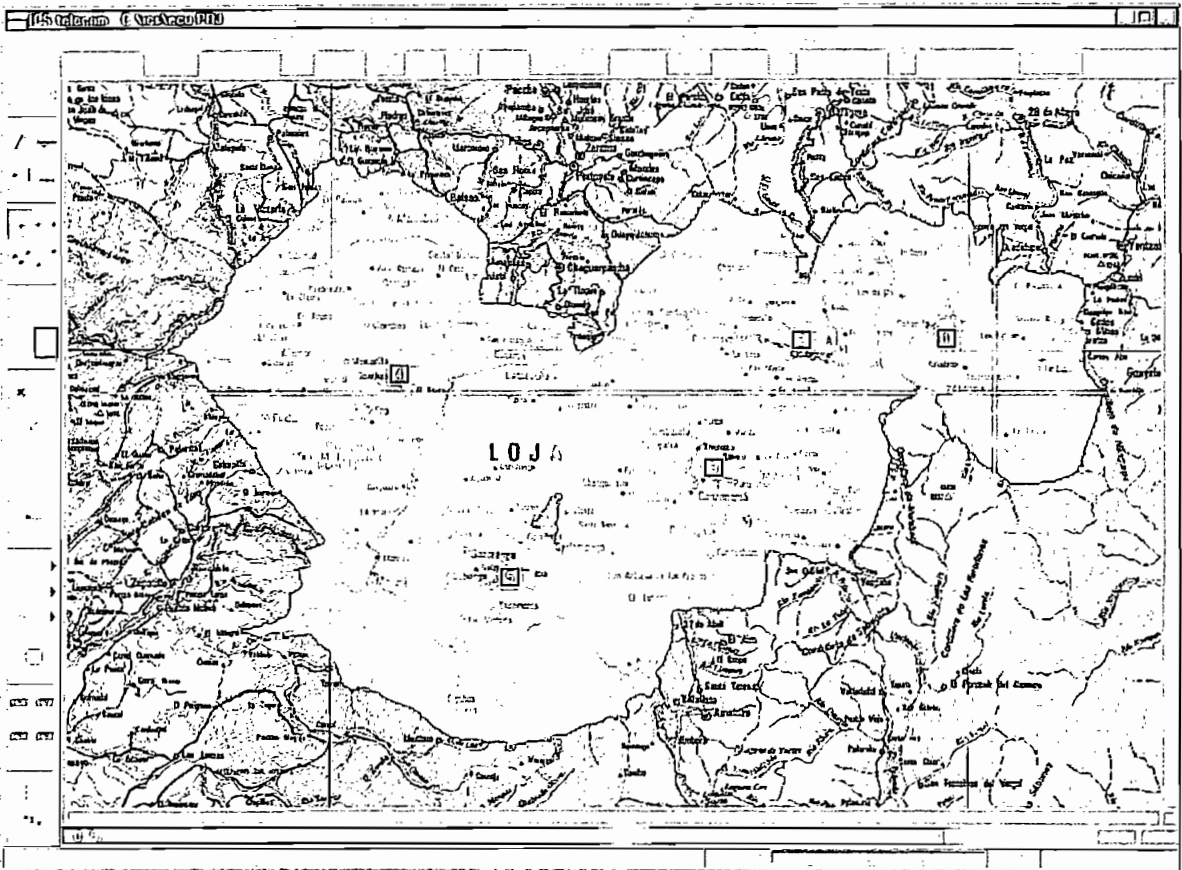


FIG. N°150

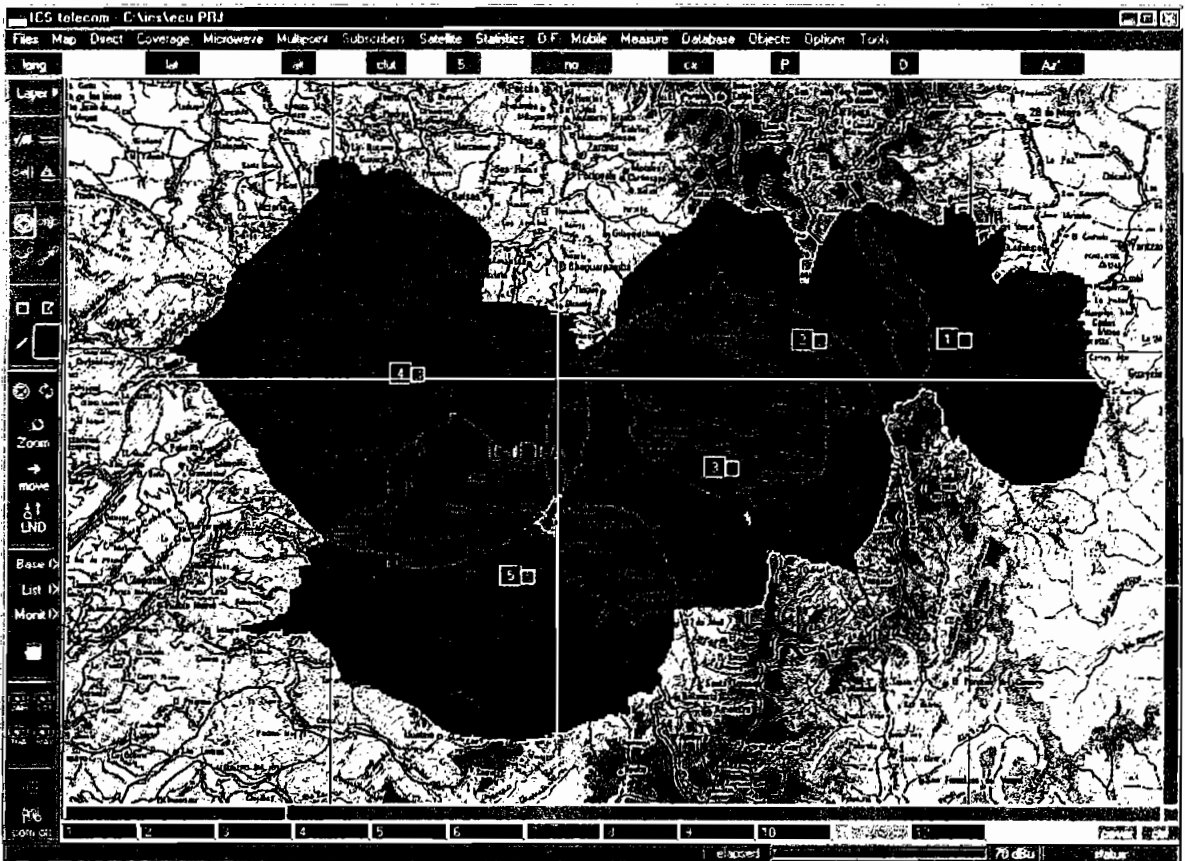
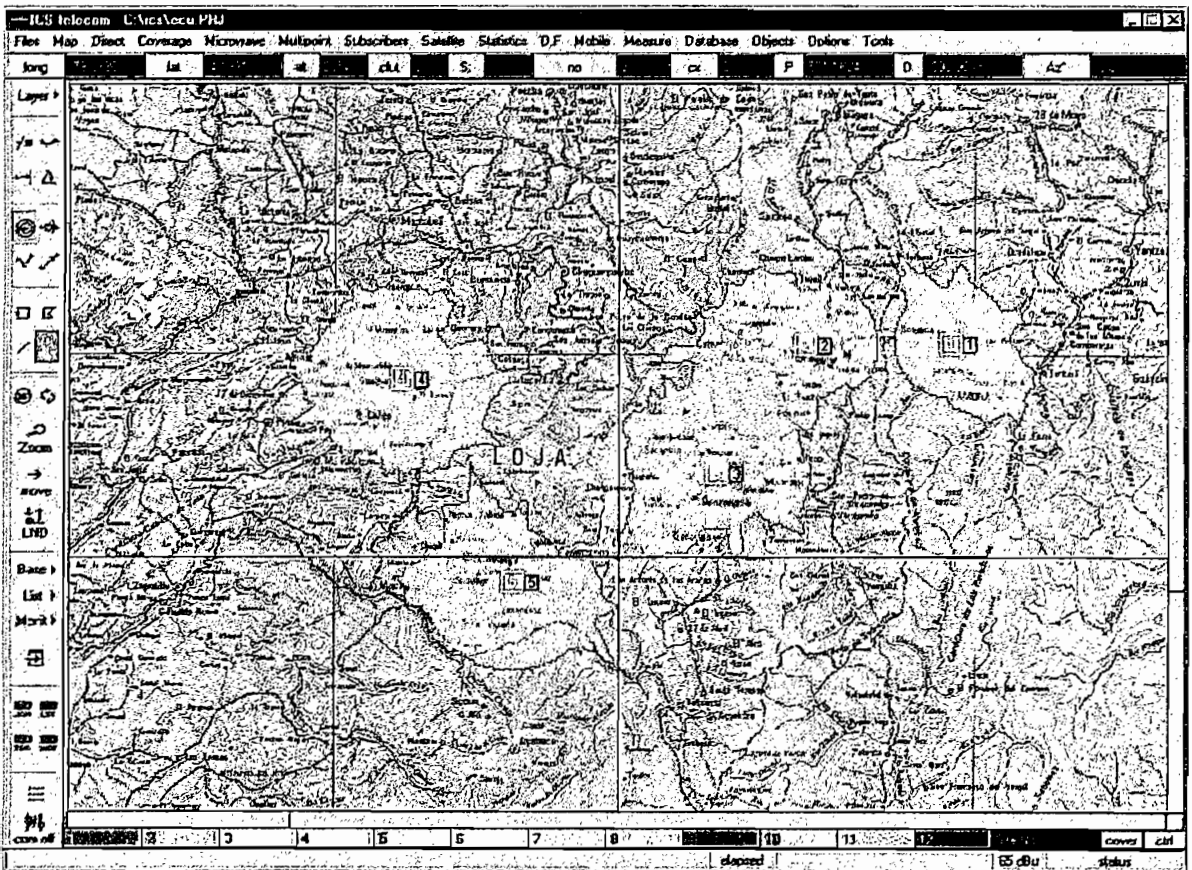
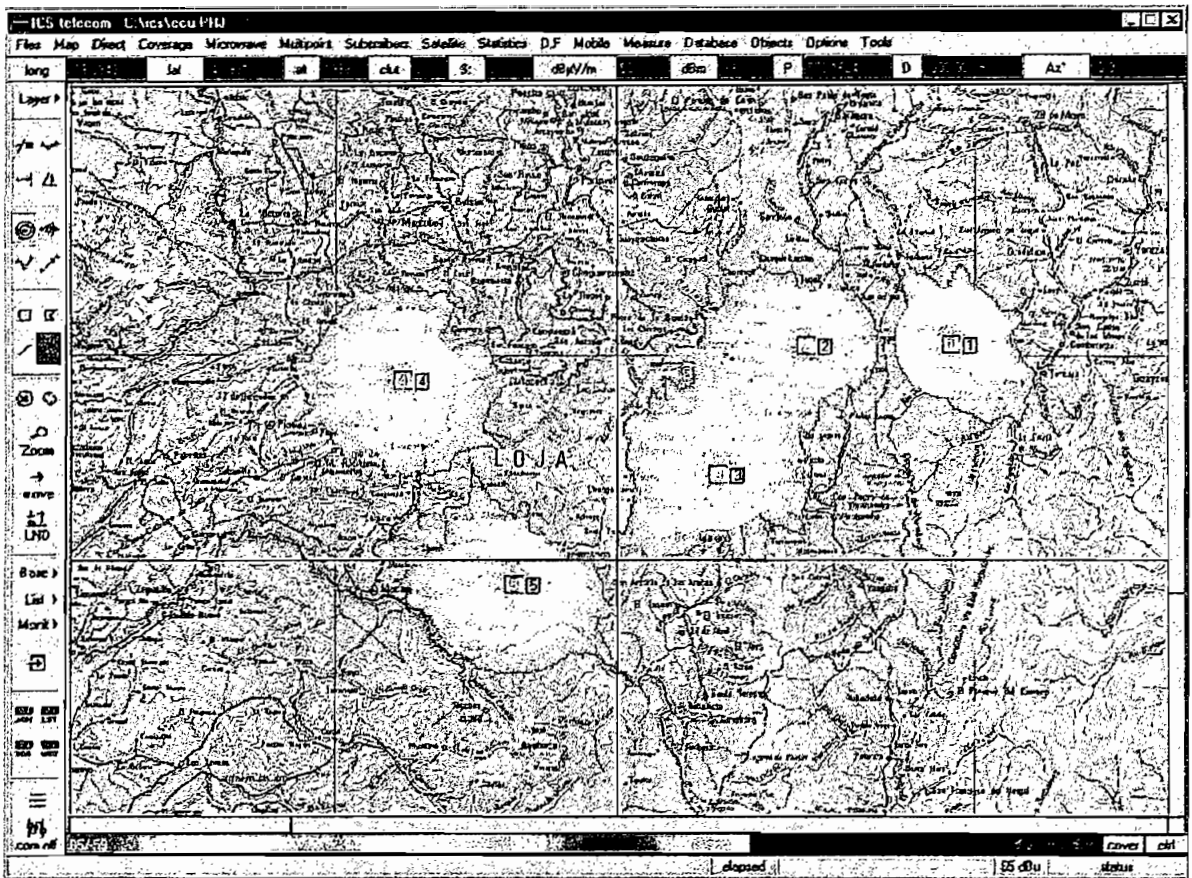


FIG. N°151



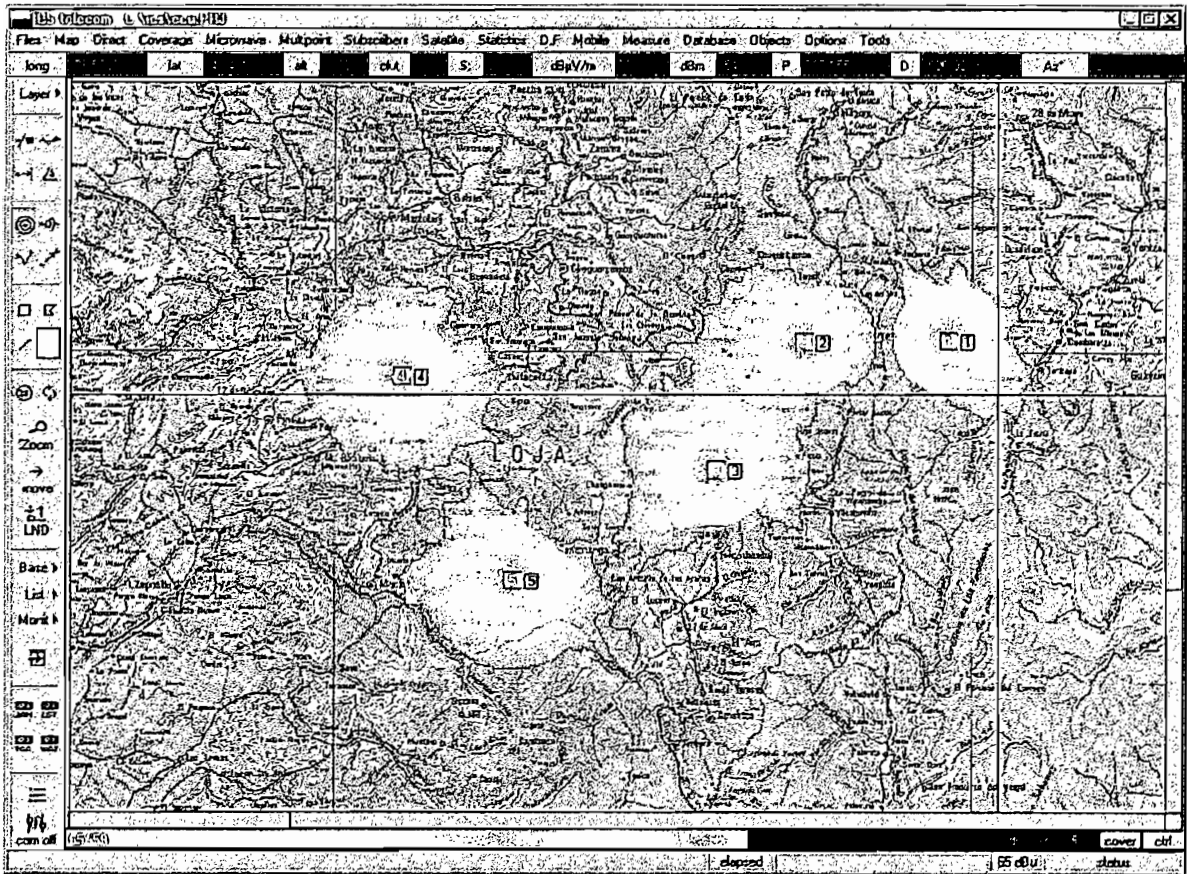


FIG. N°154

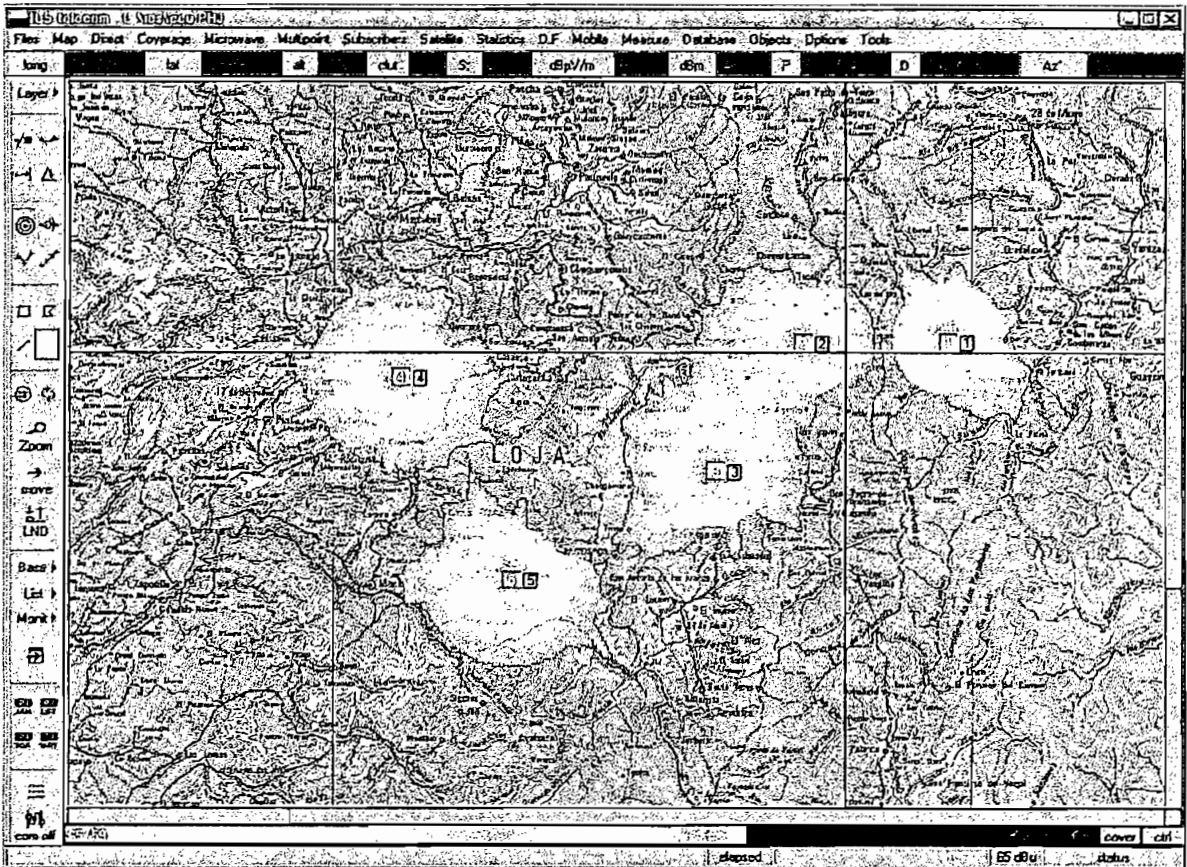
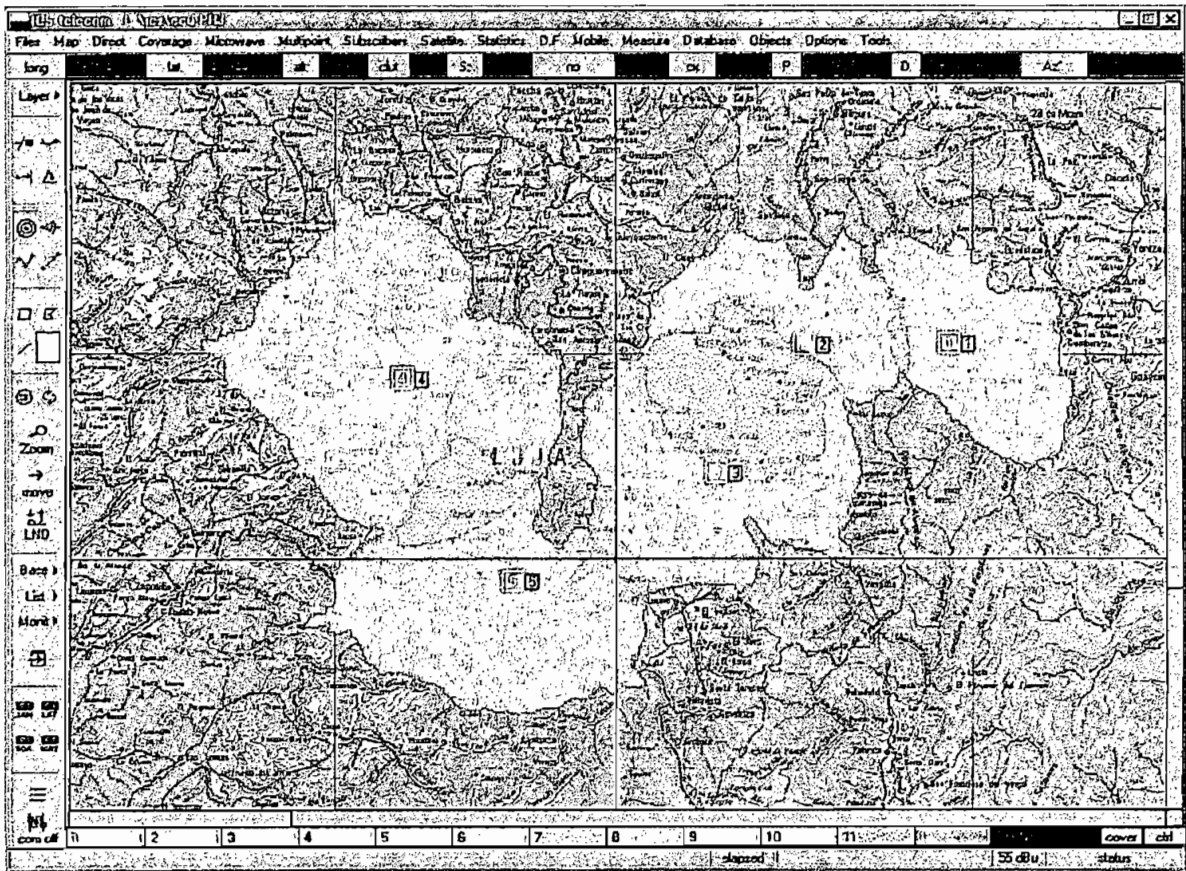
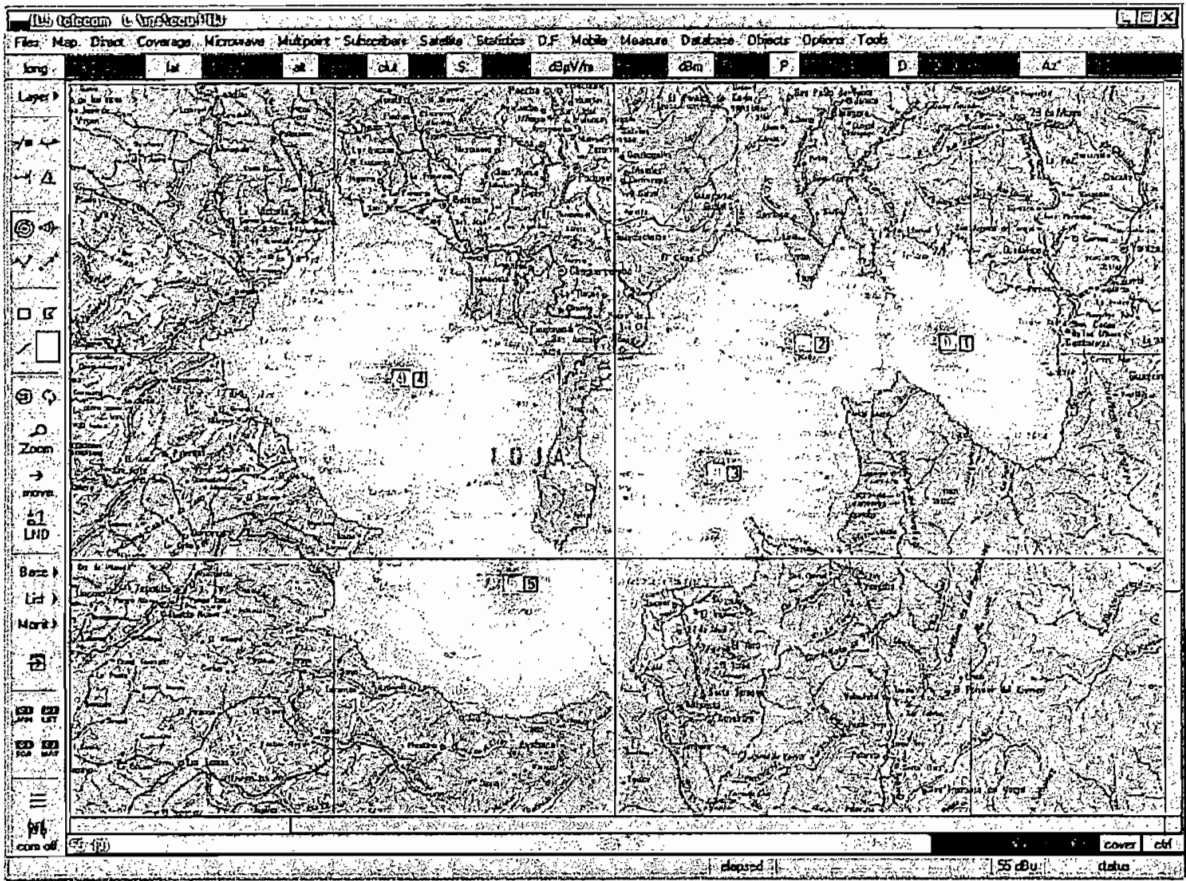


FIG. N°155



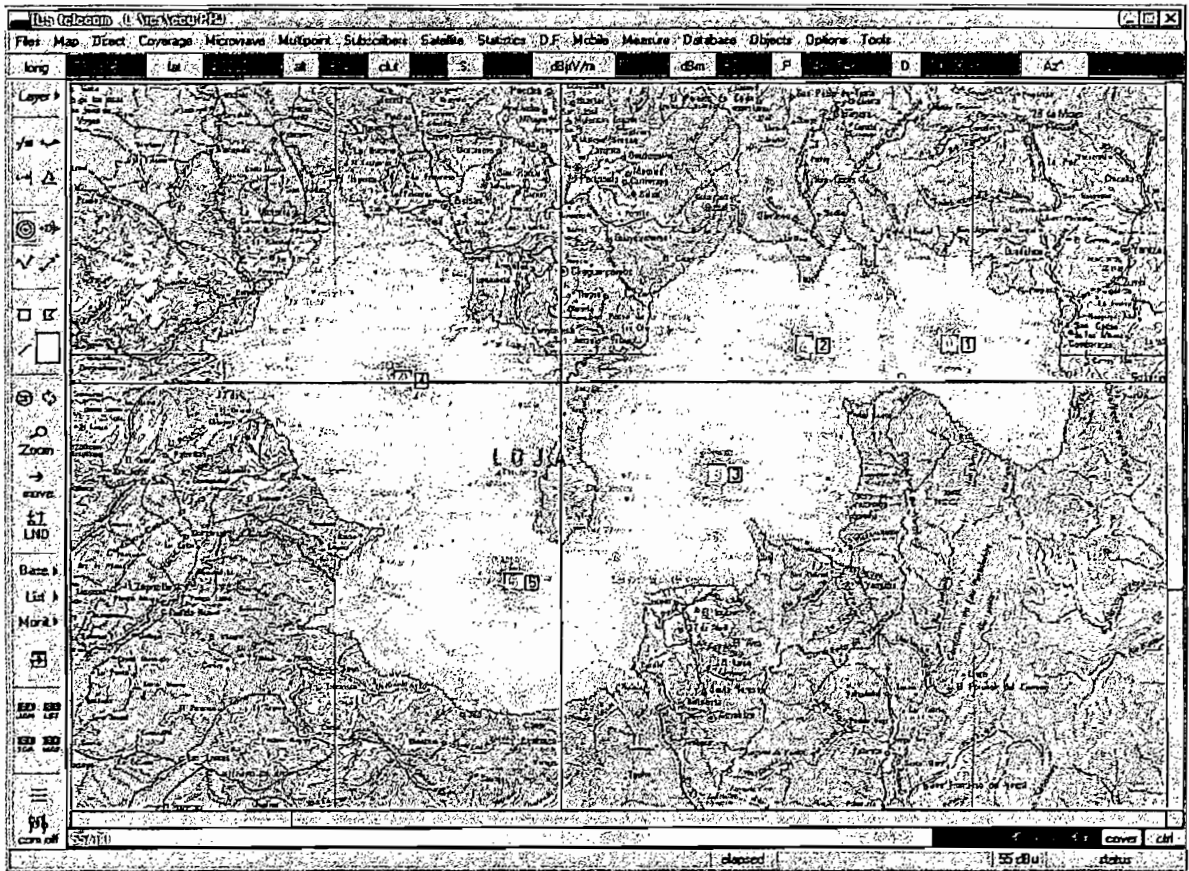
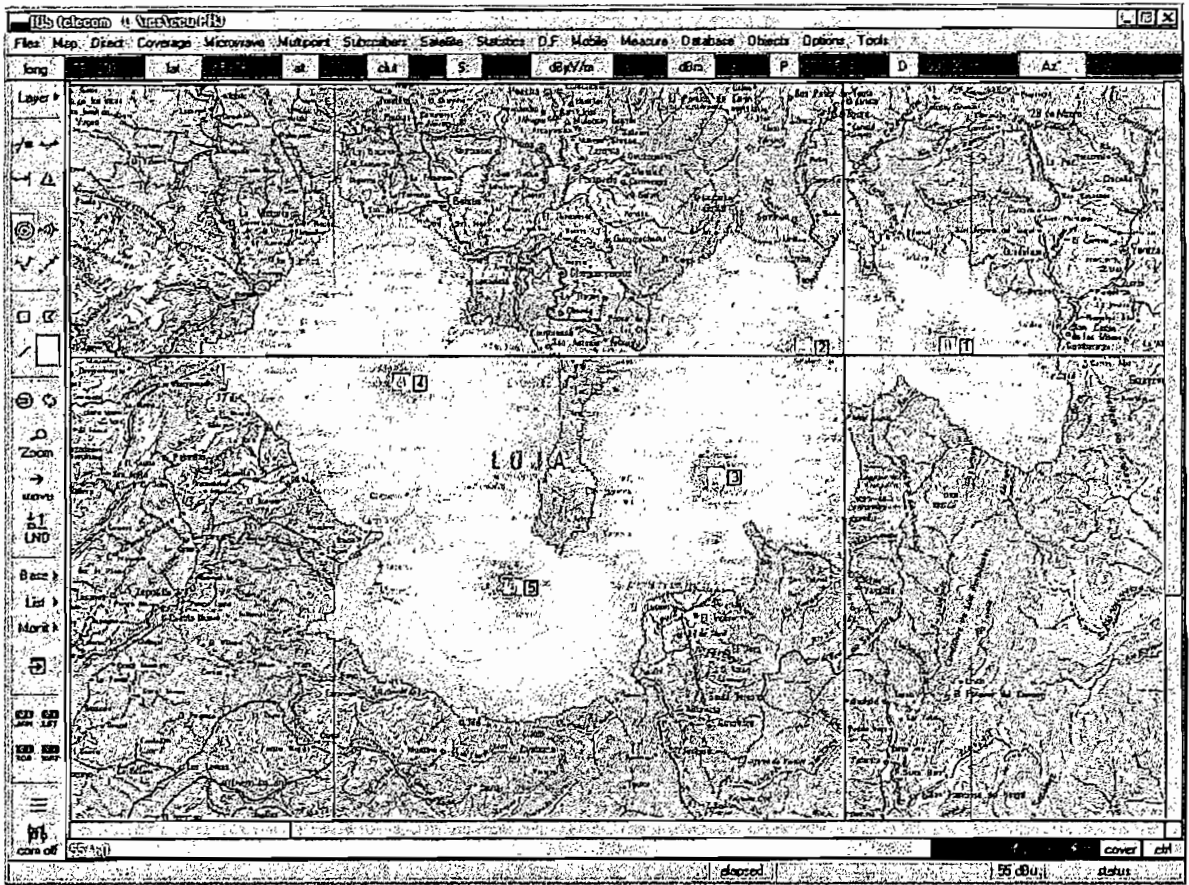


Tabla N° A4.27 Parámetros de Simulación.

EL ORO	Frecuencia (MHz)	Potencia (w)	Altura de las antenas (m)
FIG: 160 – 161	108	1000	10
FIG: 162 – 163	174	25	10
FIG: 164 – 165	512	25	10
FIG: 166	667.750	5000	10

Tabla N° A4.28 Cerros más utilizados en la provincia de El Oro.

Ubicación propuesta para la EMRR.	NOMENCLATURA UTILIZADA	
	NÚMERO	CERRO
PORTOVELO	1	PUCARA
	2	PACCHA
MACHALA	3	EL OBISPO
	4	LA LIBERTAD

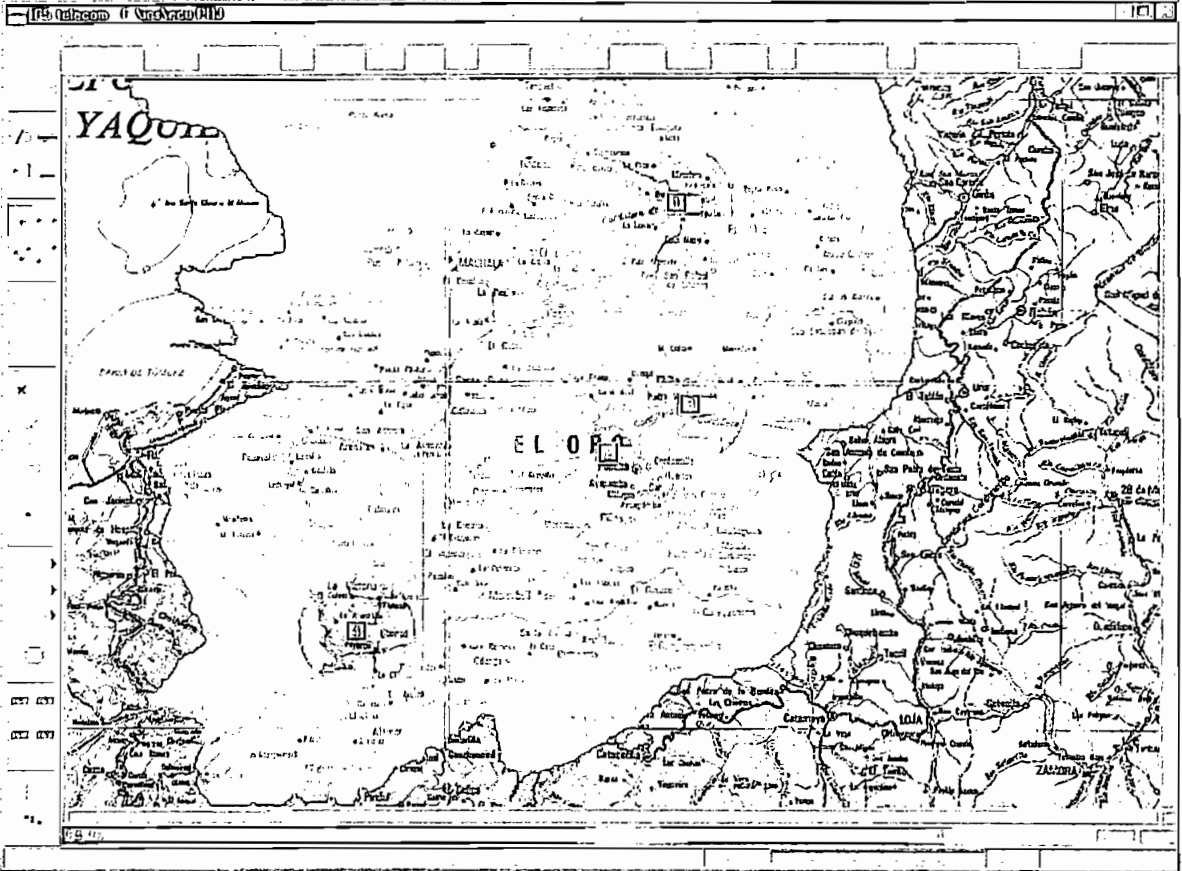


FIG. N° 160

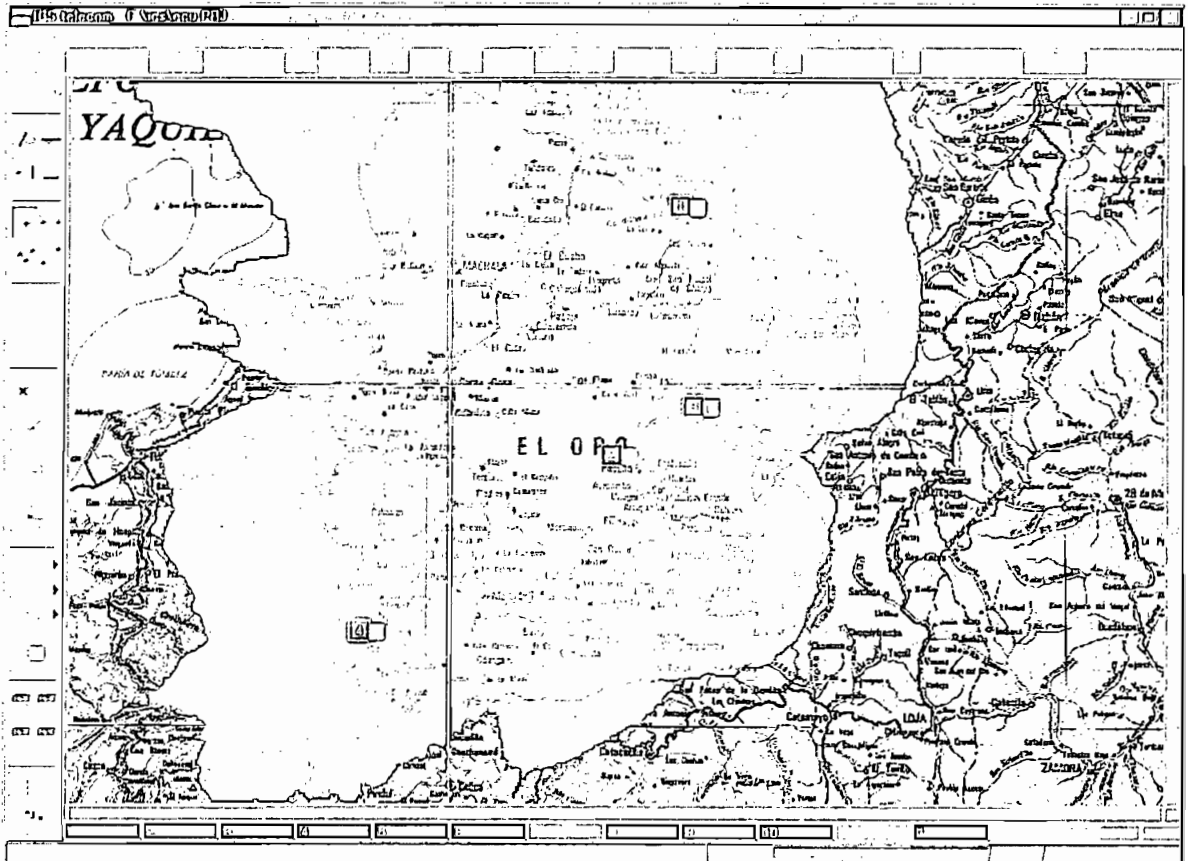


FIG. N° 161

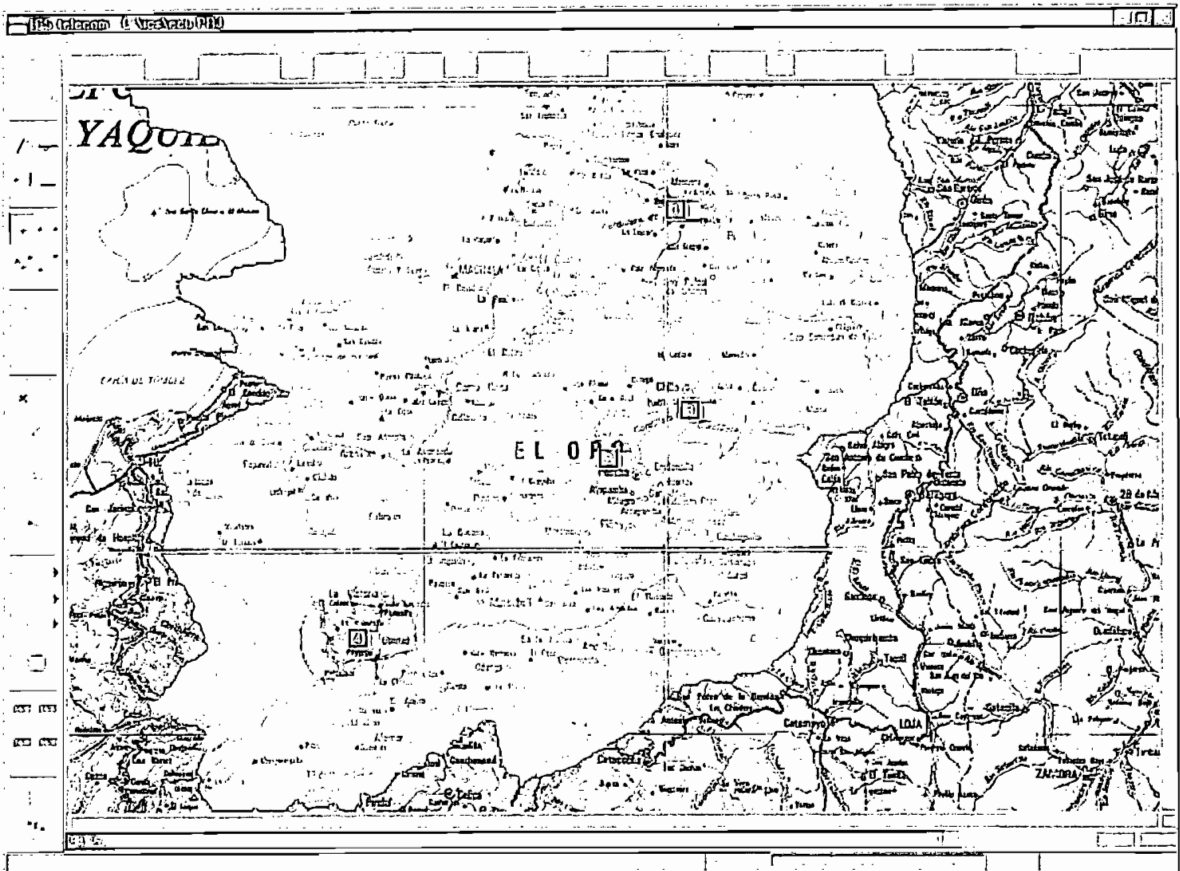


FIG. 162

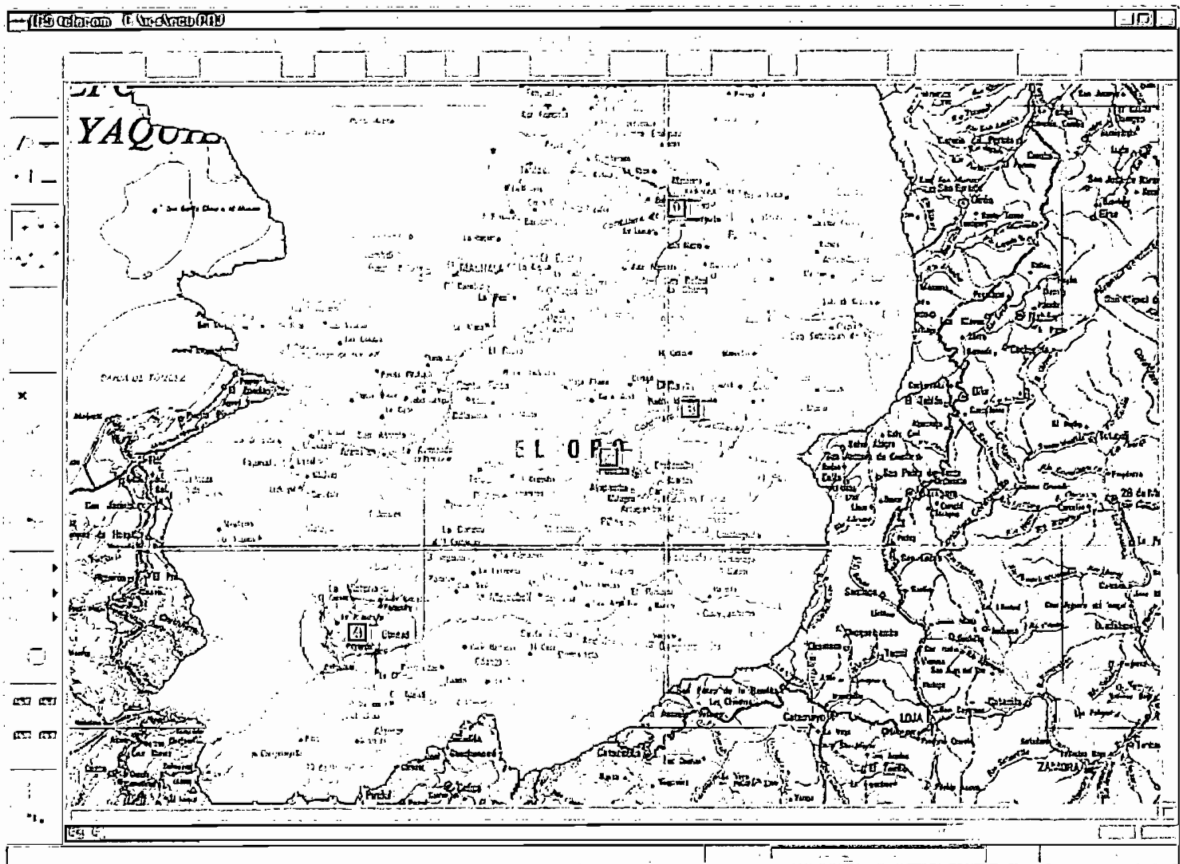


FIG. 163

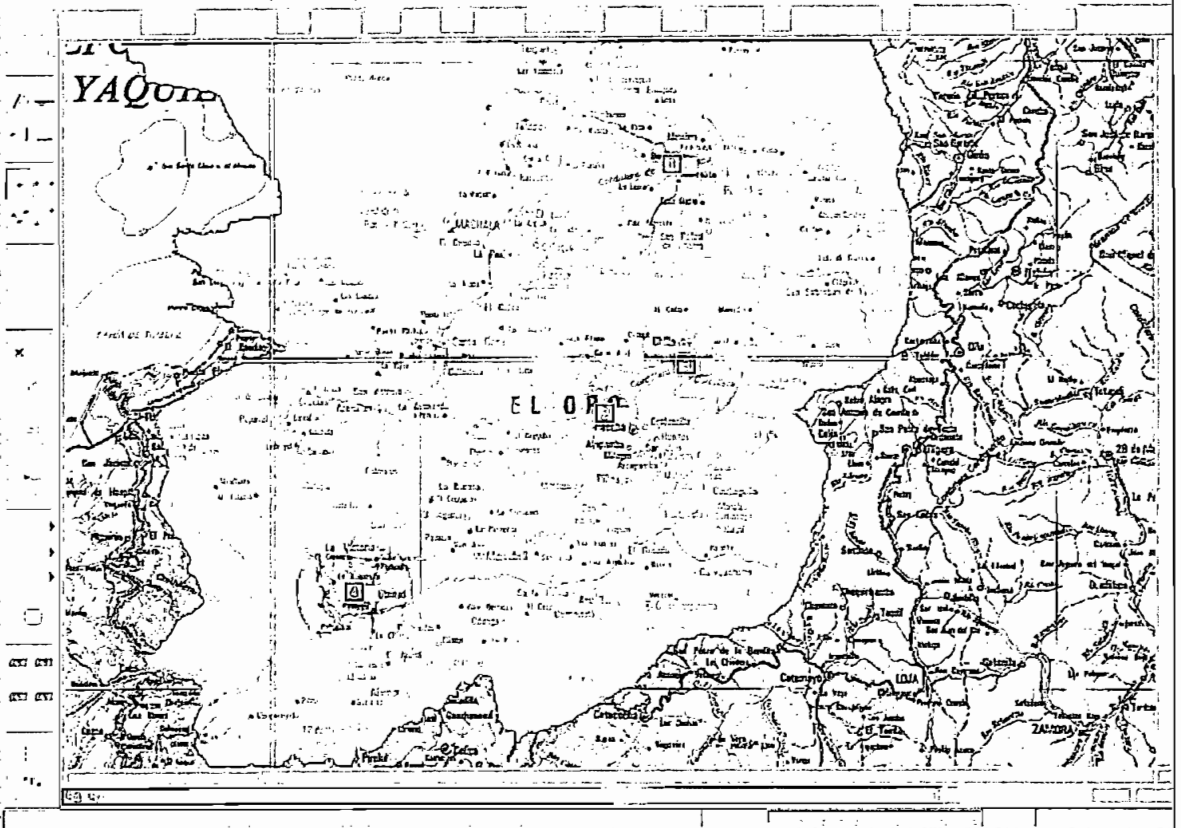


FIG. 164

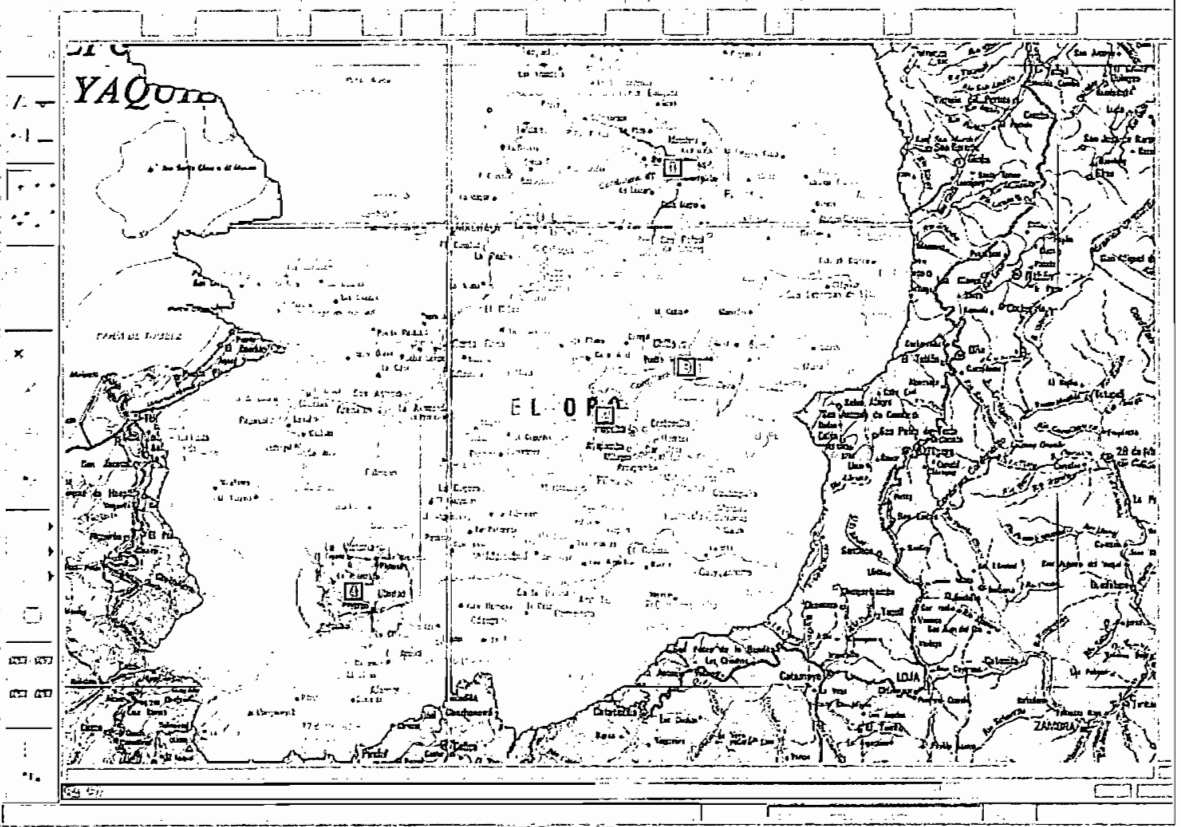


FIG. 165

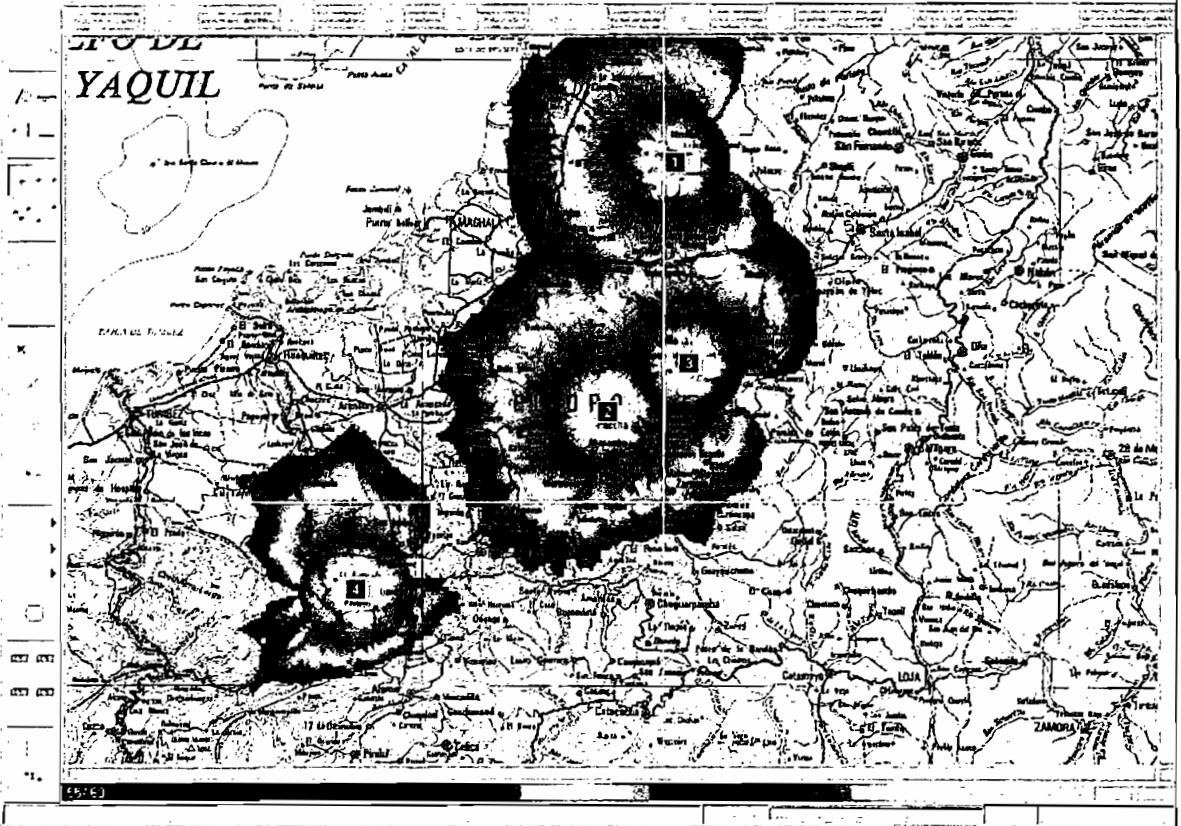


FIG. N° 166

Tabla N° A4.29 Parámetros de Simulación.

GALÁPAGOS	Frecuencia (MHz)	Potencia (w)	Altura de las antenas (m)
FIG: 167 – 168	108	1000	10
FIG: 169	470	25	10

Tabla N° A4.30 Cerros más utilizados en la provincia de Galápagos.

Ubicación propuesta para la EMRR.	NOMENCLATURA UTILIZADA	
	NÚMERO	CERRO
PUERTO BAQUERIZO MORENO	1	SAN JOAQUÍN
	2	CROKET

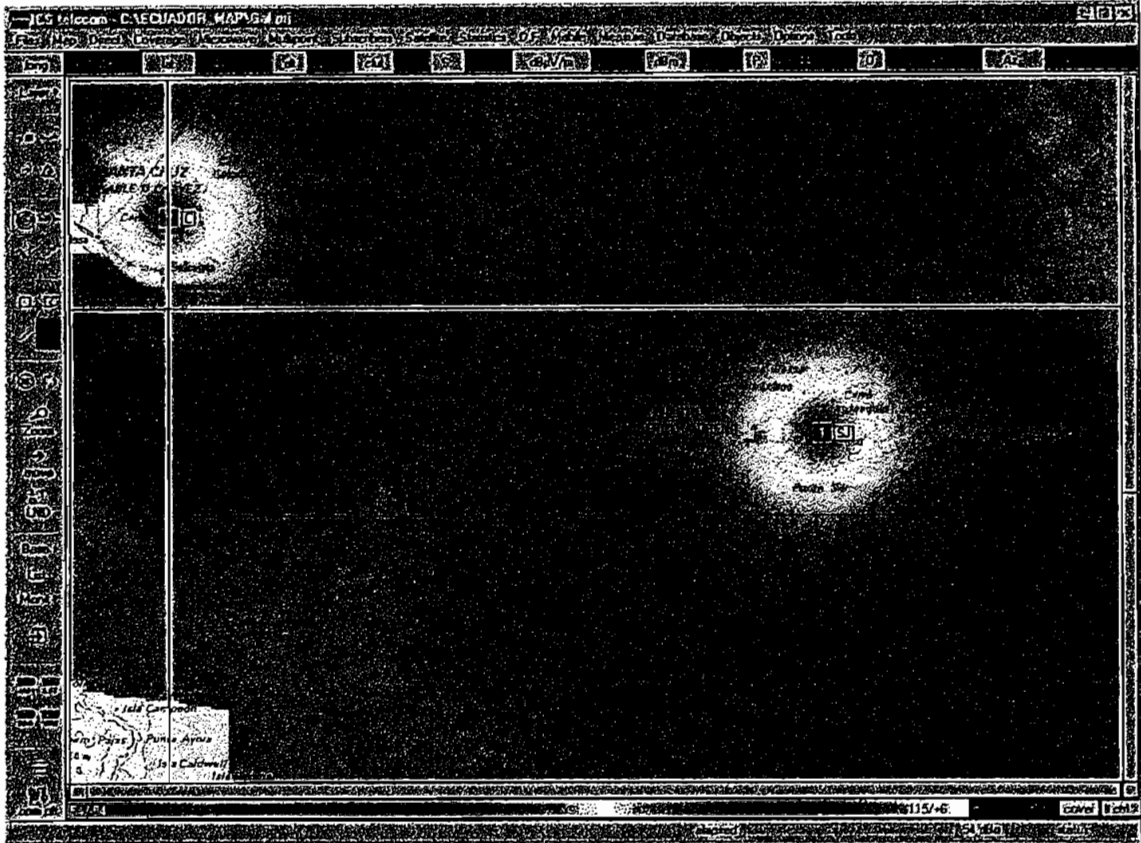


FIG. N°167

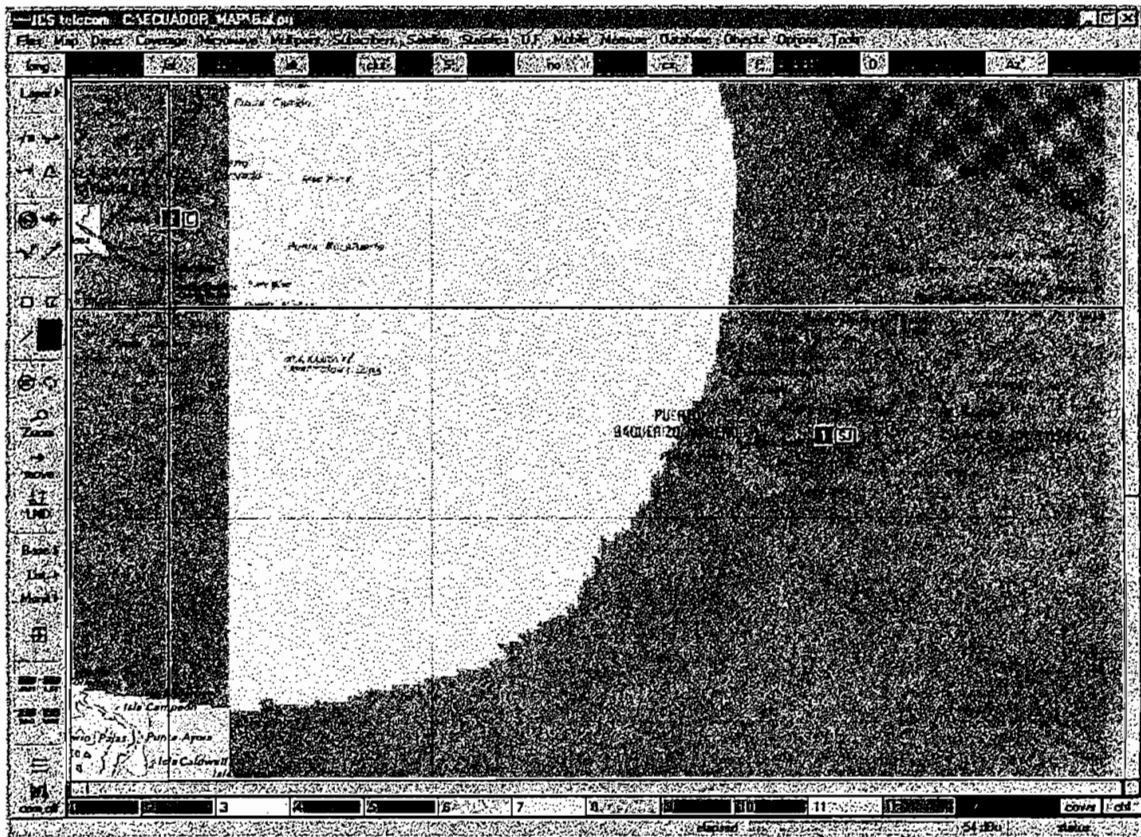


FIG. N°168

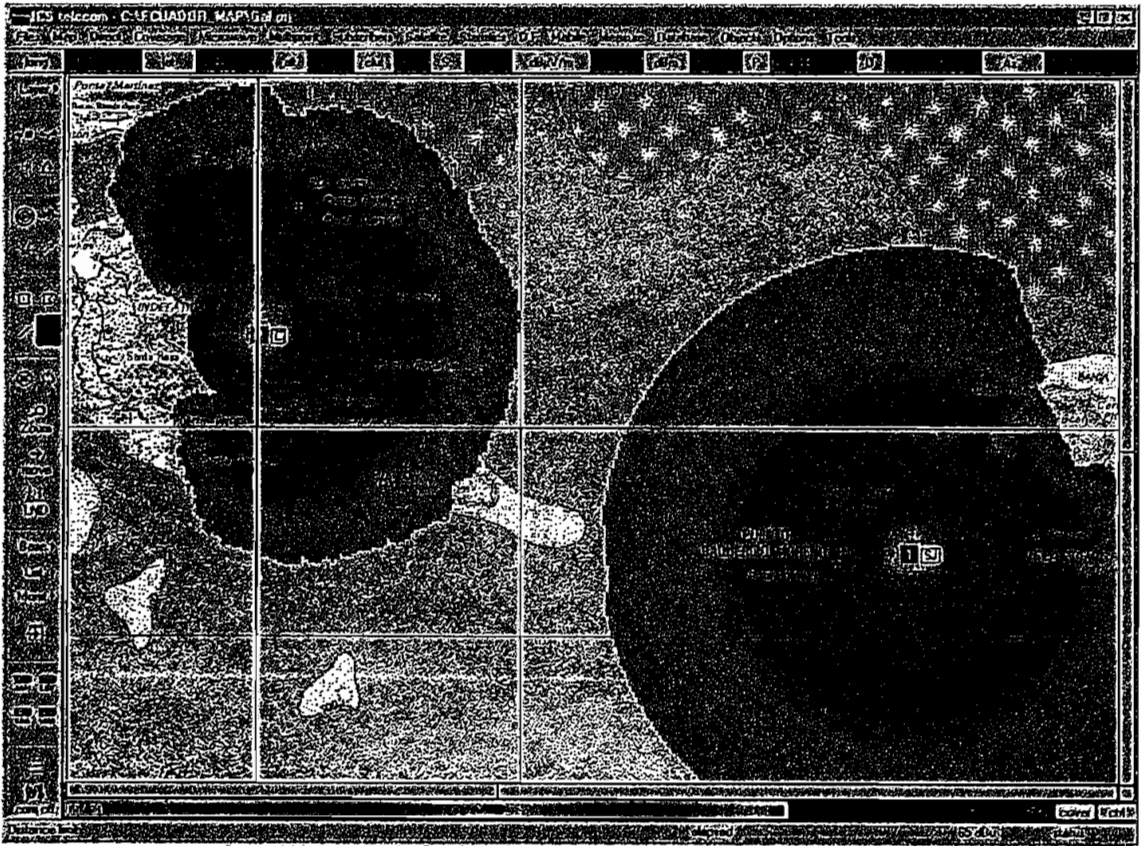


FIG. N°169

Anexo N° 5 FUNCIÓN PRONÓSTICO

Calcula o pronostica un valor futuro a través de los valores existentes. La predicción del valor es un valor "y" teniendo en cuenta un valor "x". Los valores conocidos son valores x y valores y existentes, y el nuevo valor se pronostica utilizando regresión lineal. Esta función se puede utilizar para realizar previsiones de ventas, establecer requisitos de inventario o tendencias de los consumidores.

- La ecuación de la función PRONOSTICO es $a + bx$ donde:

$$a = \bar{Y} - b\bar{X}, \quad b = \frac{n \sum xy - (\sum x)(\sum y)}{n \sum x^2 - (\sum x)^2}$$

X es el dato cuyo valor desea predecir.

Y es la matriz o rango de datos dependientes.

X es la matriz o rango de datos independientes.

Anexo N° 6 Protocolos VPN.

Se han desarrollado diversos protocolos para uso con VPN. Su objetivo es cubrir algunas de las falencias de seguridad inherentes a las VPN.

Protocolo Túnel Punto a Punto (PPTP).

Fue propuesto por Microsoft y lo implementan fabricantes como Ascend, 3Com, Cisco, etc.; es de uso libre y viene con MS Windows NT, Win98, Win 2000 y Linux

El Protocolo de Túnel Punto a Punto (PPTP- Point-to-Point Tunneling Protocol) es un protocolo de capa 2 que encapsula tramas PPP (PPP- Point-to-Point Protocol) en datagramas IP para transmitirlos por una red IP como Internet o una intranet privada.

Basa su operación en la apertura de dos canales:

- Un canal de control. Es una conexión TCP estándar responsable del establecimiento, administración y liberación del canal de datos.
- Un canal de datos, PPTP encapsula cualquier protocolo sobre PPP. A su vez, PPP es encapsulado sobre IP mediante GRE (Generi Routing Encapsulation Tunnels).

Existen dos posibilidades en la implementación de las sesiones PPTP:

- La primera en la que la sesión es iniciada en un cliente que maneja PPTP y termina en el servidor PPTP.
- La segunda posibilidad se tiene cuando la sesión no es iniciada en el cliente sino en el proveedor de Internet el cual establece una sesión PPTP con el servidor destino.

Características.

- PPTP permite la transferencia segura de datos desde un equipo remoto a un servidor privado al crear una red privada virtual a través de redes de datos basadas en TCP/IP.
- PPTP acepta redes privadas virtuales bajo demanda y multiprotocolo a través de redes públicas, como Internet.
- PPTP establece un túnel o encapsula los protocolos IP, IPX o NetBEUI en datagramas PPP. Esto significa que puede ejecutar de forma remota aplicaciones que dependen de protocolos de red específicos. El servidor de túnel ejecuta todas las comprobaciones y validaciones de seguridad, y activa el cifrado de los datos, lo que hace mucho más seguro el envío de información a través de redes no seguras. También se puede utilizar PPTP para establecer conexiones de LAN a LAN privadas.

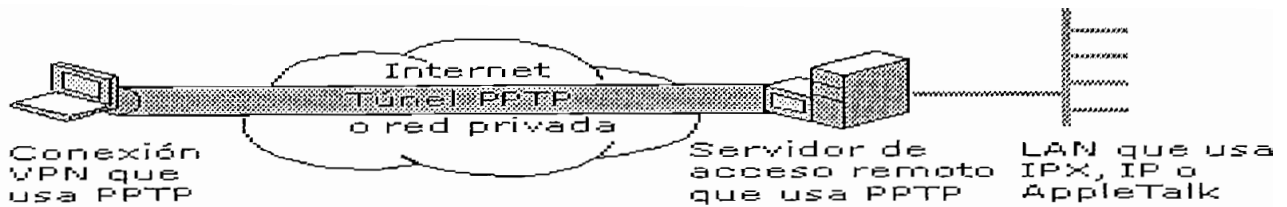


Figura Nº 01. Túnel PPTP.

Protocolo túnel de dos capas (L2TP).

Los conceptos básicos de L2TP (Layer 2 Tunneling Protocol) fueron adoptados de L2F (Layer 2 Forwarding), desarrollado para productos marca Cisco y se añadieron características de PPTP.

L2TP es un protocolo que transporta en un túnel el tráfico PPP sobre redes de conmutación de paquetes como IP, ATM, Frame Relay, X.25. Carece de una encriptación estándar.

Opera a nivel de capa dos del modelo OSI, por lo que corresponde a una implementación nodo a nodo (los nodos deben ser compatibles).

Al igual que PPTP, L2TP encapsula las tramas del Protocolo punto a punto (PPP), que a su vez encapsulan los protocolos IP, IPX o NetBEUI, con lo que permiten que los usuarios ejecuten de forma remota aplicaciones que dependen de protocolos de red específicos.

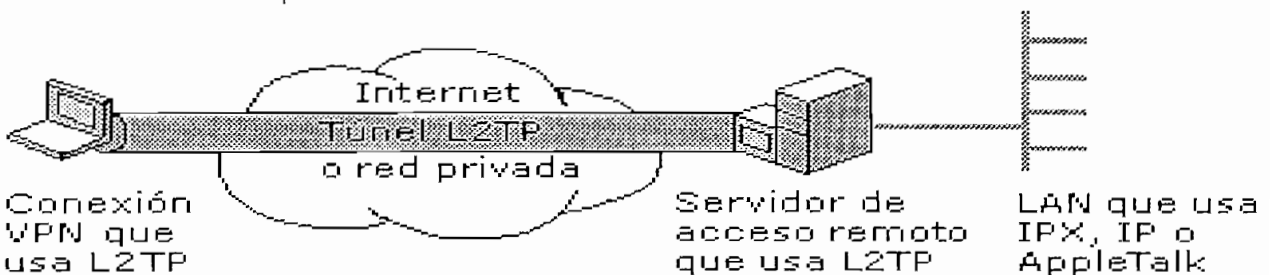


Figura Nº 02: Túnel L2TP.

L2TP es implementado ya sea para clientes o para ISPs que forman el túnel desde su red hasta el servidor L2TP.

GRE (Generic Routing Encapsulation).

GRE es un protocolo utilizado para formar un túnel entre un router de ingreso y egreso. Además es un estándar genérico que puede ser de utilidad para encapsular cualquier tipo de protocolo.

Si el protocolo de transporte y el protocolo transportado es IPv4, el estándar usado es RFC 1702, el cual está diseñado para implementar túneles GRE sobre backbones IP.

Una versión especial, GREv2, es usada para transportar PPTP sobre IP.

Protocolo Internet seguro (IPsec).

Es una colección de protocolos bajo desarrollo por el IETF para soportar intercambio seguro de paquetes a nivel de capa IP, ofreciendo confidencialidad, integridad y autenticación de los extremos. Es obligatorio para soluciones IPv6, para el cual fue definido, y ha sido adaptado para soluciones IPv4, en las que es optativo.

Se puede usar para formar VPNs en ambientes intranets e Internet o simplemente como el esquema de encriptación con L2TP o PPTP.

Está definido en la capa tres de OSI. Extiende el estándar IP para soportar servicios basados en Internet (aparte de VPN) de forma más segura. Por motivos de seguridad oculta la dirección IP.

Soporta dos modos:

- IPsec en modo transporte.: Se encripta sólo los datos.
- IPsec en modo túnel: se encripta el paquete completo.

El modo de transporte es utilizado por el host que genera los paquetes. En este modo, los headers de seguridad son antepuestos a los de la capa de transporte, antes de que el header IP sea incorporado al paquete. En otras palabras, AH cubre el header TCP y algunos campos IP, mientras que ESP cubre la encriptación del header TCP y los datos, pero no incluye ningún campo del header IP.

El modo de túnel es usado cuando el header IP entre extremos está ya incluido en el paquete, y uno de los extremos de la conexión segura es un gateway. En este modo, tanto AH como ESP cubren el paquete entero, incluyendo el header IP entre los extremos, agregando al paquete un header IP que cubre solamente el salto al otro extremo de la conexión segura, que, por supuesto, puede estar a varios saltos del gateway.

Los enlaces seguros de IPsec son definidos en función de la Asociación de Seguridad (SA- Security Associations). Una SA representa una conexión lógica unidireccional entre dos entidades IPsec, y ofrece servicios de seguridad al tráfico mantenido por ella.

IPsec provee confidencialidad, integridad, autenticidad y protección a repeticiones mediante dos protocolos (cabeceras que son añadidas al nivel IP), que son Authentication Protocol (AH) y Encapsulated Security Payload (ESP). La primera ofrece integridad en las conexiones, autenticación de origen y opcionalmente servicio anti- reenvío. La segunda es más completa y además de los servicios ofrecidos por AH ofrece confidencialidad.

- Por confidencialidad se entiende que los datos transferidos sean sólo entendidos por los participantes de la sesión.

- Por integridad se entiende que los datos no sean modificados en el trayecto de la comunicación.
- Por autenticidad se entiende por la validación de remitente de los datos.
- Por protección a repeticiones se entiende que una sesión no pueda ser grabada y repetida salvo que se tenga autorización para hacerlo.

Tanto AH como ESP se basan en la existencia de una suite criptográfica previamente negociada para el autenticado y cifrado de los paquetes.

El resultado es una conexión IP virtual que nos permite definir nuestra VPN.

Características.

IPSec trata de remediar algunas falencias de IP, tales como protección de los datos transferidos y garantía de que el emisor del paquete sea el que dice el paquete IP. Si bien estos servicios son distintos, IPSec da soporte a ambos de una manera uniforme.

La configuración de IPsec en modo túnel permite el cifrado de todos los datagramas de una red con destino la subred remota con un túnel seguro en los routers.

El empleo de los túneles de IPsec es la solución más flexible en la actualidad a la hora de realizar VPN's seguras, ya que no requiere ninguna modificación en las configuraciones de los equipos de las subredes, permitiendo además, el empleo de direccionamientos privados para la transmisión de la información sin necesidad de emplear técnicas NAT.

Esta solución permite establecer túneles seguros sobre redes no confiables.

Intercambio de claves: IKE

Los mecanismos de seguridad de IPSec se basan en que las entidades deben establecer una negociación, en la cual ambas partes se ponen de acuerdo en los algoritmos criptográficos utilizados, en qué claves utilizar, y otros parámetros.

Esta negociación no se puede establecer a nivel de red, por lo que es necesario un protocolo de nivel superior. El estándar actual es IKE (Internet Key Exchange), también conocido como Internet Security Association and Key Management Protocol (ISAKMP/Oakley).

Este protocolo se basa en una negociación en dos fases. En la primera se establece una SA ISAKMP con la cual las entidades realizan la negociación y autenticación. En la segunda se establece una SA que será usada para la comunicación entre los extremos.

Protocolo de seguridad SOCKS.

Proporciona una alternativa única a otros VPN, funciona como la capa cinco (de sesión) en OSI.

SOCKS provee un proxy a nivel de capa sesión también conocido como el Proxy a nivel de circuito. Establece una conexión proxy entre una entidad interna y una entidad externa.

No importa la aplicación que pase a través del proxy (no es un proxy de aplicación). Dado el nivel al que trabaja, permite limitar el tráfico a ciertas aplicaciones.

Con SOCKSv4 la aplicación debía ser compilada con bibliotecas SOCKS. Ahora con SOCKSv5 y productos provistos por NEC y Aventail, y las bibliotecas para Unix y Windows sólo se necesita usar el software de cliente y servidor sin modificar la aplicación.

Seguridad Mejorada

Las conexiones de red privada virtual (VPN) habilitadas para PPTP y L2TP se autentican mediante métodos de autenticación PPP de nivel de usuario. Entre ellos se incluyen:

Protocolo de autenticación por desafío mutuo (CHAP)

El Protocolo de autenticación por desafío mutuo (CHAP) negocia una forma protegida de autenticación cifrada que utiliza Message Digest 5 (MD5), un esquema de hash estándar.

Un esquema de hash es un método de transformación de datos (por ejemplo, una contraseña) en el que el resultado es único y no se puede devolver a su forma original.

CHAP utiliza un mecanismo de desafío y respuesta con un hash unidireccional de MD5 en la repuesta. De esta forma, puede probar al servidor que conoce la contraseña sin enviar realmente la contraseña a través de la red. Al aceptar CHAP y MD5, Conexiones de red y acceso telefónico puede conectar de forma segura con casi todos los servidores PPP.

Cuando se conecta con otros servidores o clientes de acceso remoto, el acceso remoto de Windows 2000 puede negociar la autenticación en texto simple si el otro producto no acepta la autenticación cifrada.

Protocolo de autenticación por desafío mutuo de Microsoft (MS-CHAP)

Microsoft ha creado MS-CHAP para autenticar estaciones de trabajo Windows remotas, y proporciona la funcionalidad a la que los usuarios de LAN están habituados, al mismo tiempo que integra los algoritmos de cifrado y de hash que

se utilizan en redes de Windows. Utiliza un mecanismo de desafío y respuesta con cifrado unidireccional de la respuesta.

Siempre que es posible, MS-CHAP es coherente con el estándar CHAP. Su paquete de respuesta tiene un formato diseñado específicamente para los productos de red de Windows NT y Windows 2000, y Windows 95 y posteriores.

Además, MS-CHAP no requiere el uso de contraseñas de texto simple o con formato reversible.

El administrador del sistema puede definir reglas de intentos de autenticación y cambio de contraseñas para los usuarios que conecten con el servidor.

Protocolo de Autenticación Extensible (EAP)

EAP (Extensible Authentication Protocol) es una extensión del Protocolo punto a punto (PPP). EAP se desarrolló como respuesta al aumento de la demanda de autenticación de usuarios de acceso remoto que utilice otros dispositivos de seguridad.

EAP proporciona un mecanismo estándar para aceptar métodos de autenticación adicionales junto con PPP. Al utilizar EAP, se pueden agregar varios esquemas de autenticación, entre los que se incluyen tarjetas de identificación, contraseñas de un solo uso, autenticación por clave pública mediante tarjetas inteligentes, certificados y otros. EAP, junto con los métodos de autenticación EAP de alto nivel, es un componente tecnológico crítico para las conexiones seguras a través de una red privada virtual (VPN), puesto que ofrece mayor seguridad frente a ataques físicos o de diccionario y de investigación de contraseñas, que otros métodos de autenticación, como CHAP

Anexo N° 07

ANDINATEL			
<i>PROVINCIAS</i>	<i>CIUDAD</i>	<i>DIRECCIÓN</i>	<i>TELÉFONO</i>
CARCHI	TULCAN	CALLE 9 DE OCTUBRE Y MALDONADO	981720
CARCHI	SAN GABRIEL	MONTUFAR 757 Y CALDERON	291973
IMBABURA	COTACACHI	10 DE AGOSTO 1463 Y SALINAS	916579
		PALACIO MUNICIPAL	915115
PICHINCHA	YARUQUI	INTEROCEANICA Y PANECILLO	370741 / 374766
PICHINCHA	QUITO	CUENCA 477 (CONVENTO SAN FRANCISCO)	513077
PICHINCHA	SANTO DOMINGO DE LOS COLORADOS	VIA a QUITO, FRENTE AL HOSPITAL	759938
COTOPAXI	SALCEDO	GARCIA MORENO 543 Y SUCRE	800742
TUNGURAHUA	AMBATO	CEVALLOS 1624 Y MALDONADO	848049
ESMERALDAS	ESMERALDAS	BOLIVAR Y MALECON	728681
ESMERALDAS	SAN LORENZO	CALLE PRINCIPAL	566-360
CHIMBORAZO	RIOBAMBA	OLMEDO 2633 Y GARCIA MORENO	962957
SUCUMBIOS	NUEVA LOJA	AV. QUITO S/N Y CALLE PROGRESO	547348
SUCUMBIOS	TARAPOA	EDIFICIO DE LA MUNICIPALIDAD	954268
BOLIVAR	CALUMA	AV. LA NARANJA 169 ATRAS-COLISEO	974343
NAPO	BAEZA	CALLE PRINCIPAL S/N	658492
NAPO	TENA	AV. JUMANDY 536, BARRIO 2 RIOS	886033
ORELLANA	PTO. FCO. ORELLANA	ALEJANDRO LABAKA KM 1.5 VIA LAGO AGRIO	880098
PASTAZA	PUYO	EDIF. MISION DOMINICANA DEL P.	885166

PACIFICTEL			
<i>PROVINCIAS</i>	<i>CIUDAD</i>	<i>DIRECCIÓN</i>	<i>TELÉFONO</i>
MANABI	JIPIJAPA	NOBOA ENTRE COLON Y SANTIESTEB	600732
MANABI	PORTOVIEJO	5 DE JUNIO KM. 1 VIA PICOAZA	632768
MANABI	BAHIA	CALLE BOLIVAR 1115	630215
GUAYAS	GUAYAQUIL	AV. JUAN TANCA MARENGO KM 2.5	687444
GUAYAS	SALINAS	CDLA. LAS DUNAS SALINAS-LIBERTAD	777207
EL ORO	MACHALA	BOLIVAR 601 EDIF. ENCASA	935293
EL ORO	HUAQUILLAS	AV. LA REPUBLICA SEC.2 MZ.1 CASA 131	995353
EL ORO	PIÑAS	AV. HEROES DE PANUPALI Y AV. LOJA	976165
GALAPAGOS	PTO. AYORA	AV. QUITO Y ALSACIO NORTHIA (PTO. BAQUERIZO)	520672
LOJA	CARIAMANGA	18 DE NOVIEMBRE Y CENTENARIO	687308
LOJA	LOJA	CALLE ROCAFUERTE 1143 Y OLMEDO	570426
CAÑAR	AZOGUES	AV. VINTIMILLA 1-10 Y ORIENTE	241816
LOS RIOS	BABAHOYO	5 DE JUNIO 911 Y E. ALFARO	730674
MORONA SANTIAGO	SUCUA	DOMINGO COMIN S/N Y AMAZONAS	740161
MORONA SANTIAGO	MACAS	10 DE AGOSTO S/N	701838
MORONA SANTIAGO	GUALAQUIZA	FCO. DE ORELLANA Y 24 DE MAYO	780278
ZAMORA CHINCHIPE	ZAMORA	DIEGO DE VACA Y AV. EL MAESTRO	606575

ETAPA			
<i>PROVINCIA</i>	<i>CIUDAD</i>	<i>DIRECCIÓN</i>	<i>TELÉFONO</i>
AZUAY	GIRON	ANTONIO FLOR 657	275120
		SIMON BOLIVAR 410	275225
AZUAY	CUENCA	AV. HUAYNA CAPAC 526 Y MARISCAL LAMAR	831489

ANEXO N° 8. Radioenlaces Spread Spectrum

RADIOENLACE	N° DE FIGURA
OTAVALO – COTACACHI	01
SANLORENZO – ESMERALDAS	02 – 07
JAMBELI – NUEVA LOJA	08
BALZAPAMBA – BABAHOYO	09
COSANGA – TENA	10 – 11
SUCRE – PROROVIEJO	12
HUAQUILLAS – MACHALA	13
CARIAMANGA – LOJA	14 – 15
MORONA SANTIAGO	16 – 22
ZAMORA CHINCHIPE	23 – 25

Radioenlace: Otavalo – Cerro Cotacachi.

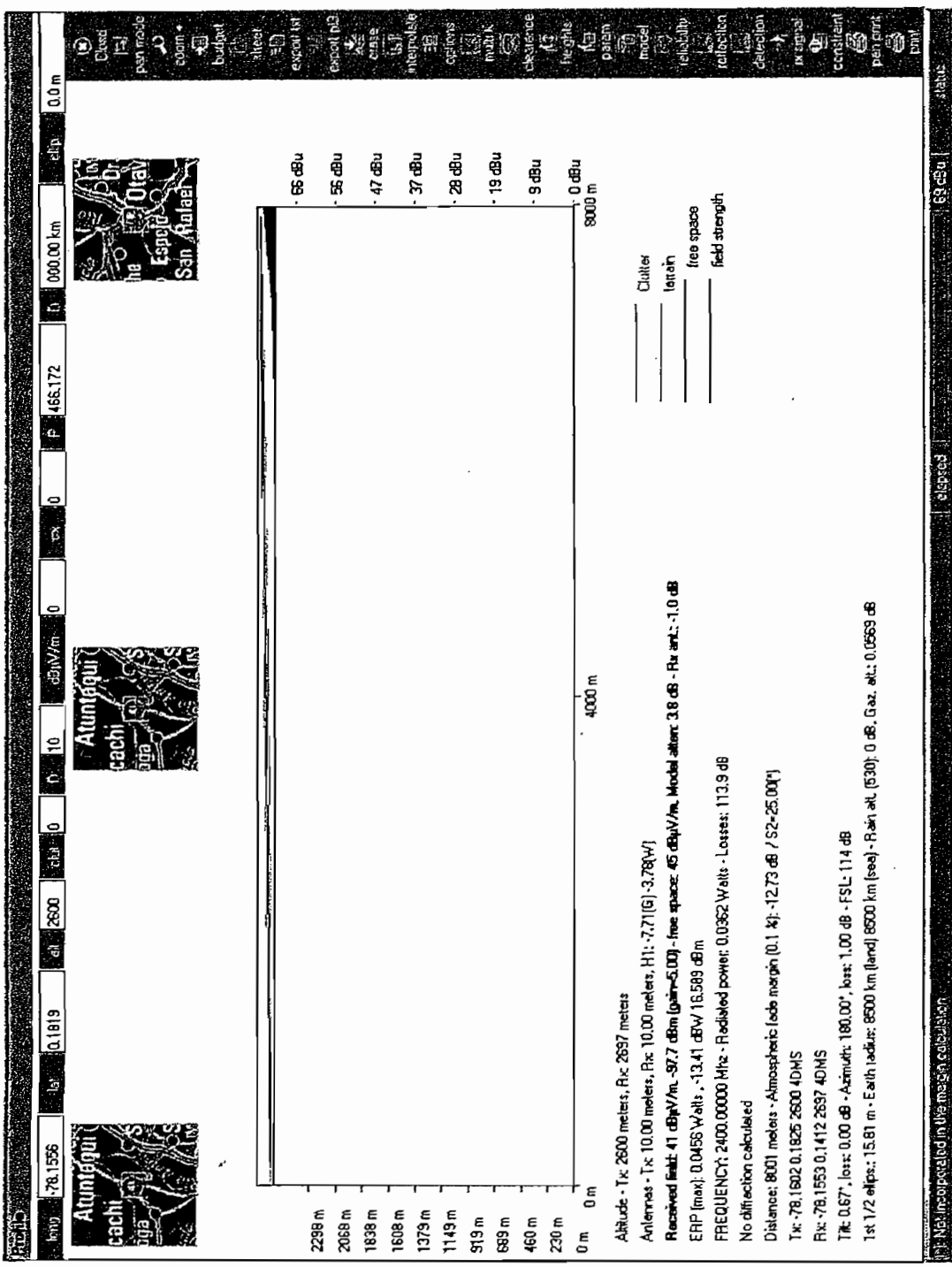


Grafico N°01.

Radioenlace: San Lorenzo – Esmeraldas.

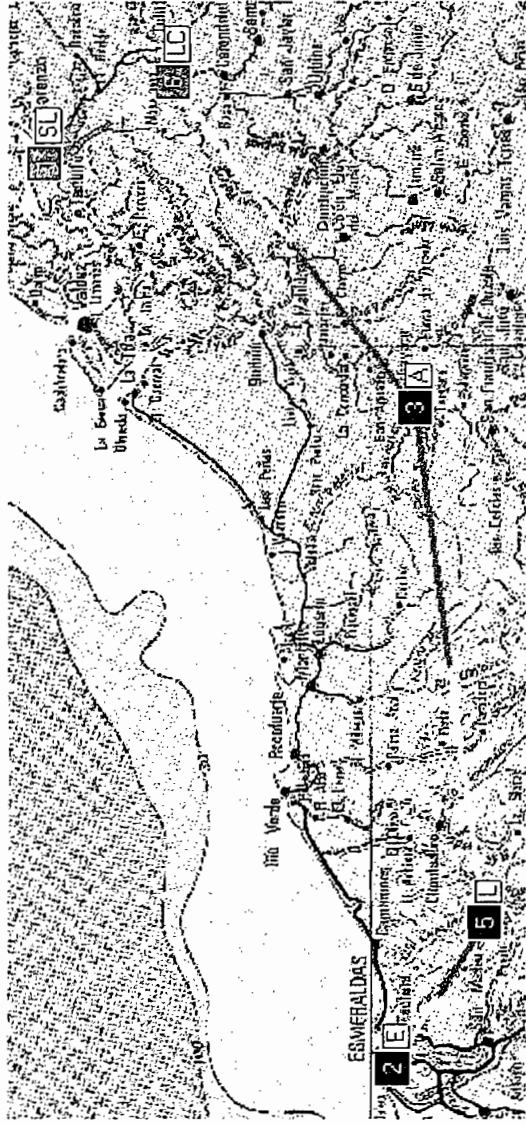


Grafico N°02.

Radioenlace: San Lorenzo – Loma de Calderón.

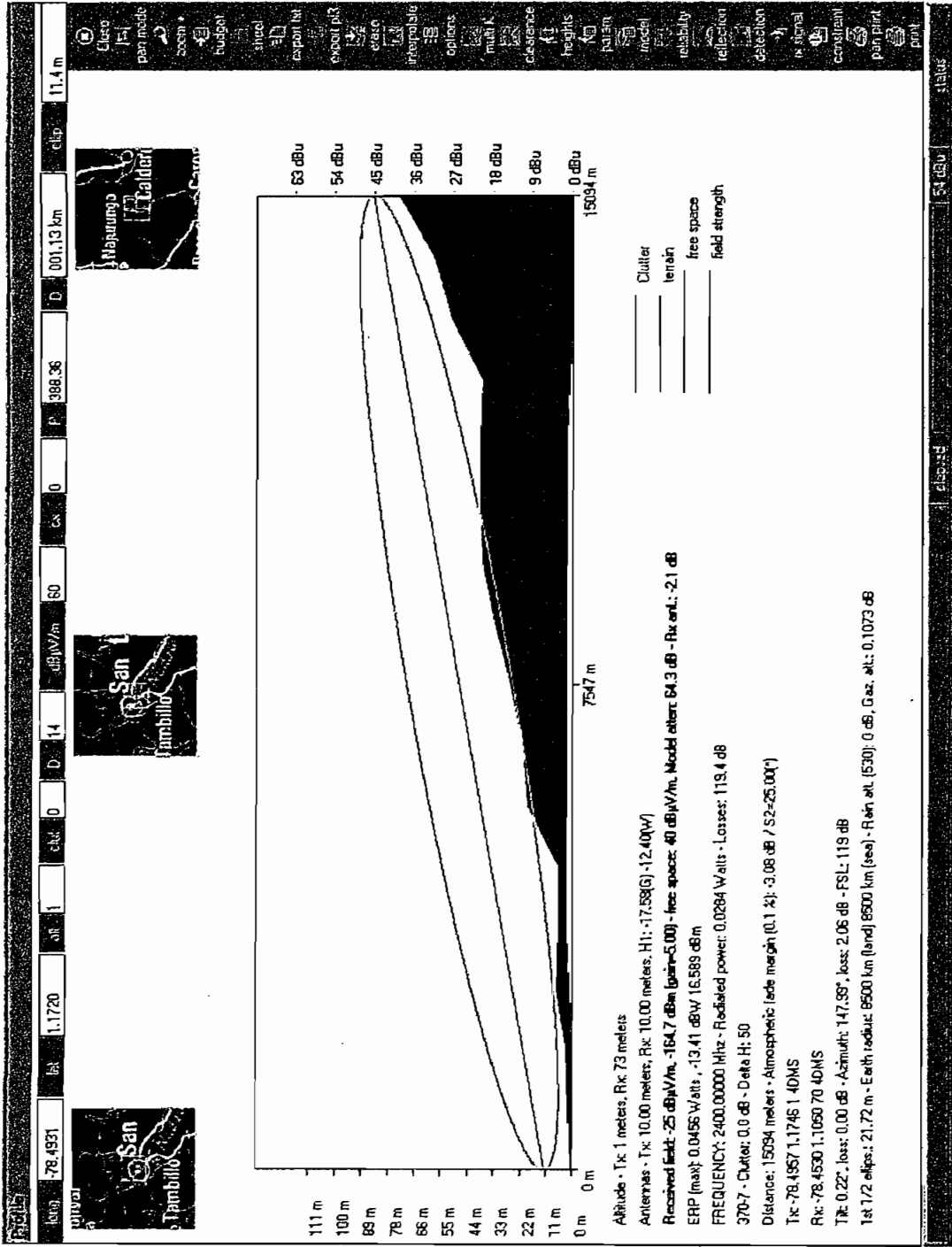


Gráfico N° 03.

Radioenlace: Loma de Calderón - Anchayacu.

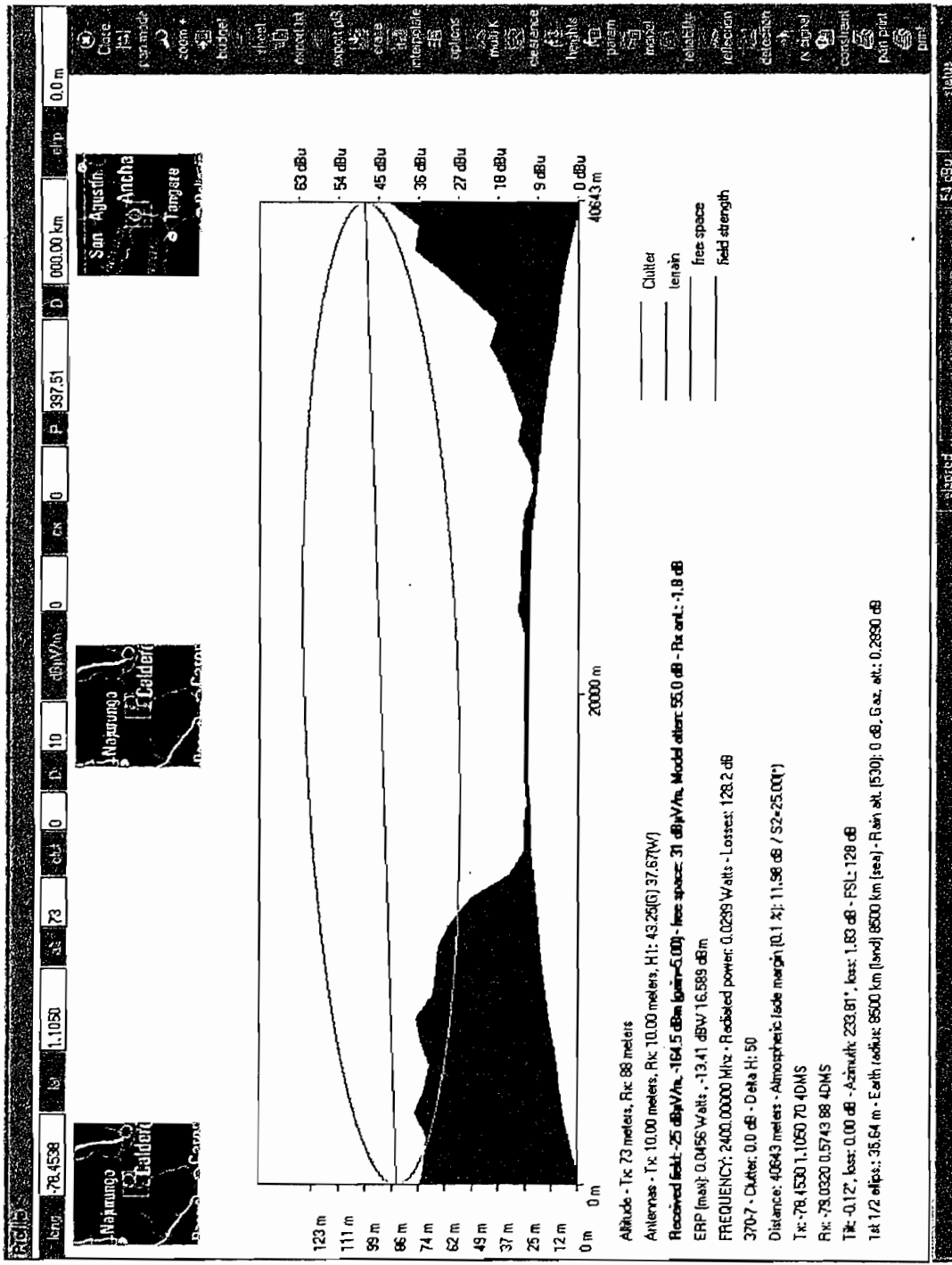
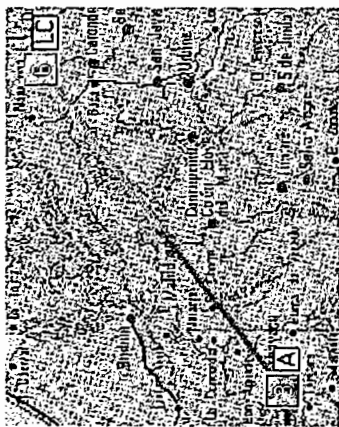


Gráfico N° 04.

Radioenlace: Anchayacu -- Cerro Los Libres.

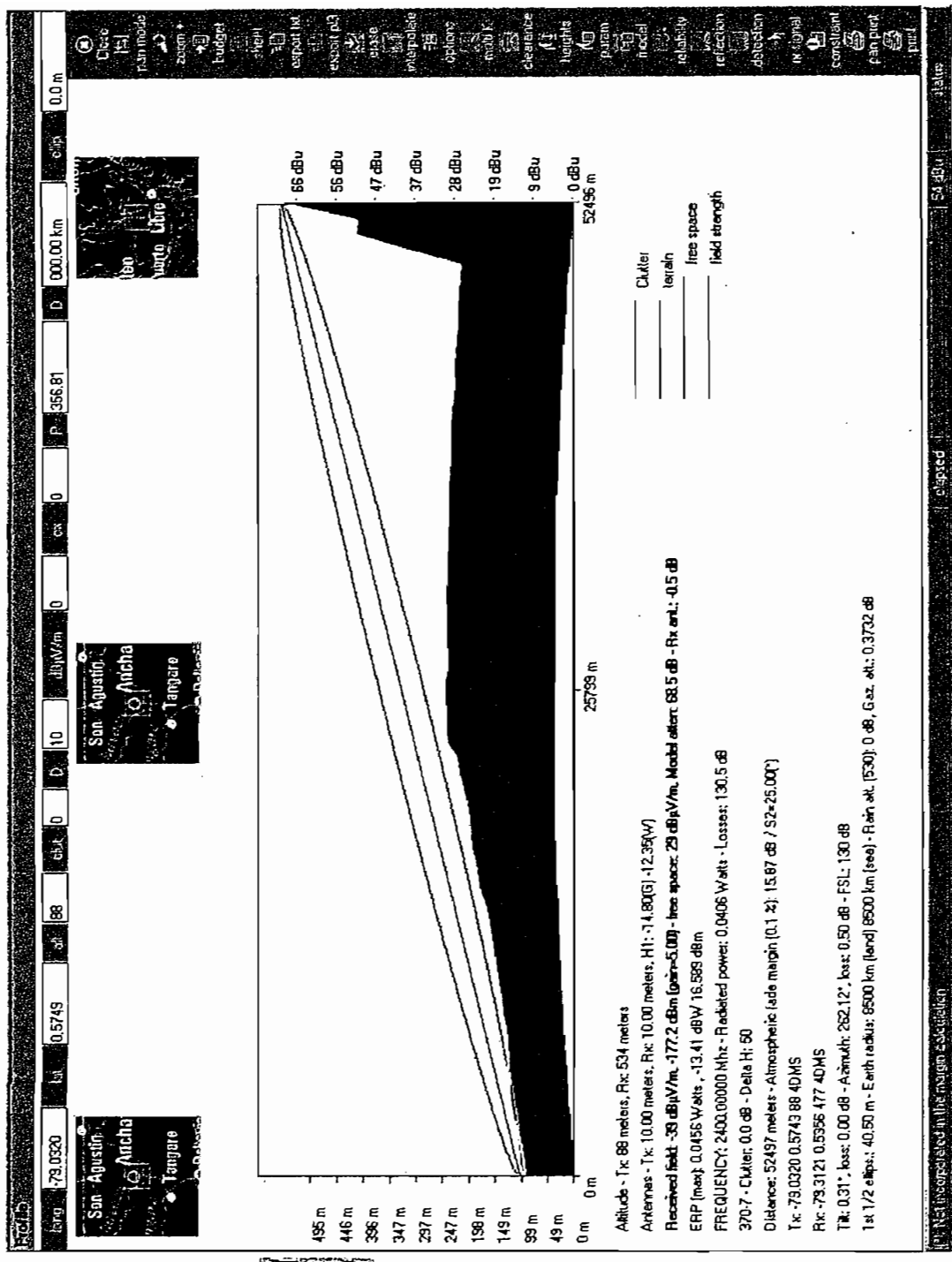


Gráfico N° 05.

Radioenlace: Cerro Los Libres – Esmeraldas.

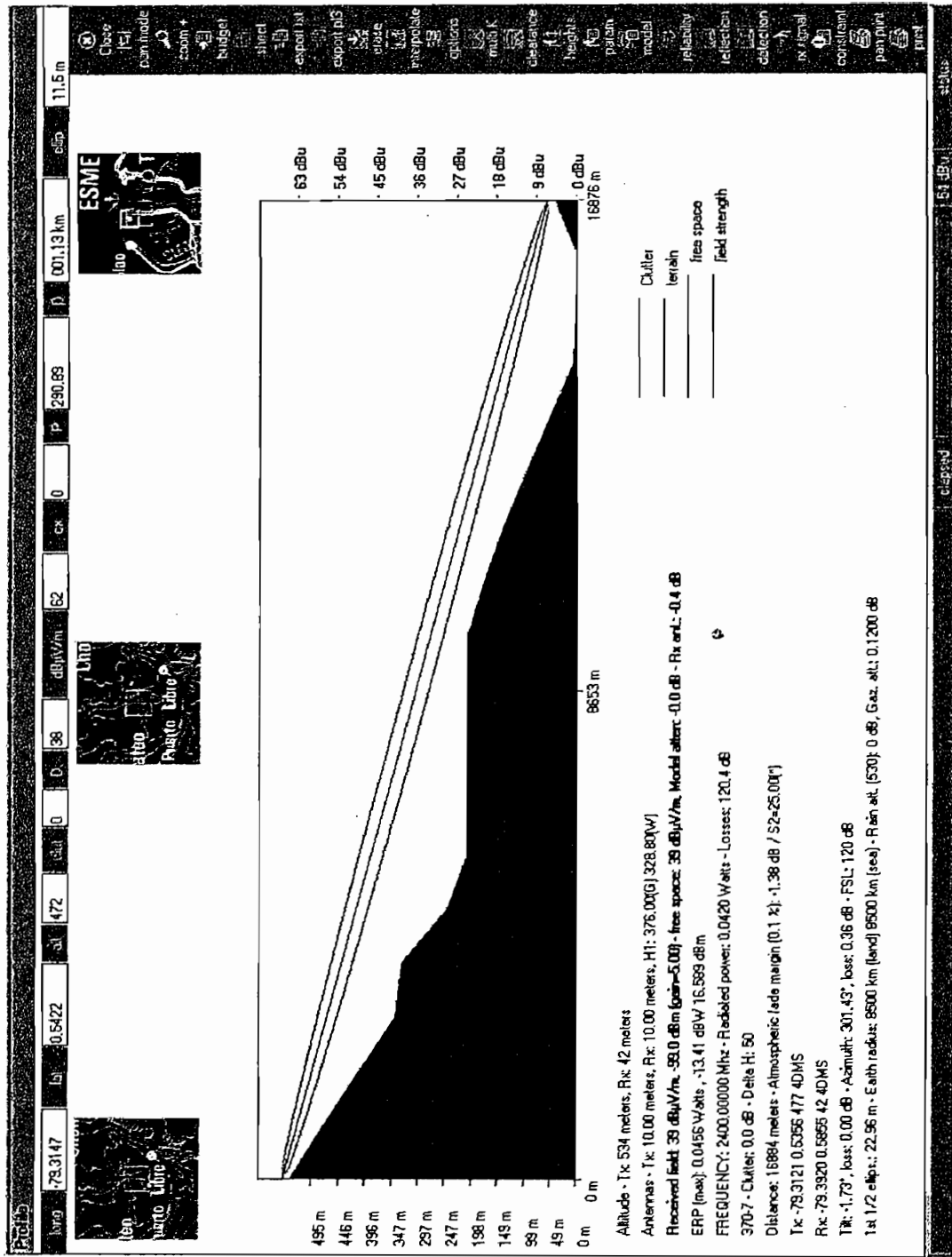


Gráfico N° 06.

Radioenlace: Jambell – Nueva Loja.

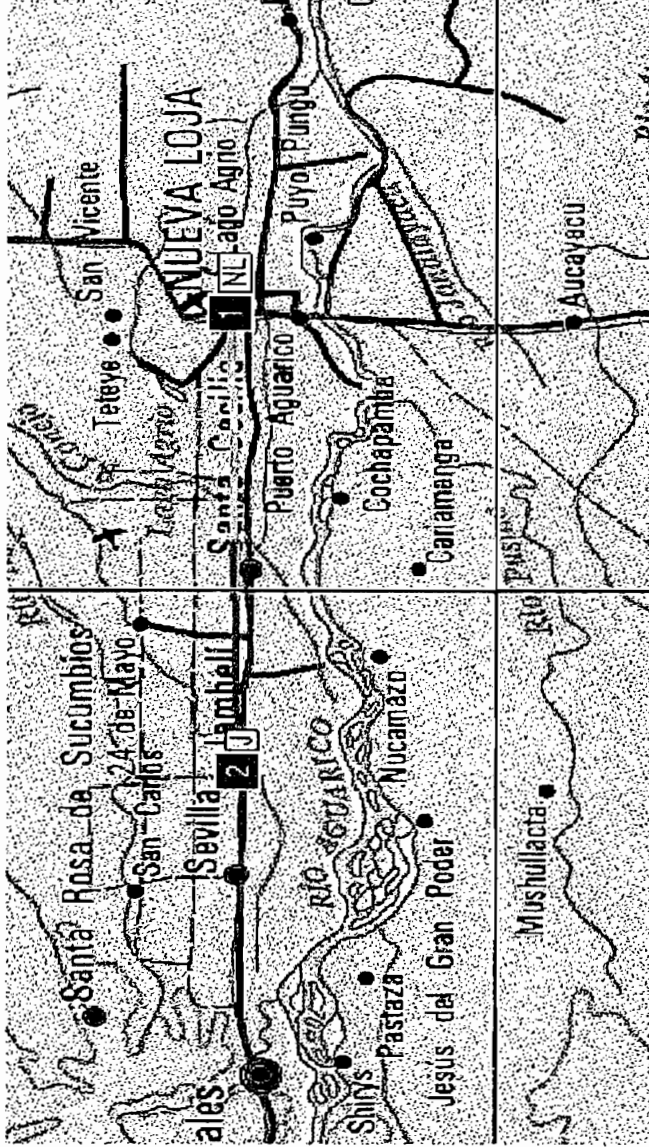


Gráfico N° 07.

Radioenlace: Jambeli - Nueva Loja.

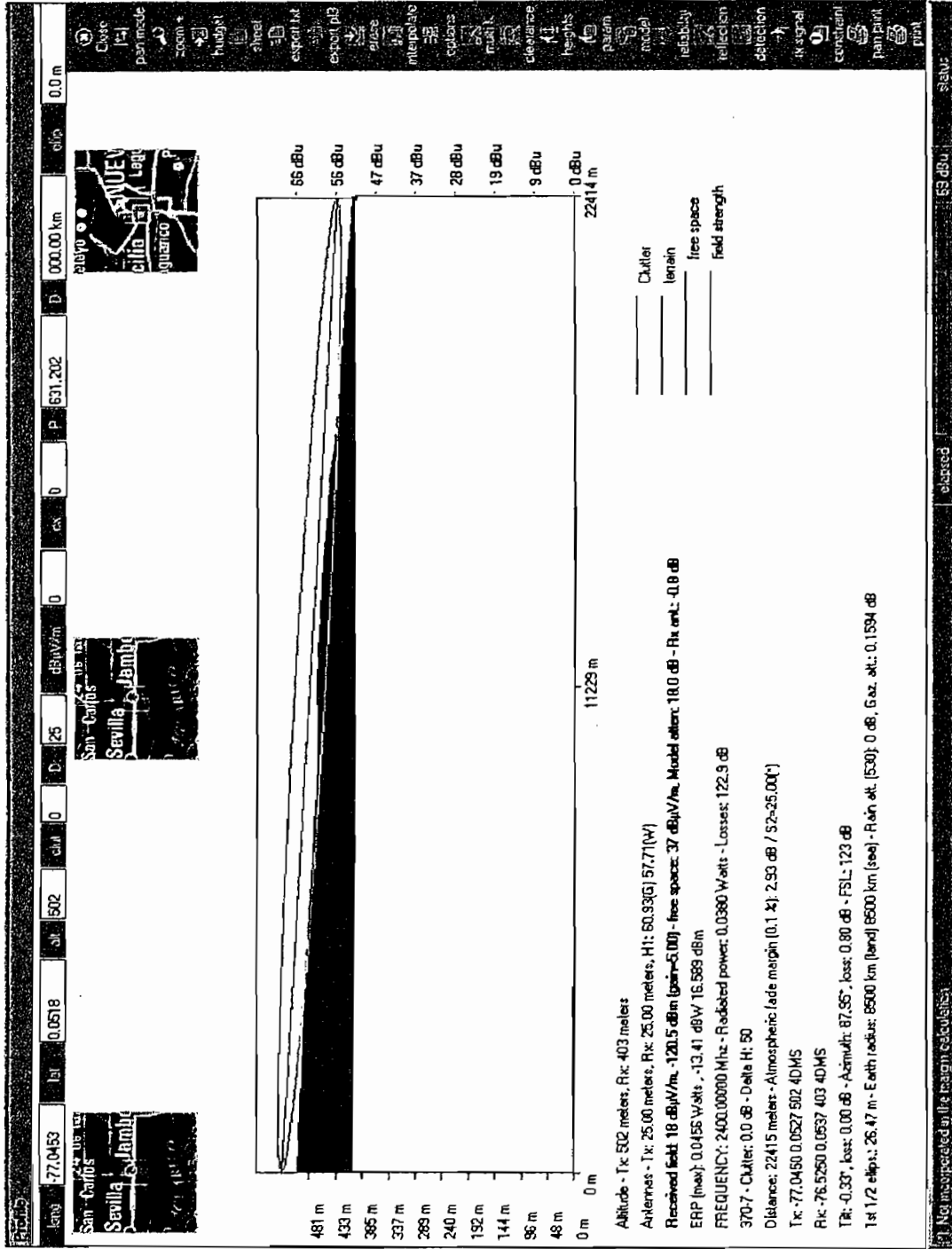


Grafico N° 08.

Radioenlace: Balzapamba - Babahoyo.

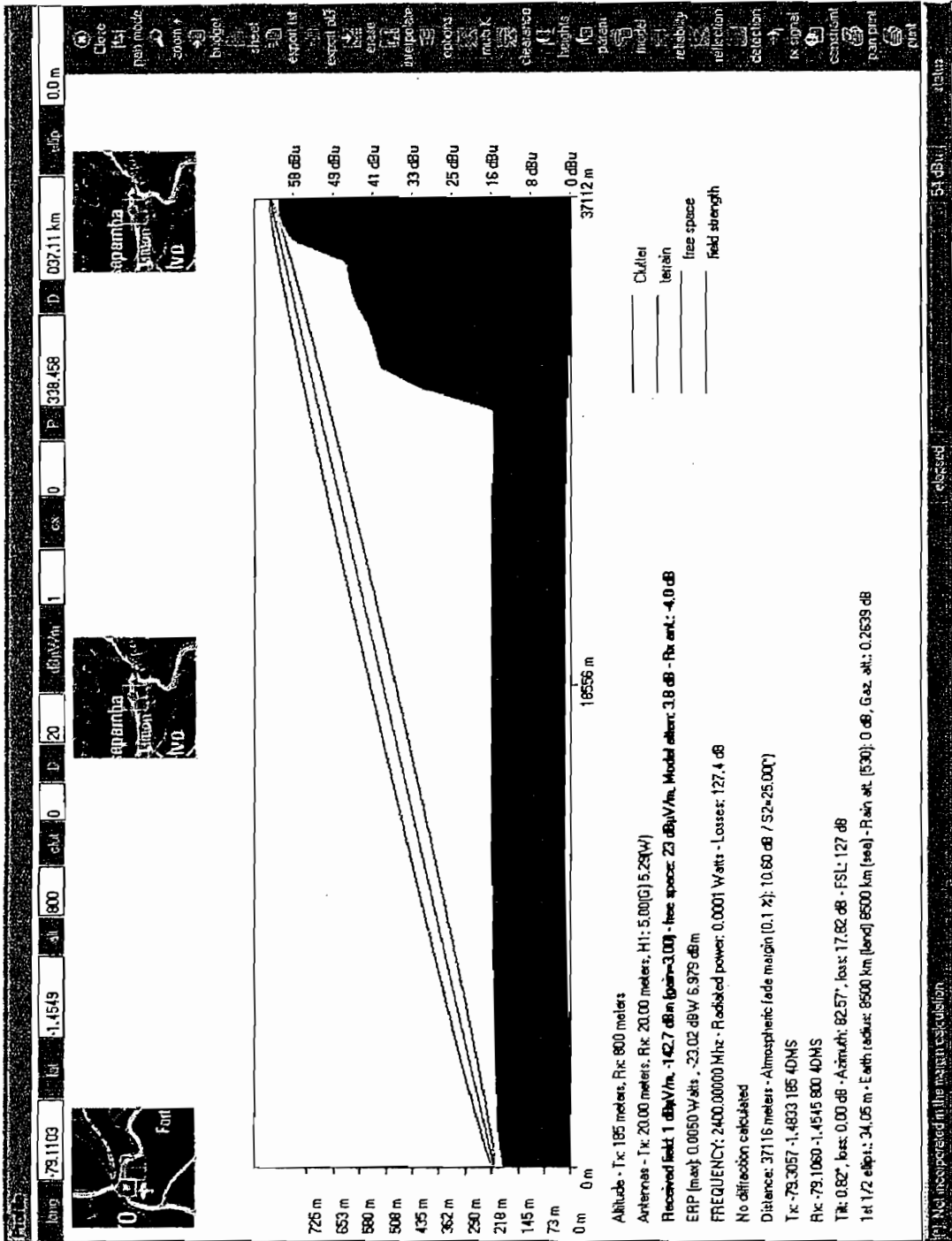


Gráfico N°09.

El Nivel incorporado en la muestra es de 51 dBu.

Radioenlace: Cosanga – Cerro Guacamayos.

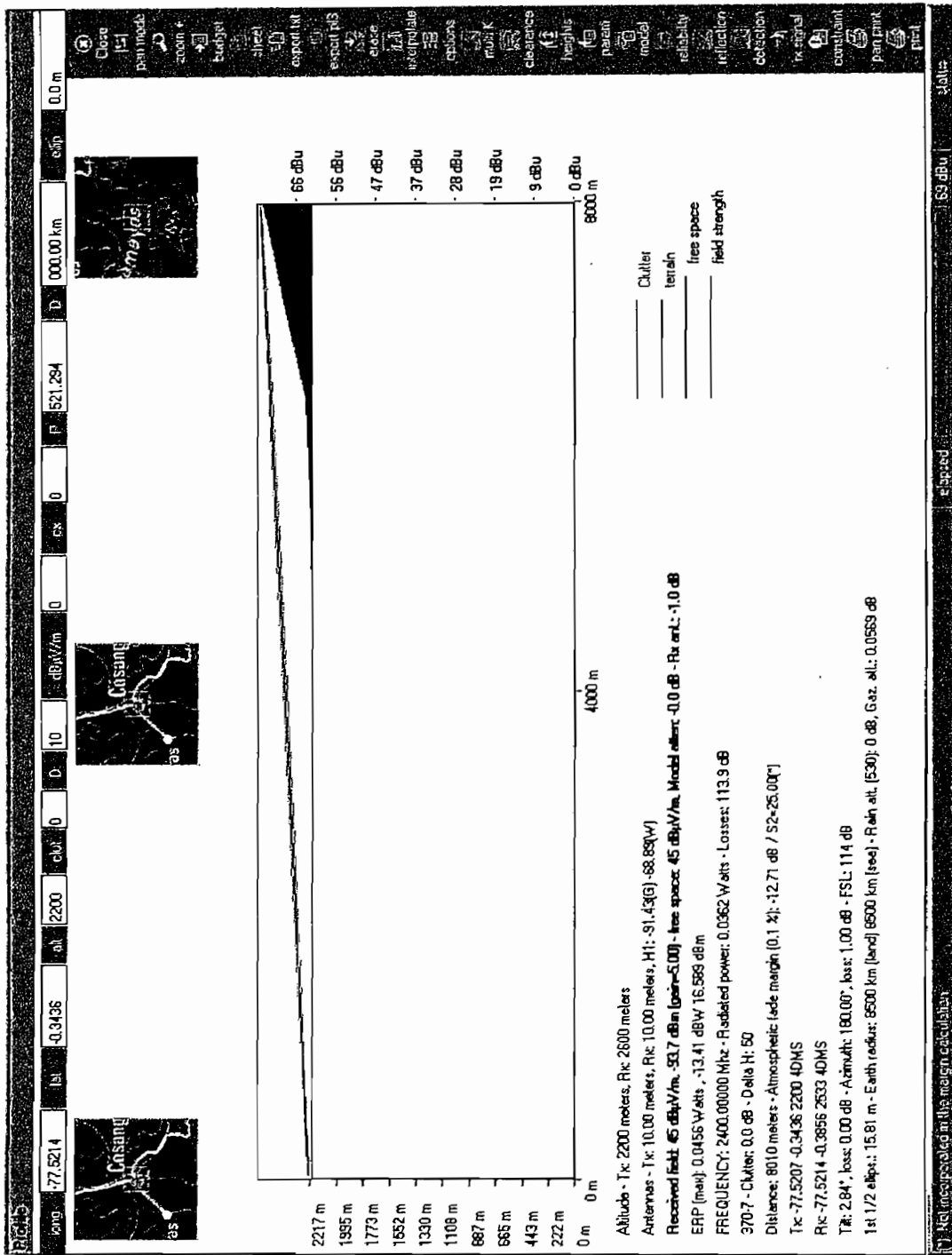
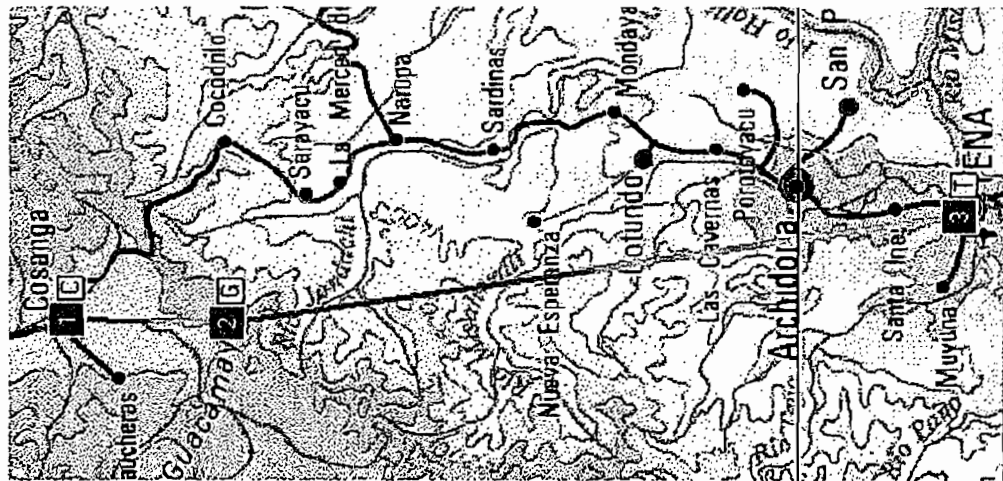


Gráfico N°10.

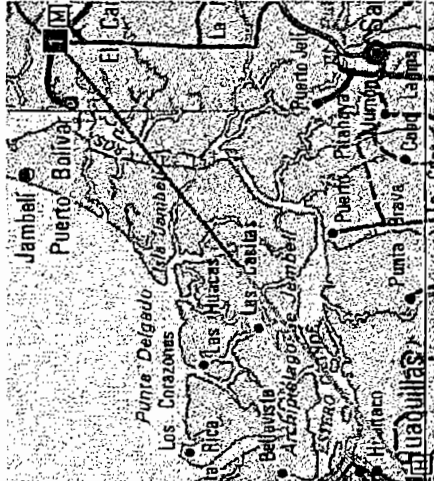
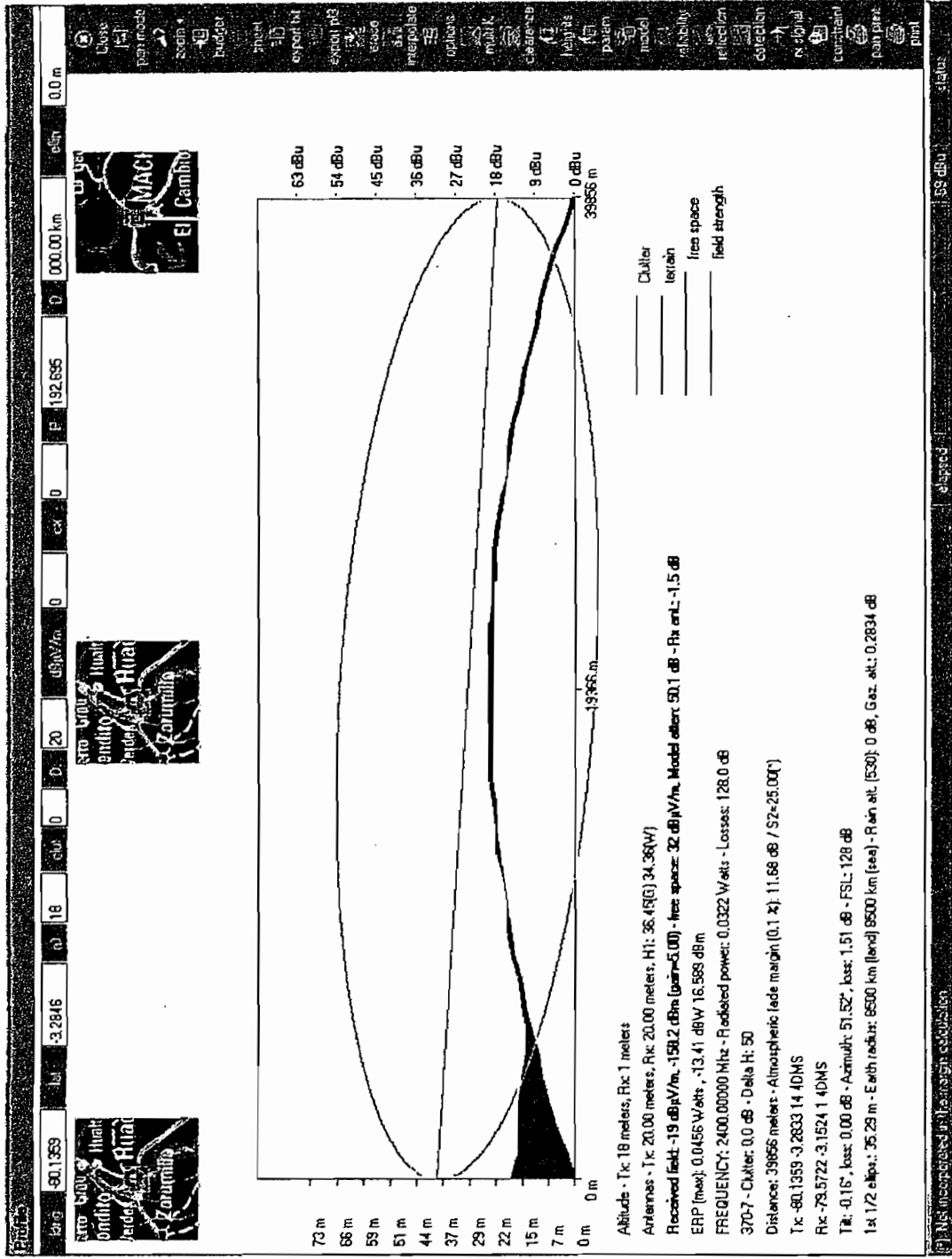


Gráfico N° 13.

Radioenlace: Cariamanga – Cerro Villonaco.

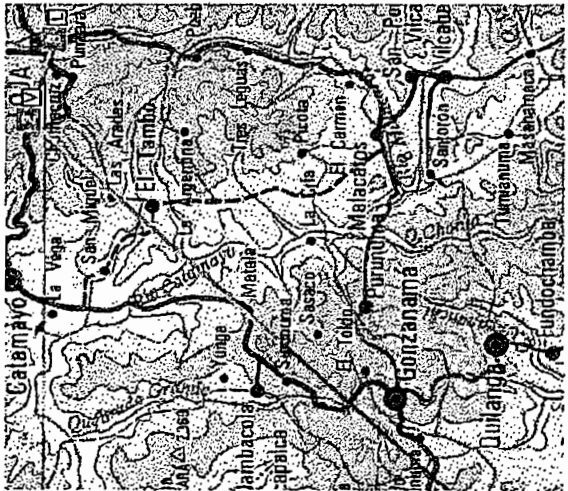
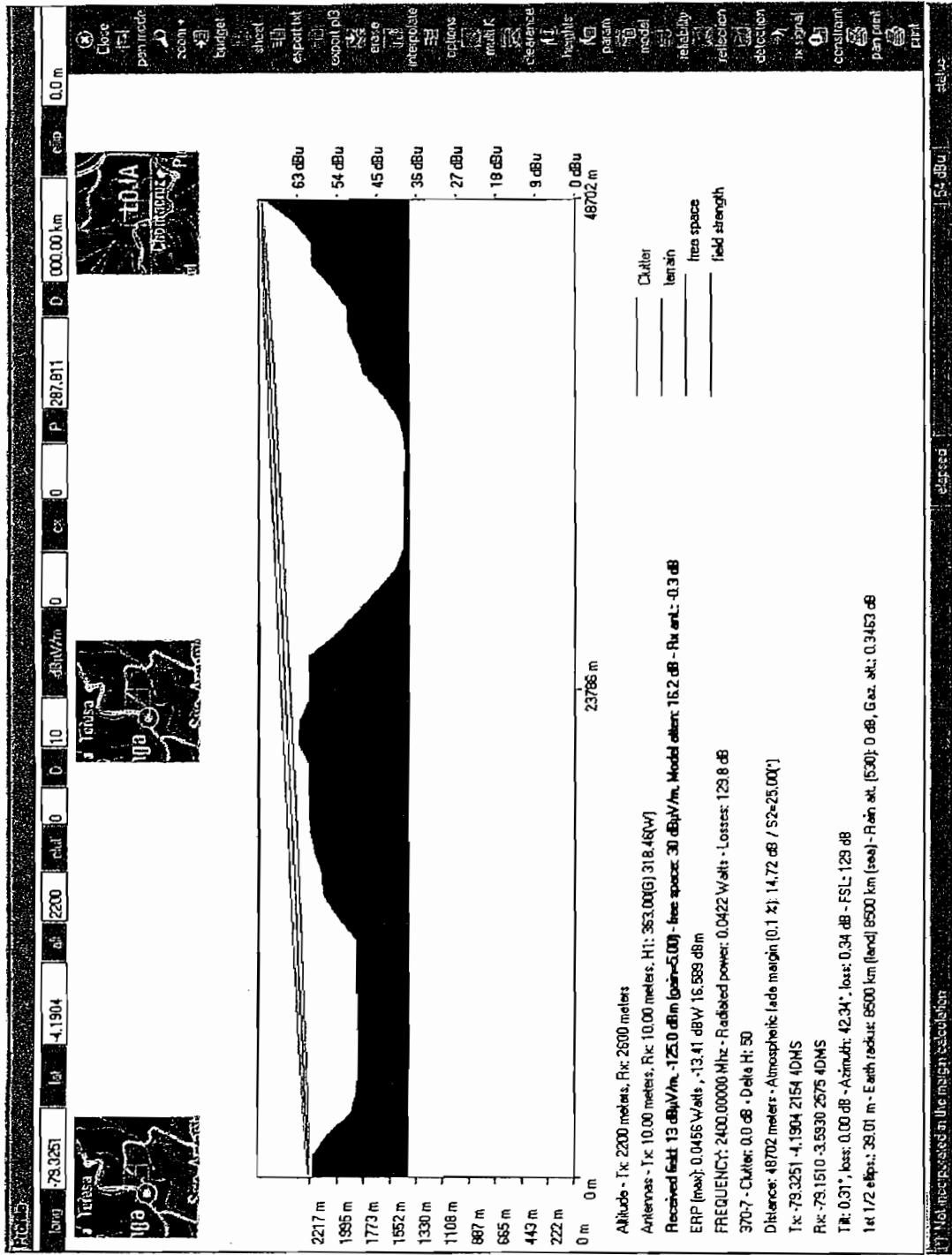


Gráfico N° 14.

Radioenlaces: Morona Santiago.

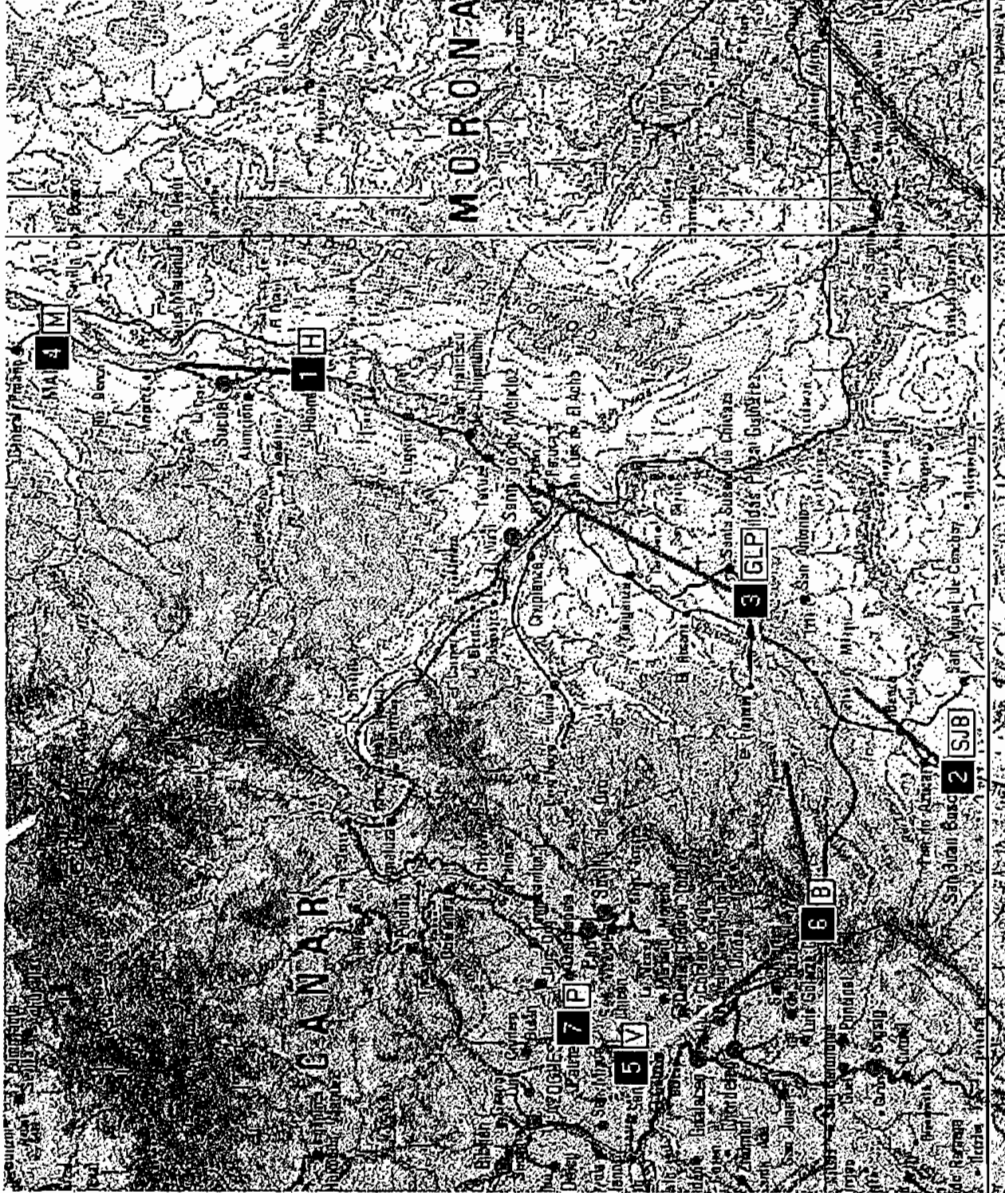


Gráfico N° 16.

RadioTrace: Macas - Huambi.

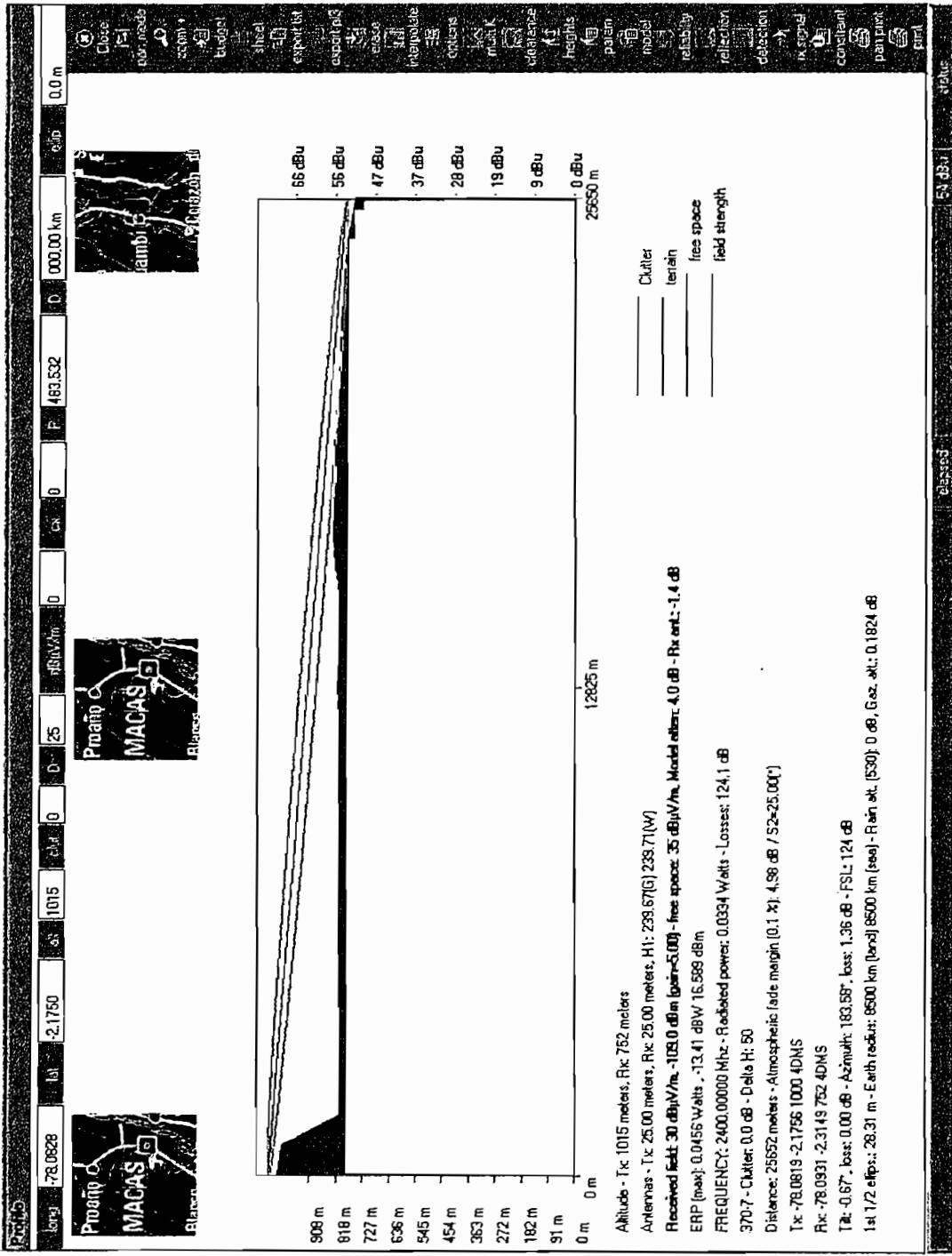
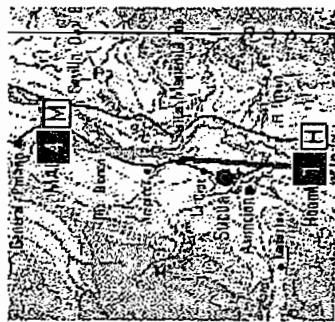


Gráfico Nº17.

Radioenlace: Huambi -- Cerro General Leonidas Proa

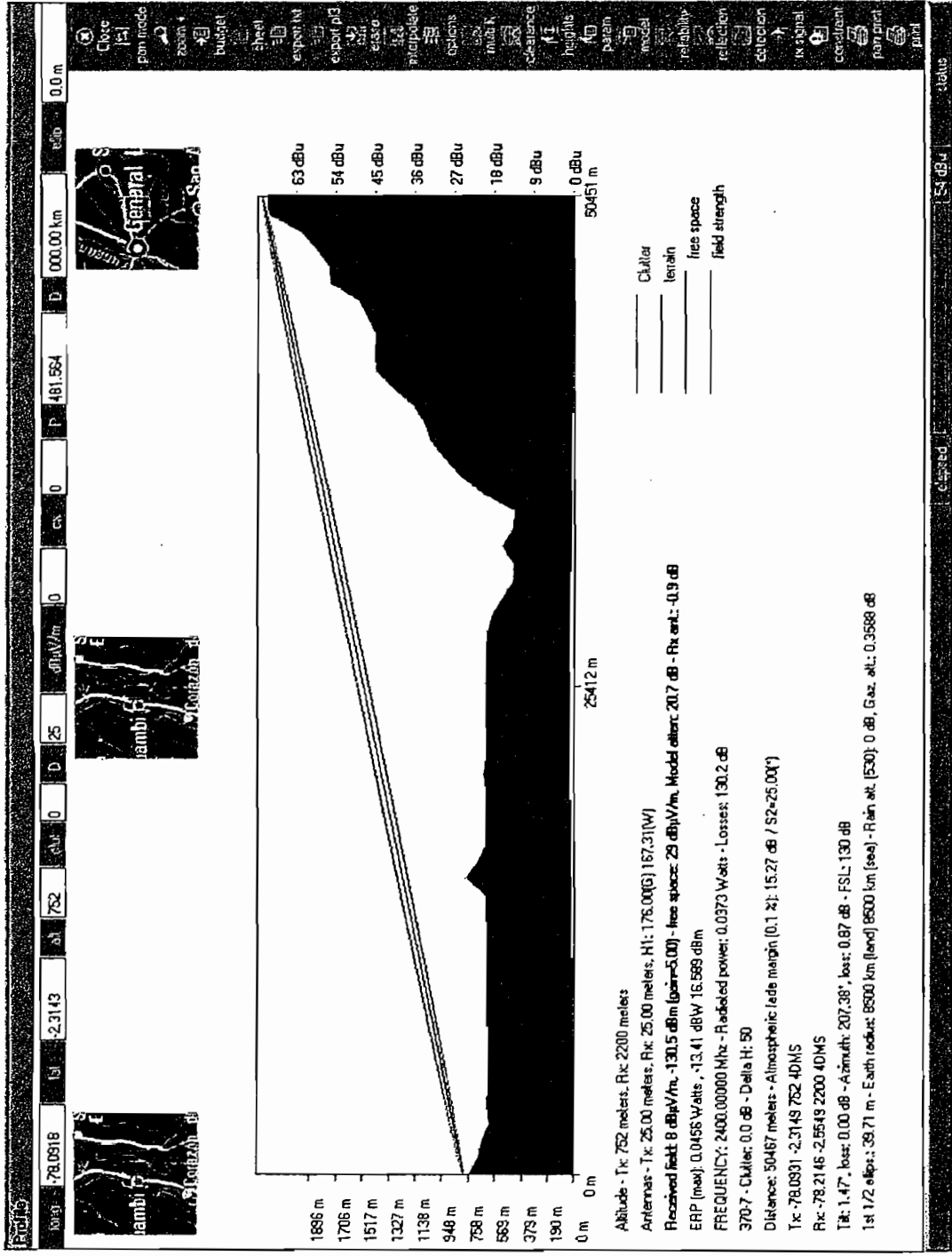


Gráfico N°18.

Radioenlace: San Juan Bosco – Cerro General Leonidas Proaño.

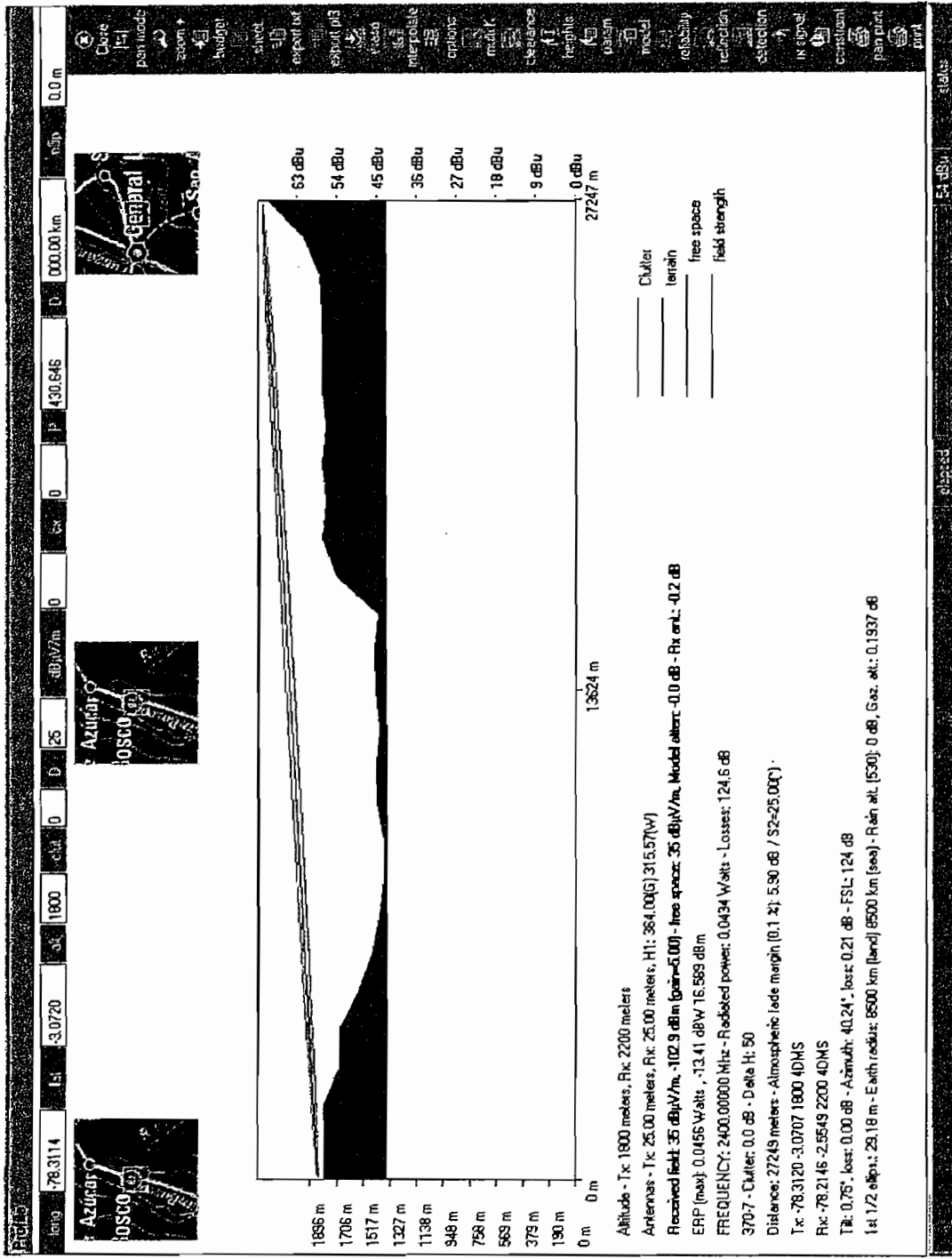


Gráfico N°19.

Radioenlace: Cerro General Leonidas Proaño – Cerro Bosco.

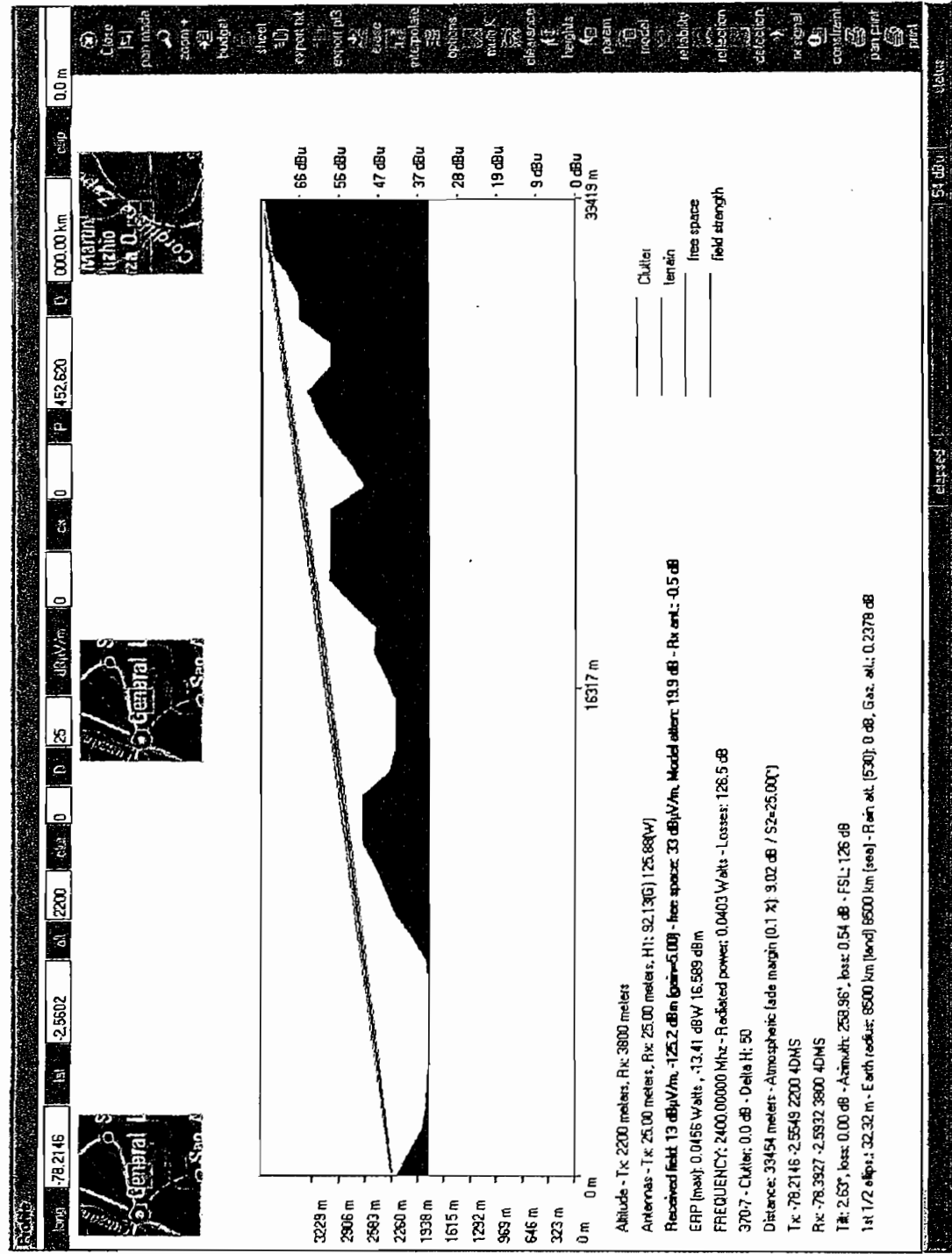
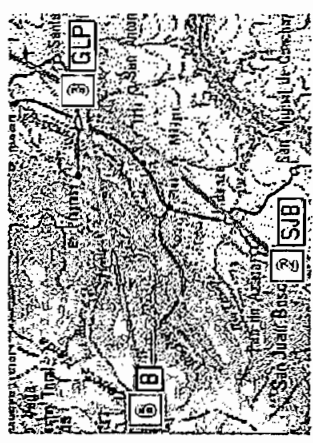


Gráfico N°20.

Radioenlace: Cerro Bosco -- Cerro Villaflo.

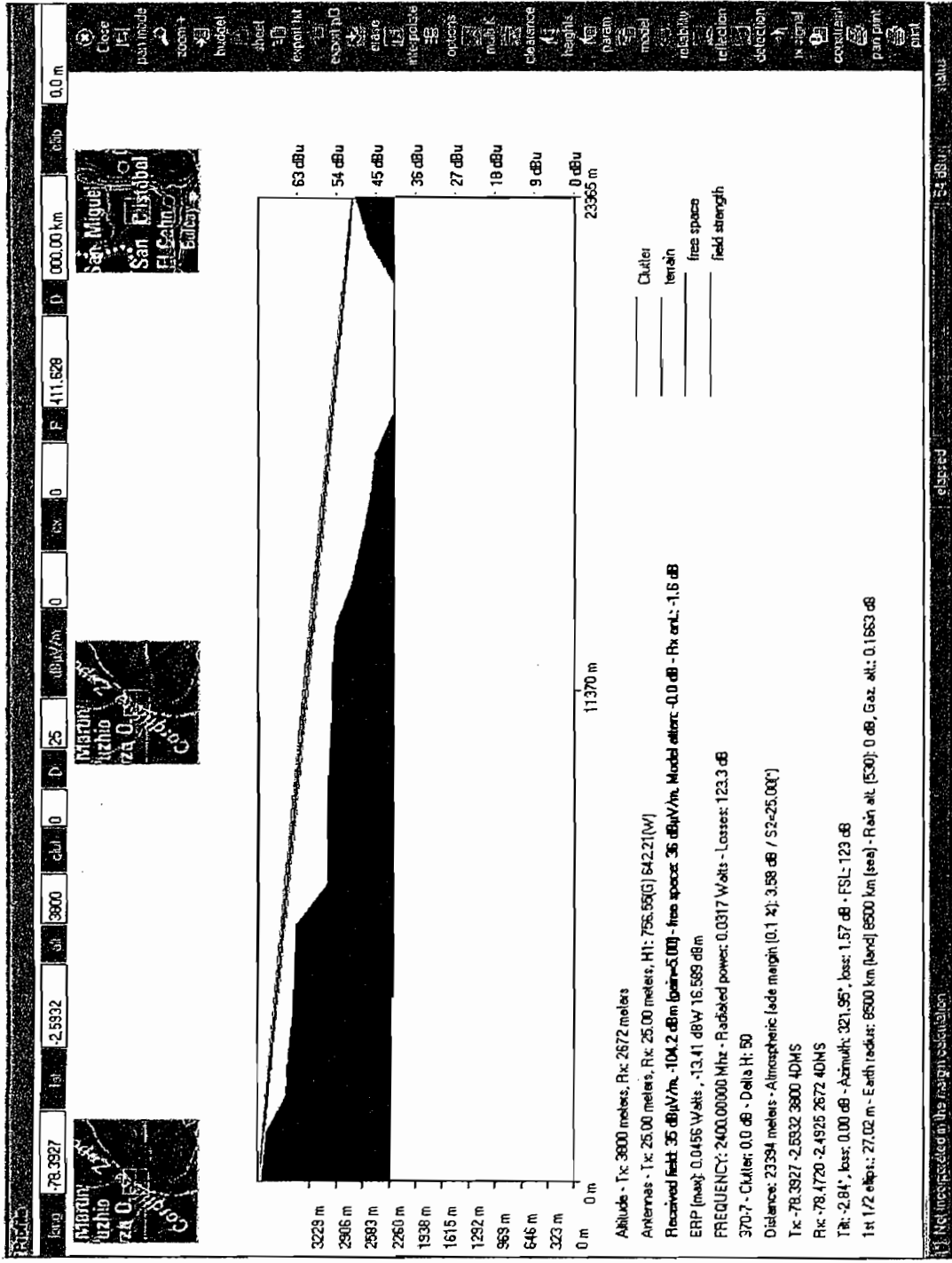


Gráfico N°21.

Radioenlace: Cerro Villarflor – Paute.

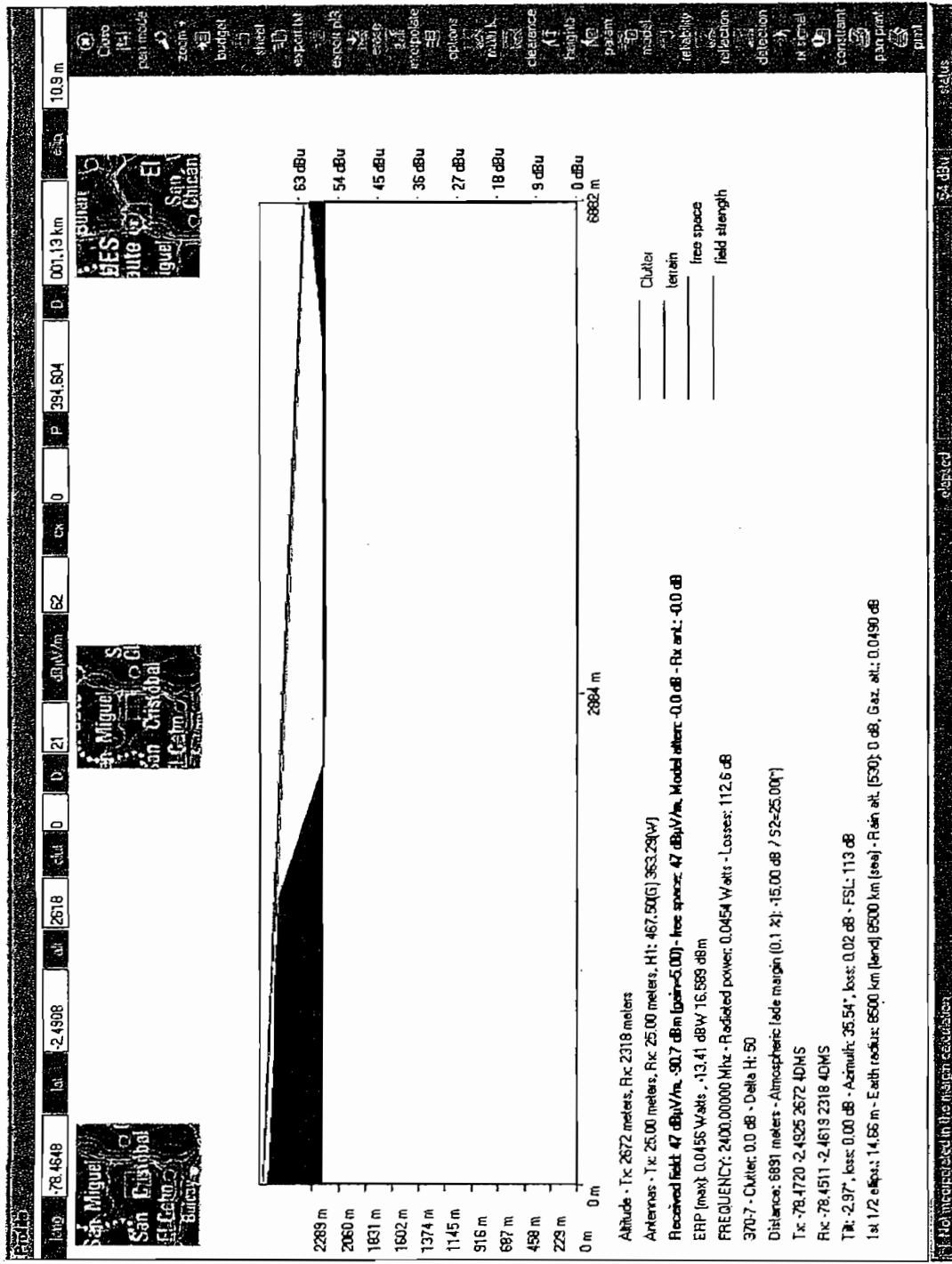


Gráfico N°22.

Radio enlace: Loja – Cerro San Cayetano.

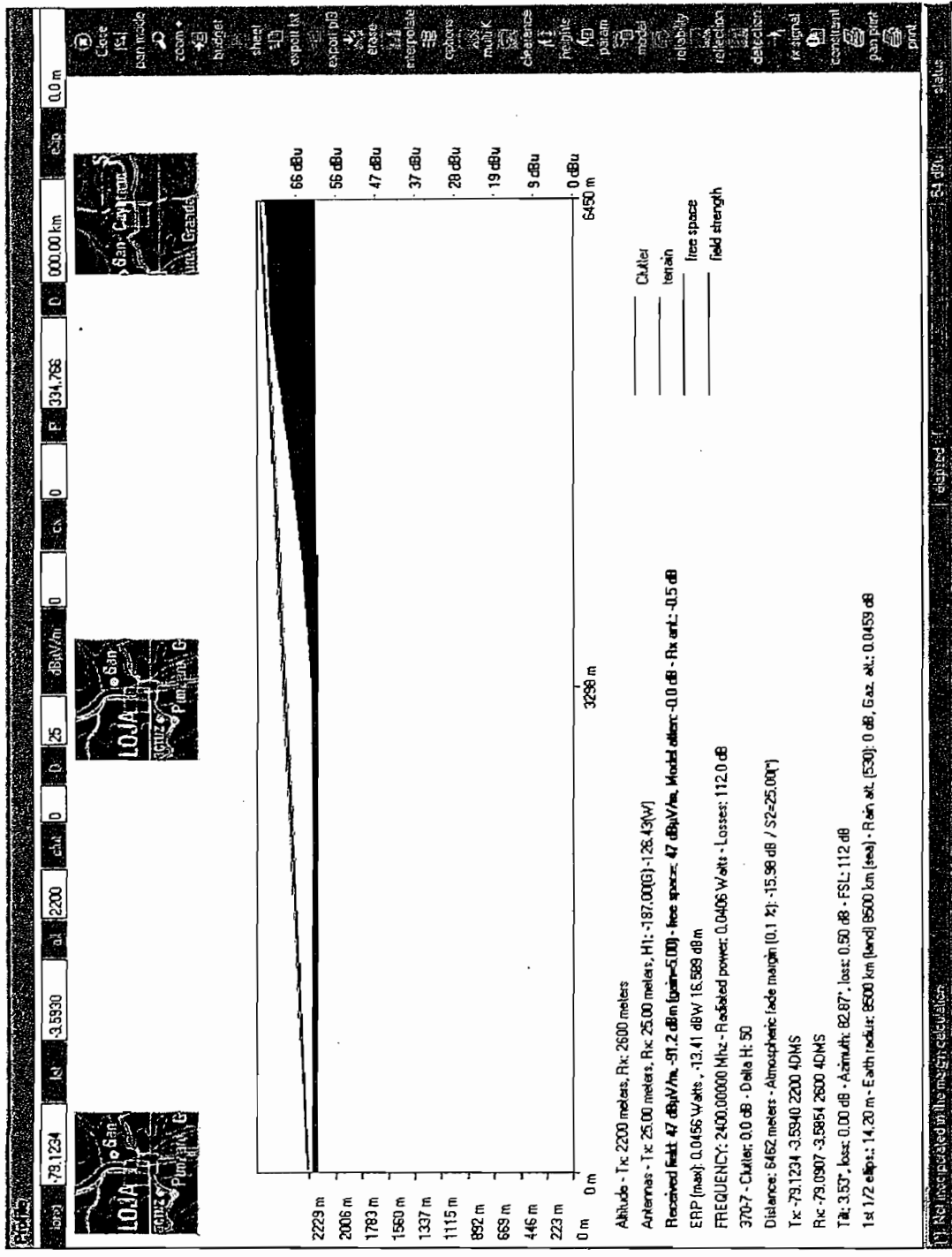


Gráfico N°23.

Radioenlace; Cerro San Cayetano – Sabanilla.

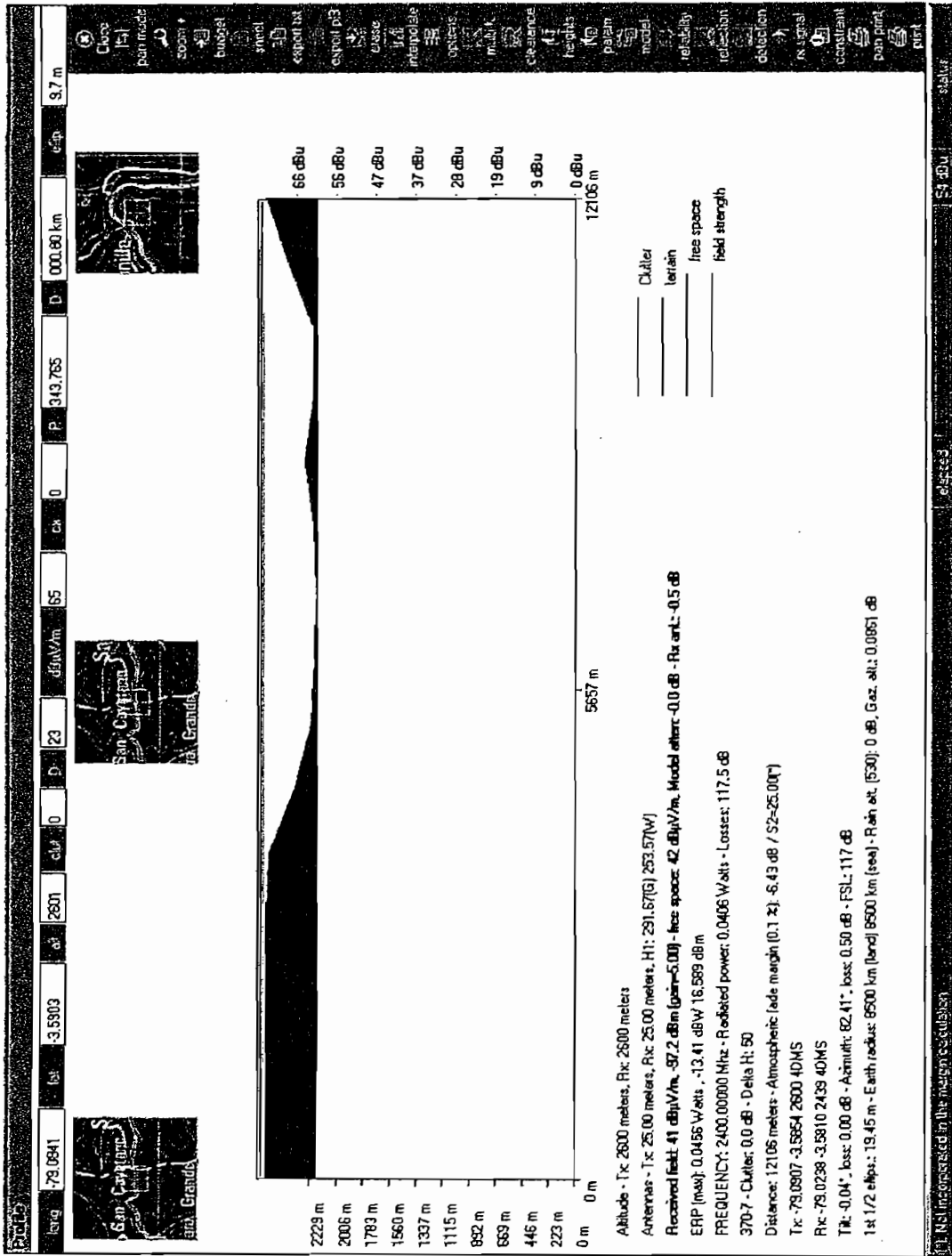


Gráfico N°24.

Radioenlace. Sabanilla - Zamora Chinchipe.

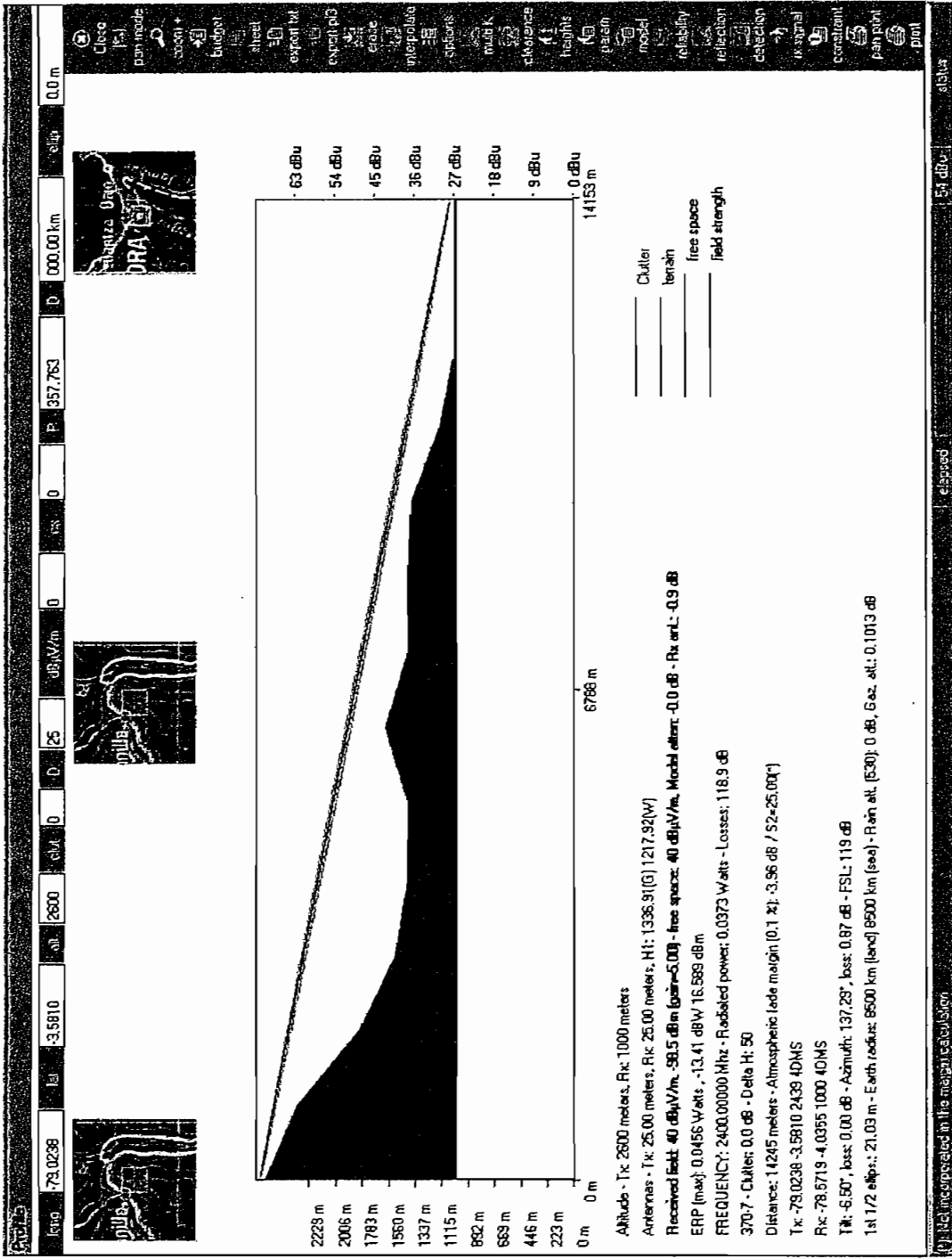
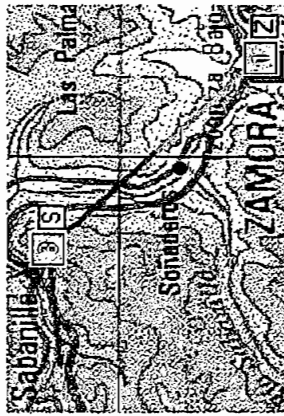


Gráfico N°25.

Anexo N° 9. Seguridad de la Red.

A continuación se puntualizarán ciertas cuestiones a tener muy en cuenta en el funcionamiento y seguridad de la red, ya que, la información a protegerse es restringida y muy importante para efectos de controlar y gestionar el espectro radioeléctrico.

Hay que proteger la información que es de importancia y tener en cuenta que el costo de proteger ésta información debe ser menor al costo de la información protegida. Una vez definido este costo es necesario realizar un estudio de:

- Las posibles amenazas.
- Lo que se va a proteger.
- Los equipos a utilizarse.

Es difícil cuantificar el valor de la información protegida (es algo subjetivo), una forma de evaluar los beneficios de la inversión en seguridad sería considerar las consecuencias de un ataque si éste hubiese sucedido.

Para la red diseñada lo más recomendable es la creación de una política de seguridad basada en: prevención, detección y respuesta.

Prevención.- Es la base fundamental, es más eficiente y económico, en este punto se determina qué se va a proteger, el nivel de inversión (porque los recursos no son ilimitados) y la susceptibilidad de la información, balanceando lo probable contra lo posible; el costo de la seguridad contra el costo de lo que se está protegiendo.

Detección.- Es necesario saber qué se está atacando.

Respuesta.- Es el plan de respuesta frente a un ataque, de forma que se mitiguen los resultados del ataque para que el daño sea lo menor posible.

El problema de la seguridad, antes de ser un problema técnico es un problema para las personas que son parte de la red, lo difícil es la implementación del plan de seguridad adoptado, porque, los mecanismos de respuesta involucran a las personas para que éstas tengan una reacción correcta y adecuada.

Las Amenazas.

Cualquier cosa que pueda interrumpir la operación, funcionamiento, integridad o disponibilidad de la red, sea un agente externo o interno tiene que ser considerado como una amenaza.

Vulnerabilidad.

Lo primero debe ser la seguridad física de la red, sus equipos deben estar en un sitio seguro, las EMRR y el servidor principal (Centro de Control) no deben ser posibles de acceder por personal no autorizado. Los routers y equipos de

comunicación utilizados deben ser guardados en lugares seguros y con acceso restringido y la información obtenida debe de tener su respectivo respaldo que tiene que estar en lugares seguros y restringidos.

La Defensa.

En vista que la red tiene vulnerabilidades, es necesario crear una defensa en contra de ataques, es decir técnicas o métodos basados en: Confidencialidad, Integridad, Disponibilidad y Autenticación de la información.

Confidencialidad.

La información sólo debe ser accesada por personal autorizado y protegida de publicaciones no autorizadas, para cumplir estos objetivos generalmente se utiliza encriptación con algoritmos matemáticos, por ejemplo: encriptación simétrica y encriptación asimétrica.

Integridad.

La información debe ser protegida de alteraciones no autorizadas, no controladas o accidentales, garantizando la consistencia interna y externa de la información en el tiempo. Para este caso se utilizan algoritmos que aplicados a la información (mensajes) dan un valor único y son conocidos como algoritmos de hashing.

Disponibilidad.

Se refiere a que la red, el sistema, el hardware y software son confiables y pueden recuperarse rápida y completamente en el evento de una interrupción, además el hecho de implantar una política de seguridad no debe limitar el acceso a la información de personal autorizado, esto se traduce en tiempos de respuesta muy cortos o aceptables.

Autenticación.

Es necesario garantizar además que en una comunicación, cada persona sea quien dice ser, la escasez de autenticación ha limitado el crecimiento del comercio electrónico por ejemplo. Para este caso se utiliza generalmente firmas digitales, certificados digitales, passwords.

Los equipos a utilizar.

Un firewall por lo general es el equipo a utilizarse para la protección de la información, es un conjunto de componentes que se constituye en un interface de seguridad entre dos áreas de diferente nivel de confianza, en la red diseñada lo recomendable sería el uso de un servidor proxy ya que la mayor parte de acceso de la información será en la intranet y porque este tipo de software no requiere de mucha configuración en detalle.

Anexo N°10. Redes utilizando ondas de HF.

Propagación por onda ionosférica

La propagación por onda ionosférica es un tipo especial de propagación radioeléctrica, que hace uso de las propiedades espaciales de la capa atmosférica conocida como ionosfera. La ionosfera es una capa que se encuentra a una altura de entre 90 y 500 km, dependiendo de la estación del año y del ciclo solar. Es una capa ionizada que se utiliza como un reflector pasivo de ondas radioeléctricas, permitiendo comunicaciones transhorizontes que, en condiciones favorables, pueden tener un alcance de cientos de kilómetros.

La ionósfera refleja sólo un margen de frecuencias, haciendo posible las comunicaciones en las bandas de entre 1,5 y 30 MHz. En frecuencias inferiores a 1,5 MHz, la comunicación no es posible debido a la intensa absorción de energía de la onda, no sobrepasando ésta la capa ionosférica. Para frecuencias superiores a 30 MHz las ondas no se reflejan, sino que atraviesan la ionosfera perdiéndose en el espacio.

Enlaces de onda decamétricas

Se denomina a los enlaces que utilizan la propagación ionosférica enlaces de ondas decamétricas o enlaces HF (High Frequency).

En condiciones favorables de propagación, la ionosfera junto con el suelo, puede comportarse como una guía artificial a estas frecuencias. El éxito que ha tenido la utilización de este tipo de comunicaciones, aún después de la aparición de otros medios como las comunicaciones por satélite, se debe a que son sistemas económicos; utilizando la ionosfera se dispone de un recurso gratuito que no se dispone en otros tipos de sistemas. Además, tampoco requiere de grandes potencias, a pesar de utilizar un medio atmosférico que introduce pérdidas adicionales en la propagación.

Permite establecer enlaces con cualquier punto de la superficie terrestre, lo que le hace idóneo para situaciones de emergencia o fallo en otros equipos, como medio alternativo.

Debido a la naturaleza variable de las condiciones atmosféricas, la propagación por onda ionosférica presenta una serie de inconvenientes a tener en cuenta. La ionosfera tiene un carácter aleatorio importante que condiciona la calidad de la señal recibida en el receptor. Esto se debe al cambio de densidad de ionización, que puede desvanecimiento en un margen de frecuencias.

Otro problema importante es el ruido presente en el medio. También las interferencias son importantes en estas bandas de frecuencias, ya que existen muchos usuarios que hacen uso de este recurso, como radioaficionados.

Los servicios ofrecidos a través de comunicaciones ionosféricas disponen de varias frecuencias de trabajo como protección frente a los cambios de propagación.

La utilización de la ionosfera como reflector de ondas es posible sólo dentro de un margen de frecuencias. Este margen tampoco es constante, y cambia según el día o la noche y la época del año. Para cada instante existen frecuencias máximas y mínimas de utilización denominadas MUF (Maximum Usable Frequency) y LUF (Lowest Usable Frequency) respectivamente; por debajo de la LUF, la absorción de energía no hace posible que la onda llegue a su destino, llegando a enmascarse con el ruido de fondo, por encima de la MUF, atraviesa la ionosfera. Por tanto la selección correcta de frecuencias de trabajo es uno de los aspectos más importantes en el establecimiento de los enlaces ionosféricos.

Existen métodos de predicción de las frecuencias utilizables, aunque no se asegura que el enlace esté disponible todo el tiempo, debido a las variaciones aleatorias de la ionosfera. Las pérdidas de propagación son grandes y cambiantes, debido a la absorción de energía, desviación del haz y el consiguiente desenfoque que se produce. Esto provoca que en recepción los niveles de señal sean muy variables.

Por último, hay que indicar que el margen de frecuencias utilizadas permite realizar comunicaciones vocales y digitales de banda estrecha, no siendo posible las aplicaciones de banda ancha. Generalmente se utilizan enlaces radioeléctricos privados en ondas decamétricas para comunicaciones para transmisión de voz o datos de baja capacidad (típicamente no más de 1200 bps), donde el tiempo de establecimiento suele ser largo y la fiabilidad del enlace depende de las condiciones de propagación y de interferencia.

Determinación de frecuencias utilizables

Con la finalidad de establecer un enlace ionosférico, es necesario conocer el margen de frecuencias en el que se va a poder transmitir. Para lo cual la UIT-R dispone de gráficas y procedimientos que sirven de orientación en el diseño del enlace.

Se denomina frecuencia óptima de trabajo (FOT) a la frecuencia que presenta las condiciones más favorables de propagación, y suele situarse en un 85% del valor de la MUF considerada. Hay que tener en cuenta que estos valores cambian de forma acusada, por lo que hay que tomar precauciones, tales como utilizar frecuencias auxiliares por ejemplo.

Sistemas adaptables en ondas decamétricas

La utilización de sistemas adaptables promueve el uso eficaz del espectro en la banda de ondas decamétricas, dichos sistemas establecen ciclos a través de asignaciones de frecuencia, emplean canales que no están ocupados y no utilizan canales innecesariamente.

Además los sistemas adaptables en ondas decamétricas pueden prestar servicios de: telefonía, transmisión de datos, etc.; automatizan el proceso de escucha, llamada, establecimiento de la conexión, tramitación del tráfico, terminación de la conexión, retorno a la escucha, lo cual permite que la explotación no requiera la presencia de un operador especializado, mejorando la calidad de servicio y el rendimiento del enlace. Finalmente los sistemas adaptables garantizan esencialmente el automatismo de la selección de la frecuencia a utilizarse.

El dispositivo encargado de elegir la frecuencia, podría disponer de la siguiente información:

- Base de datos de frecuencias asignadas.
- Base de datos de previsiones ionosféricas en función de la calidad de servicio con respecto a la hora, estación y año.
- Indicaciones de calidad de servicio obtenidas en enlaces precedentes.
- Análisis pasivo de los canales en tiempo real, el cual separa canales libres de canales interferidos.

Básicamente se requeriría de módems HF, transceivers HF y antenas correspondientes por las que se enviará la información.

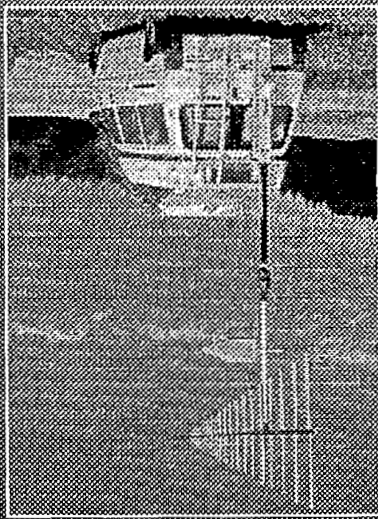
Para la implementación de este tipo de alternativa la Recomendación **UIT-R F.1110**, indica los lineamientos para la utilización de sistemas.

Anexo N° 11 DATASHEETS

- EMRR: TMS 100 + SOFTWARE ARGUS
- ROUTER CISCO 805
- ROUTER CISCO 2600
- RADIO AURORA 5.8 GHz
- ANTENA DISH CYCLONE 5.8GHz
- MODEM SATELITAL RADYNE COMSTREAM
- ANTENA VSAT SWEDISH

Monitorio y Gestión del Espectro mediante R&S ARGUS-IT

espulsiones de la licencia tales como la frecuencia y la potencia de salida, o cuando interfiere a otros servicios debido a fallas técnicas o desviaciones de los parámetros técnicos establecidos en la licencia, agencias tales como servicios de monitoreo y radiodifusores deben identificar la estación para impedir su operación o proporcionar la asistencia necesaria para eliminar el problema.



El espectro de radio es un recurso natural escaso. Siendo parte de nuestro ambiente, tiene que ser protegido para asegurar un uso eficaz.

La creciente demanda de información y de entretenimiento significa que cada vez más sistemas de radiocomunicación están compactando el espectro de RF — un recurso natural limitado. Un estándar alto en radiocomunicaciones solo puede lograrse si todas las estaciones de transmisión operan según las recomendaciones internacionales emitidas por la Unión ITU y las normas nacionales emitidas por las autoridades reguladoras.

La única forma de impedir que sistemas de radiocomunicación en los países desarrollados interfieran mutuamente, en la operación de las espectros de radiofrecuencia, es a través de las condiciones de licencia de cada estación de radio. Sin embargo, esta función se puede mejorar o garantizar.

Una inversión orientada hacia el futuro que se amortizará

Las tareas resultantes de las situaciones antedichas pueden ser clasificadas como sigue:

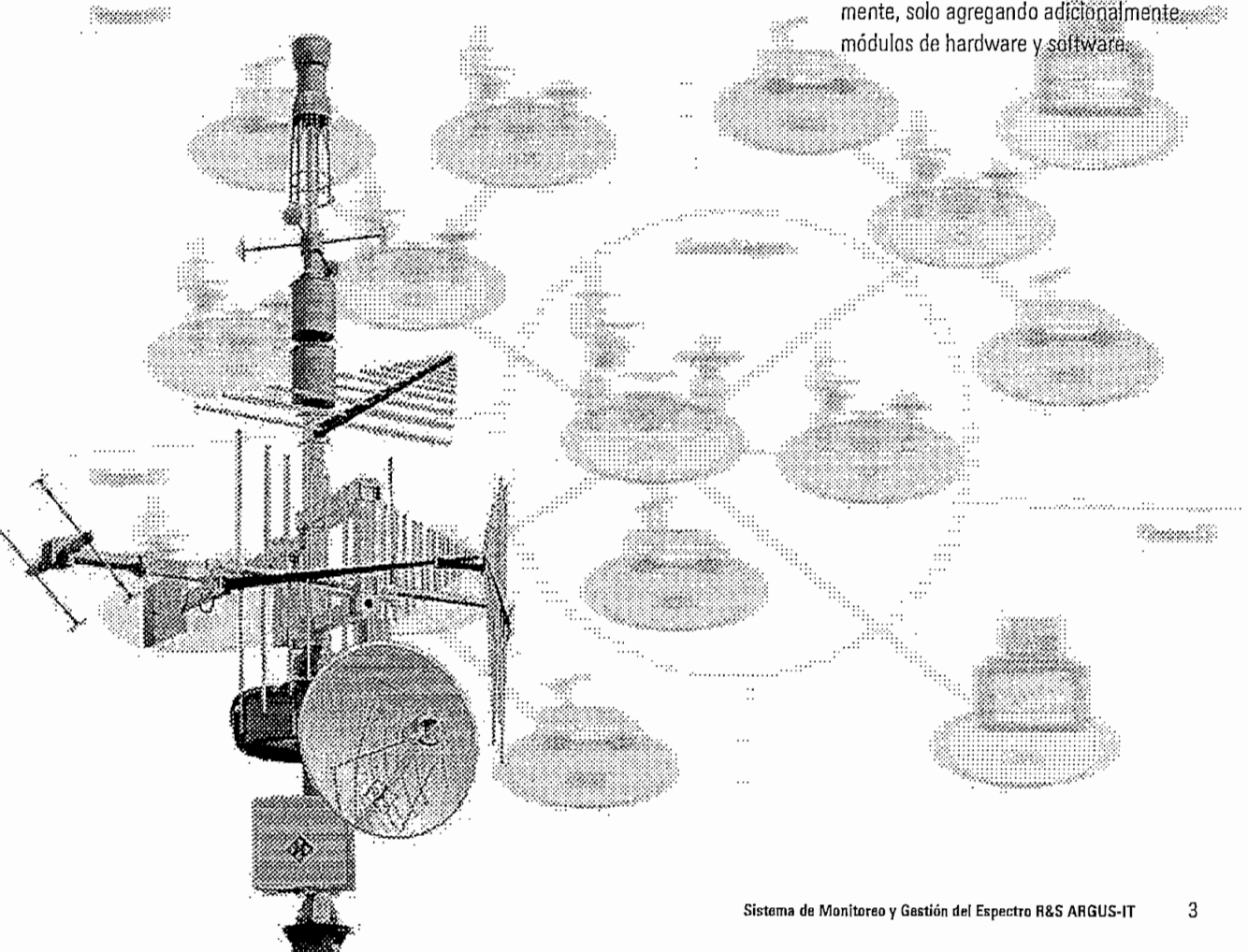
- ❖ Investigación de interferencia debido a emisiones de co-canal, fuera de canal e intermodulación
- ❖ Monitoreo de parámetros técnicos del transmisor (a corto y largo plazo, mediciones de desviación en transmisores de radiodifusión FM)
- ❖ Mediciones de intensidad de campo
- ❖ Identificación de estaciones ilícitas
- ❖ Mediciones de ocupación del espectro
- ❖ Planificación y gestión de transmisores

Por consiguiente, se requiere hardware y software para realizar y evaluar lo siguiente:

- ❖ Mediciones de frecuencia y corrimiento de frecuencia (ITU-R SM.377)
- ❖ Mediciones de intensidad de campo (ITU-R SM.378)
- ❖ Mediciones de ancho de banda (ITU-R SM.443)
- ❖ Mediciones de ocupación del espectro (ITU-R SM.182/ITU-R SM.328)
- ❖ Mediciones de profundidad de modulación y de desviación de frecuencia (ITU-R SM.328)
- ❖ Radiogoniometría y radiolocalización, escucha e identificación en rangos de frecuencia de HF (ITU-R SM.854), de V/UHF y rangos más altos

El Sistema de Monitoreo y Gestión del Espectro R&S ARGUS-IT altamente sofisticado de Rohde & Schwarz, es la solución perfecta a todos los problemas de medición y análisis relacionados con monitoreo y gestión del espectro. Rohde & Schwarz, líder en el mercado internacional, ha demostrado esto en forma consistente durante muchos años.

R&S ARGUS-IT es modular, escalable y ampliable. Por consiguiente, un usuario puede seleccionar una versión básica según el presupuesto disponible, simplemente partiendo con un conjunto básico (núcleo) de equipos para lograr un desembolso inicial modesto. Un sistema nacional puede crearse incrementalmente, solo agregando adicionalmente módulos de hardware y software.



Estaciones de monitoreo ...

Estaciones de monitoreo portátiles

Se necesitan estaciones de monitoreo portátiles para determinar la ubicación exacta de un transmisor en áreas donde el uso de vehículos no es posible (por ejemplo, en edificios). Los dispositivos portátiles están, por consiguiente, equipados con una antena direccional portátil.

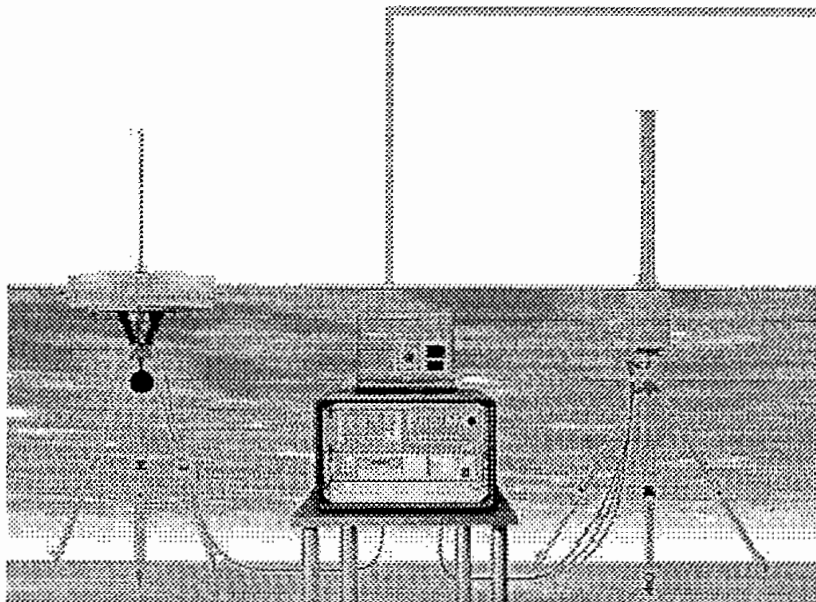


Estaciones de monitoreo transportables

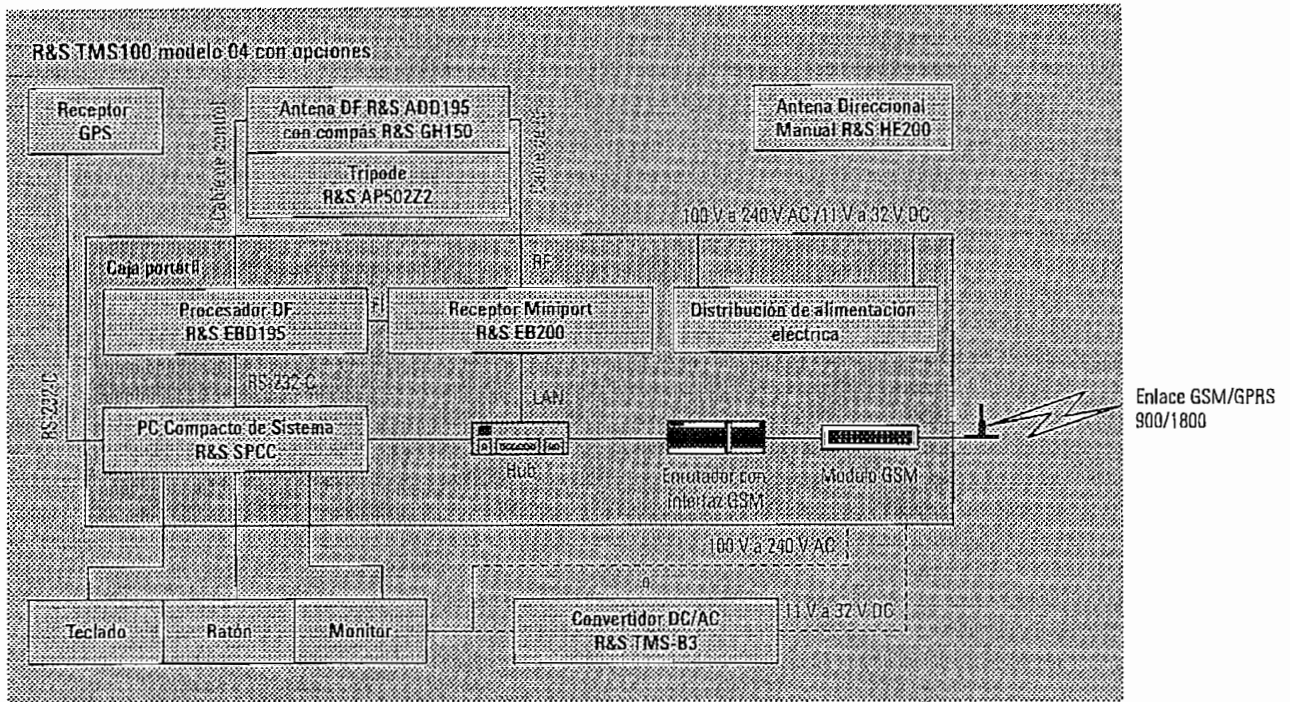
Estaciones de monitoreo transportables tienen características especiales, para que puedan usarse como estaciones fijas asistidas o desatendidas, como estaciones móviles o incluso como estaciones de monitoreo portátiles.

Esto significa que el área de cobertura de una red existente, basada en estaciones de monitoreo fijas y controladas remotamente, puede extenderse según los requerimientos del usuario de una manera muy flexible.

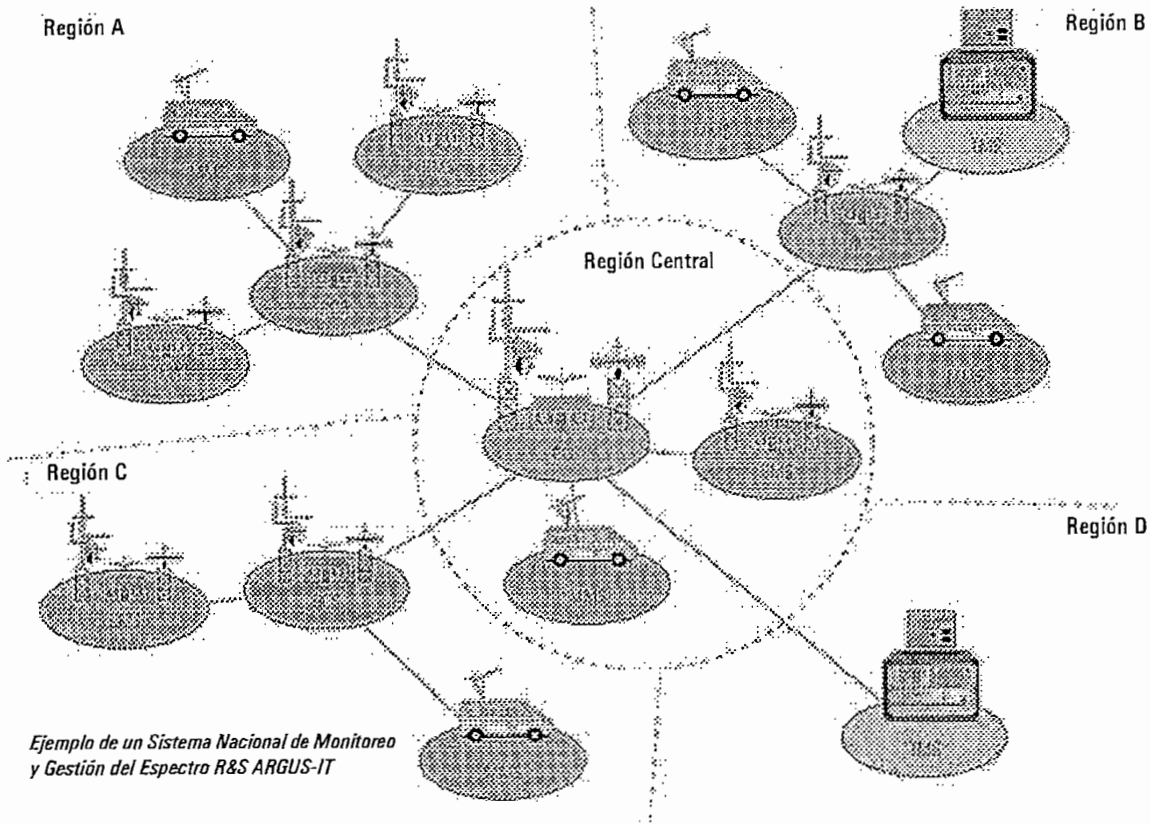
Debido a su versatilidad excepcional, las estaciones de monitoreo transportables proporcionan una alternativa de costo eficaz con respecto a las estaciones fijas y a las estaciones móviles. Además, ellas complementan idealmente redes de monitoreo existentes, ya que su diseño compacto permite rapidez de transporte y de configuración. Medición y monitoreo desatendidos pueden realizarse durante un período ilimitado de tiempo.



... portátiles y transportables



Sistemas de alcance nacional



Ejemplo de un Sistema Nacional de Monitoreo y Gestión del Espectro R&S ARGUS-IT

R&S ARGUS-IT también puede usarse como un sistema de estaciones múltiples. Las estaciones de monitoreo (fijas, portátiles o móviles) pueden operarse en forma desatendida y a control remoto. Ellas pueden conectarse vía red de área local (LAN) tal como Ethernet, Fast Ethernet o Gigabit Ethernet o — más interesante — vía red de área extensa (WAN) usando:

- ❖ Líneas PSTN (red de telefonía pública conmutada) discadas o arrendadas
- ❖ Líneas ISDN (red digital de servicios integrados) discadas o arrendadas
- ❖ Enlaces de telefonía celular con GSM (sistema global para comunicaciones móviles), AMPS (servicio de telefonía móvil avanzado) o, en el futuro, UMTS (sistema universal de telecomunicaciones móviles)

- ❖ Líneas xDSL (línea de subcriptor x-digital) discadas o arrendadas
- ❖ Líneas de fibra óptica
- ❖ Redes de transmisión de paquete, por ejemplo, X.25
- ❖ Enlaces de microonda
- ❖ Enlaces de radio
- ❖ Enlaces de satélite

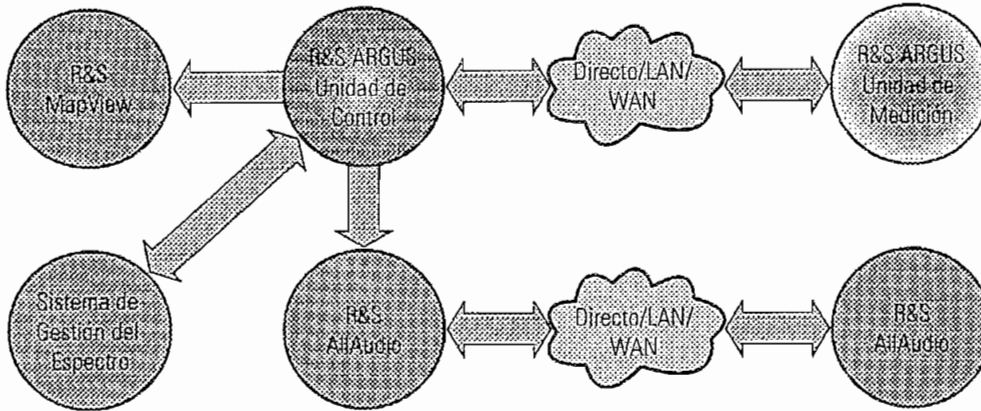
Para la comunicación de datos, el software R&S ARGUS utiliza el protocolo TCP/IP estándar. Las aplicaciones por consiguiente usan la red de una manera totalmente transparente e independiente del equipo de red, construida con enrutadores, modems, etc.

Un sistema de estaciones múltiples, con por lo menos dos radiogoniómetros, puede usarse para triangulación, con resultados desplegados en mapas digita-

les creados por el Software de Información Geográfica R&S MapView. En un sistema de estaciones múltiples, el monitoreo de radio y de audio de las estaciones remotas es posible.

Un sistema de monitoreo y gestión del espectro de alcance nacional puede configurarse fácilmente interconectando varios sistemas localmente instalados. Una red R&S ARGUS-IT para monitoreo y gestión del espectro de alcance nacional puede comprender una estación central de control (CCS), varias estaciones regionales de control (RCS), estaciones de monitoreo fijas controladas remotamente (RMS), estaciones de monitoreo móviles (MMS) y estaciones de monitoreo portátiles (TMS).

Software R&S ARGUS-IT



El software R&S ARGUS-IT comprende los siguientes programas de aplicación:

- ❖ El Software de Monitoreo R&S ARGUS comprende numerosos medios de medición, monitoreo, radiogoniometría, evaluación y generación de reportes
- ❖ El Software de Información Geográfica R&S MapView despliega estaciones de DF, resultados de marcación, ubicación de transmisores y resultados de medición de cobertura en un mapa digital; mapas digitales pueden crearse o importarse
- ❖ El Software de Audio Digital Integrado R&S AllAudio es un programa de aplicación para la grabación digital, reproducción, mezcla y distribución de señales de audio; también se proporciona un sistema intercomunicador completo
- ❖ El sistema de gestión del espectro tiene medios para planificar y gestionar transmisores, efectuar cobranzas, contaduría y generación de reportes

Los programas de aplicación se ejecutan bajo los sistemas operativos Windows XP, Windows 2000 o Windows NT 4.0, que proporcionan gran facilidad de operación, seguridad operacional y posibilidad de conexión en red. Operación uniforme, multitarea prioritaria y versatilidad para integrar software adicional (por ejemplo, MS Office) son ventajas adicionales.

Software de Monitoreo R&S ARGUS

R&S ARGUS es una aplicación cliente-servidor pura, que comprende una unidad de medición (servidor) y una unidad de control (cliente).

La unidad de control R&S ARGUS proporciona la interfaz gráfica de usuario, de fácil operación. Esta interfaz de usuario puede usarse para configurar las unidades de medición, definir tareas de medición y transferirlas a unidades de medición, para recibir, desplegar y almacenar resultados de medición y transferir estos resultados a otras aplicaciones. El menú de la unidad de control siempre presenta las configuraciones y opciones de una unidad de medición. Una unidad de control puede acceder simultáneamente a un máximo de ocho estaciones.

La unidad de medición R&S ARGUS se controla mediante un procesador de medición, que o es idéntico al procesador de control, o puede accederse vía WAN o LAN. La unidad de medición recibe las tareas de medición de todas las unidades de control conectadas, las coordina y procesa. Se controlan los dispositivos de medición, y los resultados de medición y condiciones de alarma son determinadas, depositadas en memoria intermedia y transferidas a las unidades de control.

Esta solución tiene las siguientes ventajas sobre programas de aplicación de control remoto como pcAnywhere:

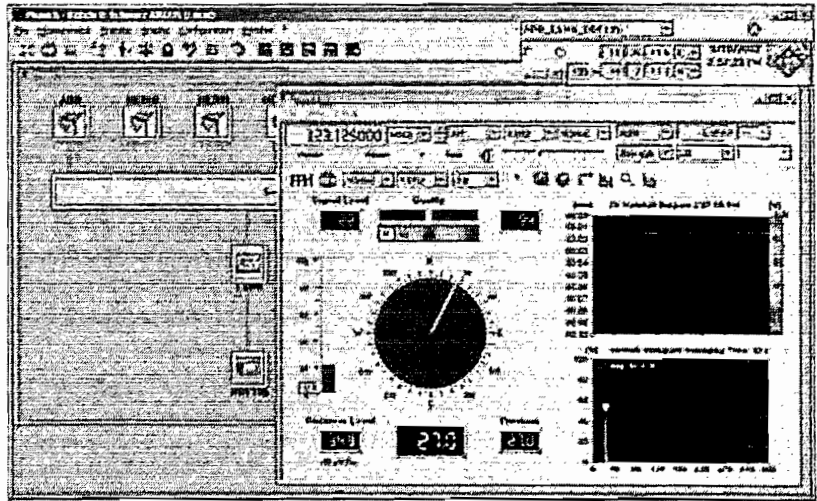
- Software más simple de usar
- Implementación más rápida de tareas de medición, porque se transfiere solo información pertinente a las mediciones — no existe la necesidad tediosa de tener que manejar archivos
- Solución rentable, ya que la conexión con la sección de medición puede interrumpirse durante una medición, salvando así costos
- Concepto de mensaje más simple, ya que todos los mensajes pueden enrutarse automáticamente hacia la sección de control, si se requiere

Modos de medición

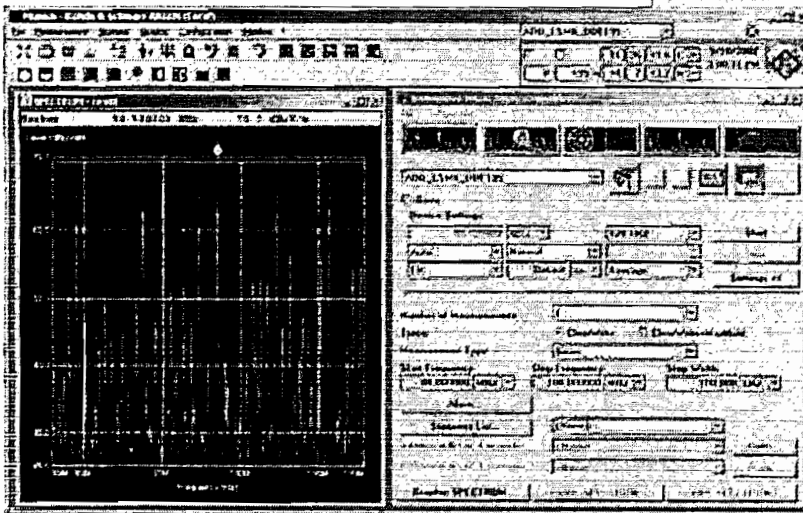
Diferentes modos de medición R&S

ARGUS y otros módulos acceden a las varias actividades de monitoreo, medición y radiogoniometría:

El modo de medición directo se usa para controlar el equipo de medición directamente por la vía de paneles de control virtuales. Este modo le proporciona al operador una manera rápida de supervisar, medir, localizar e identificar emisiones.



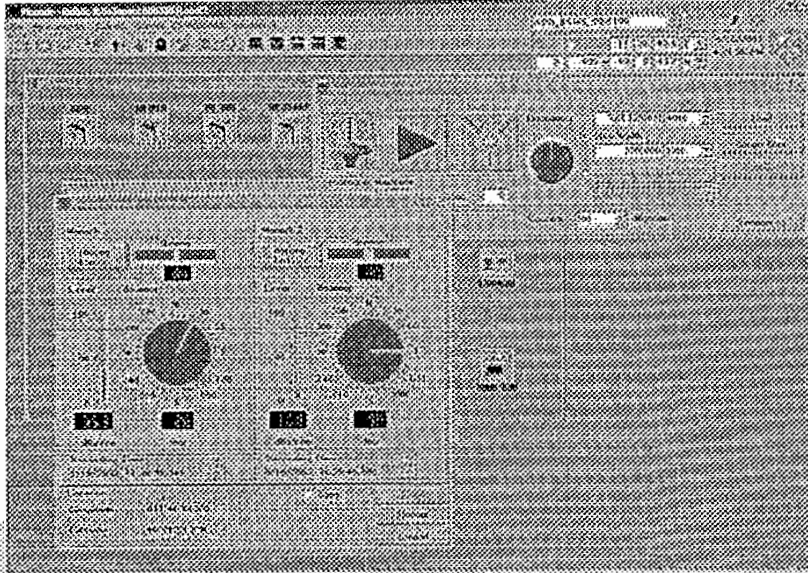
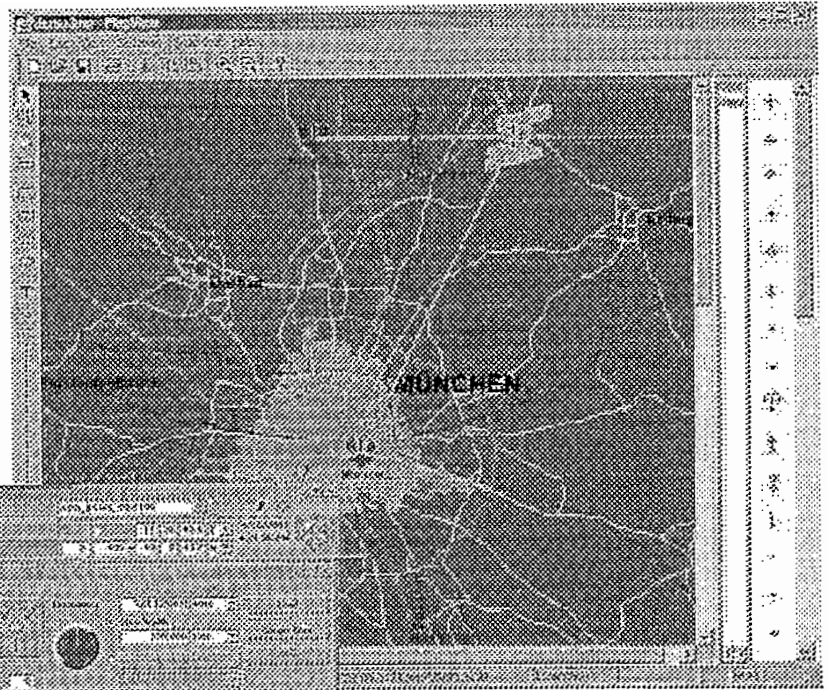
Ejemplo de modo de medición directo con Receptor R&S ESMB y Radiogoniómetro R&S DDF195



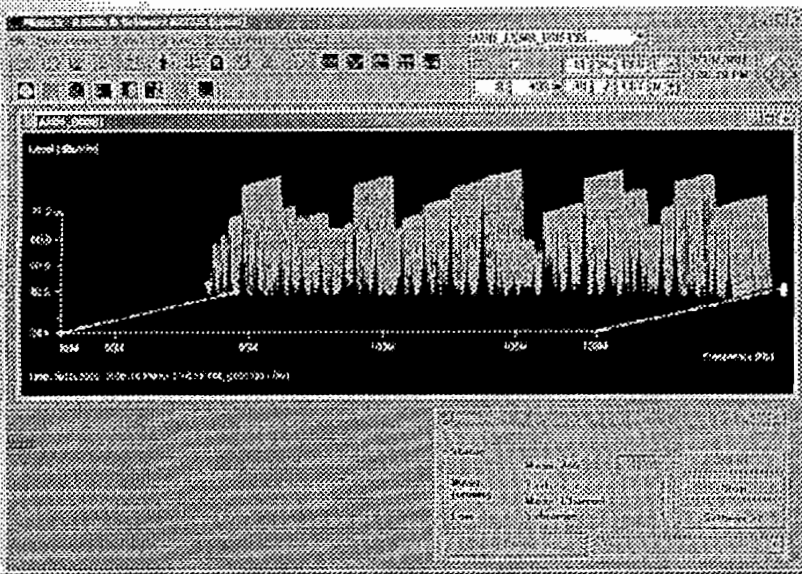
Ejemplo de modo de medición interactivo

El modo de medición interactivo se usa para obtener una apreciación global de un espectro, para analizar e identificar las emisiones electromagnéticas, para obtener resultados cuando una antena sea desplazada, para analizar intermodulación y para realizar mediciones de cobertura. Se tiene en cuenta una intermodulación con hasta tres fuentes de señal.

Ejemplo para el modo de medición de acimut con R&S MapView (derecha y abajo)



El modo de medición de acimut se usa para localizar transmisores. Hasta cuatro radiogoniómetros pueden controlarse simultáneamente. También es posible efectuar marcaciones en movimiento y así localizar señales de radio con un solo radiogoniómetro (marcaciones desde posiciones diferentes).



Ejemplo para el modo de medición automático

El modo de medición automático se usa para controlar todo el equipo según un horario. El usuario define las tareas de medición y las inicia. Las mediciones se realizan entonces automáticamente durante el período de tiempo definido por el usuario. Los resultados de medición pueden evaluarse mientras la tarea está realizándose o cuando se ha completado.

Cisco 800 Series

Family of Access Routers

The Cisco 800 series family of access routers offer models with enhanced network security and reliability through the power of Cisco IOS[®] technology for ADSL, IDSL, ISDN, or serial WAN connectivity tailored for small offices and telecommuters.

The Cisco 800 series family of fixed configuration routers extends the power of Cisco IOS technology to small offices and corporate telecommuters. With Asynchronous Digital Subscriber Line (ADSL), Integrated Services Digital Network (ISDN), ISDN Digital Subscriber Line (IDSL), and serial models, the Cisco 800 series of routers addresses wide range of business class WAN services required by small offices and telecommuters. Cisco IOS technology offers enhanced security, reliability, and safe investment with low cost of ownership to enable customers to benefit from the Internet economy by increasing productivity, simplifying communication, and reducing costs.

The Cisco 800 series enables customers to benefit from value-added services such as differentiated classes of service, toll-quality voice with Voice over IP (VoIP) (Cisco IAD 827), business class security including firewall and virtual private networks (VPNs).

Figure 1 Cisco 800 Series Routers give Small Offices and Corporate Telecommuters Enhanced Security, Superior Reliability, and Safe Investment.



Table 1 Features

Cisco 800 Series	Ethernet LAN	WAN	Voice Features	Additional Features	Markets Supported
DSL Models					
Cisco 827	One 10BaseT (RJ-45)	One ADSL	None	–	US European countries who support DSL over POTS
Cisco IAD 827	One 10BaseT (RJ-45)	One ADSL	<ul style="list-style-type: none"> • Four FXS Analog ports • VoIP • VoATM 	VoIP	US European countries who support DSL over POTS
Cisco 802 IDSL	One 10BaseT (RJ-45)	One IDSL	None	–	US
Cisco 804 IDSL	One 10BaseT (RJ-45) 4-port hub	One IDSL	None	–	US
ISDN Models					
Cisco 801	One 10BaseT (RJ-45)	One ISDN BRI S/T (RJ-45 connector)	None	–	WW
Cisco 802	10BaseT (RJ-45)	One ISDN BRI U, integrated NT1 (RJ-45 connector)	None	–	US
Cisco 803	10BaseT (RJ-45) 4-port hub	ISDN BRI S/T (RJ-45 connector)	2 RJ-11 ports with supplementary voice services	–	WW
Cisco 804	10BaseT (RJ-45) 4-port hub	ISDN BRI U, integrated NT1 (RJ-45 connector)	2 RJ-11 ports with caller ID and supplementary voice services	–	US
Cisco 801-CAPI	One 10BaseT (RJ-45)	One ISDN BRI S/T (RJ-45 connector)	None	Support for CAPI	Europe
Cisco 803-CAPI	10BaseT (RJ-45) 4-port hub	One ISDN BRI S/T (RJ-45 connector)	2 RJ-11 ports with supplementary voice services	Support for CAPI	Europe
Cisco 811	One 10BaseT (RJ-45)	One ISDN BRI U, integrated NT1 (RJ-45 connector)	2 RJ-45	–	Japan
Cisco 813	10BaseT (RJ-45) 4-port hub	One ISDN BRI U, integrated NT1 (RJ-45 connector)	2 RJ-45 ports with caller ID and INS 64 services	–	Japan
Serial Models					
Cisco 805	One 10BaseT (RJ-45)	One Smart Serial port for synch, or asyn dial up	None	–	WW



Table 2 Cisco 800 Series DSL Routers

FastStep 2.x	Features
ADSL	<ul style="list-style-type: none"> • The Cisco 827 and Cisco IAD 827 provide business class ADSL connectivity with advanced QoS, toll quality Voice (Cisco IAD 827), enhanced security and the proven reliability from Cisco IOS software. • Both models are designed to support both Cisco DSL Access Multiplexors (DSLAMs) and DSLAMs with the Alcatel chipset. • The Cisco 827 provides data only access while the Cisco IAD 827 provides toll quality VoIP with four analog FXS ports. • For further information on the Cisco 827 and Cisco IAD 827 see the Cisco 827 DSL datasheet. http://www.cisco.com/warp/customer/cc/cisco/mkt/access/800/827/prodlit/827ad_ds.htm
IDSL	<ul style="list-style-type: none"> • The Cisco 802 IDSL and 804 IDSL provide ISDN DSL WAN connectivity. IDSL extends the reach of other DSL technologies to 26,000 feet from the service provider Central Office (CO). Unlike ISDN, IDSL provides an always on connection without the need to dial up. • Both models can support synchronous data transmission of up to 144kbps and up to 512kbps with compression. • The Cisco 802 IDSL provides one Ethernet 10BaseT LAN port while the Cisco 804 IDSL provides an integrated Ethernet 10BaseT 4-port hub. • For more information on the Cisco 800 IDSL models see the Cisco 800 IDSL datasheet. http://www.cisco.com/warp/customer/cc/cisco/mkt/access/800/prodlit/idsl_ds.htm
ISDN	<ul style="list-style-type: none"> • The Cisco ISDN models provide fixed configurations for ISDN WAN connections for both ISDN (ST) for the European market and ISDN (U) for North America and Japan. • There are models that provide data only connections with a single Ethernet 10BaseT LAN port, and models that integrate an Ethernet 10BaseT 4-port hub along with two analog phone ports. • For more information on the Cisco 800 Series ISDN models see the Cisco 800 series ISDN datasheet. http://www.cisco.com/warp/customer/cc/cisco/mkt/access/800/prodlit/800sr_ds.htm • In addition, there are two models that support Common Application Programming Interface (CAPI) applications that are used in the European market. • For more information on the Cisco 800 series ISDN & CAPI models see the Cisco 800 series ISDN & CAPI datasheet. http://www.cisco.com/warp/customer/cc/cisco/mkt/access/800/prodlit/800rt_ds.htm
Serial	<ul style="list-style-type: none"> • The Cisco 805 Serial Routers provides support for synchronous serial WAN connections for leased lines, Fractional T1, Frame Relay (up to 512Kbps) and asynchronous dialup (with an external modem) serial WAN connections (up to 115.2 Kbps). • For more information on the Cisco 805 serial router see the Cisco 805 datasheet.

Cisco 800 Series Benefits

Leveraging its expertise and leadership in Internet solutions, Cisco Systems offers routing solutions for small offices and telecommuters that provide secure and reliable access to the Internet or corporate networks.

Enhanced Security

Since all Cisco 800 series routers utilize Cisco IOS software, they all provide basic security features such as extended and dynamic Access Control Lists (ACLs) and Network Address Translation (NAT). The Cisco 800 series routers can also provide enhanced security features such as an integrated stateful firewall and IPSec encryption to enable VPNs. These features allow small offices and telecommuters to do business over the Internet while protecting valuable resources.

Quality of Service

Selected models of the Cisco 800 series employs quality-of-service (QoS) features such class-based weighted fair queuing (CBWFQ). These features enables the router to expedite the handling of mission-critical or delay sensitive applications, such as enterprise resource planning (ERP) or videoconferencing while sharing network resources with lower-priority applications such as Web surfing.

Superior Reliability

Because Cisco 800 series routers are based on the same proven Cisco IOS technology used throughout the Internet, small offices can depend on them day after day, year after year. This means that if a server on the LAN crashes, other users remain connected to the Internet.

Safe Investment

The Cisco 800 series routers offer field-upgradable memory options so the latest networking features can be added when necessary. With an advanced processor and memory architecture, they can support future applications as customer networking needs expand.

Low Cost of Ownership (Cisco 800 ISDN Series)

By leveraging Cisco IOS software, customers using the Cisco 800 series can reduce operational costs for training, management, installation, and deployment. The Cisco 800 series provides key WAN optimization features, including bandwidth on demand (BOD), dial on demand routing (DDR), time of day/access control lists (ACLs), and always on/dynamic ISDN (AO/DI). The Cisco 803 and Cisco 804 routers also offer an "all-in-one" solution that combines telephone, fax, and data communication on a single access line.

Business Class DSL (Cisco 827 Series)

Through Cisco IOS software, the Cisco 800 Series provide business class DSL with features demanded by business customers. Both the IDSL models and the ADSL models

can support enhanced security features with integrated firewalls and support for encryption for VPNs. The ADSL models also provide enhanced QoS features to support differentiated classes of service for guaranteed service levels. In addition, the Cisco IAD 827 adds toll quality voice support with VoIP.

Installation and Configuration Tools

Each Cisco 800 series router includes Cisco FastStep Connect software, an easy-to-use Windows 95, 98, and NT 4.0-based tool that simplifies the setup, monitoring, and troubleshooting. The Cisco FastStep express mode called 1-2-3 Connect, leads users through a simple three-step process to connect to an Internet service provider (ISP) and/or remote corporate network.

1. Connect the color-coded cables and insert the FastStep CD Rom.
2. Select the Service Provider.
3. Input account information.

Cisco FastStep software includes the Cisco FastStep monitor application, which provides users with router LAN and WAN performance statistics, fault alarms, and troubleshooting assistance (see Figure 2-3).

Figure 2 Cisco FastStep/1-2-3 Connect software

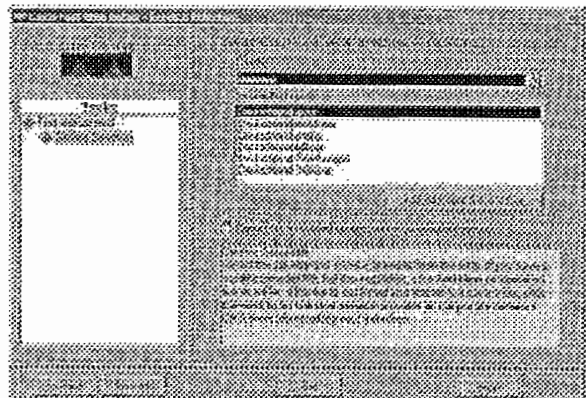
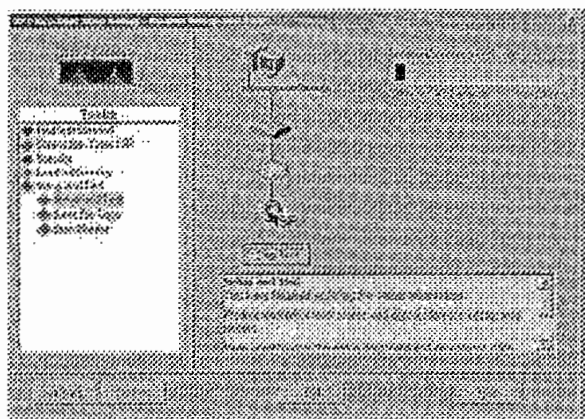
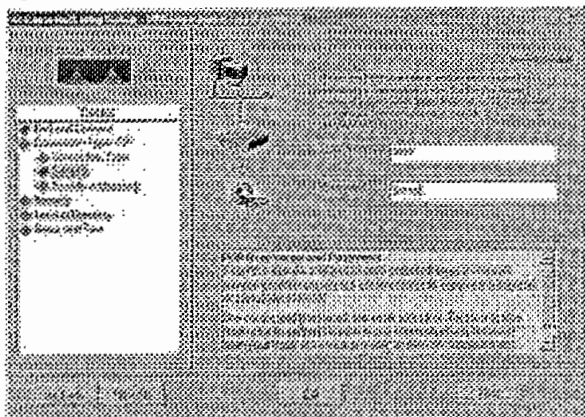




Figure 3 Cisco FastStep/1-2-3 Connect software



Cisco FastStep software also supports automatic service profile identifier (SPID) and automatic detection of the ISDN switch to further simplify the setup process.

The Cisco 800 series routers also support configuration with the Cisco ConfigMaker application. Cisco ConfigMaker is a software tool designed to configure a small network of Cisco routers, switches, hubs, and other network devices from a single PC using Windows 95, 98, 2000, and NT 4.0. It is designed for resellers and network administrators of small and medium-sized businesses who are proficient in LAN and WAN fundamentals and basic network design.

For additional setup ease, the Cisco 800 series routers have color-coded ports and cables to help users make proper connections. Quick Reference Guide documentation provides easy-to-follow installation instructions.

The 800 series models have several options for IOS feature sets ranging from IP-only routing, to support for integrated Firewall and DES encryption for enhanced security, to support for VoIP (Cisco IAD 827-4V). For details on feature sets see the corresponding datasheet for each product category.

Physical Specifications

For specifications of dimensions, weight, back panel, environmental specifications, power supply, LEDs, Ethernet Support, Regulatory Approvals, ISDN BRI Support (Cisco 801-804 & CAPI models only), IDSL support (Cisco 802 IDSL and Cisco 804 IDSL only), ADSL support (Cisco 827 and Cisco IAD 827-4V only) and telephone support (Cisco 803, Cisco 804, Cisco IAD 827-V4 only) see each specific product category datasheet.

Contact Information

For more information on the Cisco 800 series, contact:

- United States and Canada: +1 800 553-NETS (6387)
- Europe: +32 2 778 4242
- Australia: +61 2 9935 4107
- Other: +1 (408) 526-7209
- Or contact your local Cisco office. To locate one nearest you, visit: <http://www.cisco.com/offices>.

Orderability and Availability

The Cisco 800 series routers are orderable and available today.

Cisco 2600 Series Modular Access Router Family including the 261x, 262x, 265x, and 2691

Now includes the Cisco 2600XM, 2651XM-V, 2651XM-V-SRST and 2691 models

The Cisco 2600 series is an award-winning family of modular multiservice access routers, providing flexible LAN and WAN configurations, multiple security options, voice/data integration, and a range of high performance processors. The wide range of features, interfaces, and flexibility of adding over 50 modules makes the Cisco 2600 family the ideal branch-office router for today's and tomorrow's customer requirements.

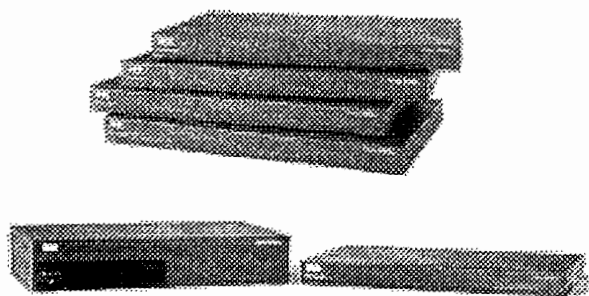
The latest additions to the Cisco 2600 Series family of Modular Routers include the Cisco 2600XM models and Cisco 2691. These new models deliver extended performance, higher density, enhanced security performance and increased concurrent application support to meet the growing demands of branch offices. In

addition, a number of new 2600 Series product bundles have been introduced including the 2651XM-V and 2651XM-V-SRST voice gateway router bundles, 2600XM and 2691VPN bundles, and 2600XM DSL bundles. These bundles offer an additional cost savings and provide easy ordering to meet branch office requirements.

New Models in Cisco 2600 Family: 2600XM and 2691

The new Cisco 2600XM models are based on the current Cisco 2600 platform architecture, and extend the performance by as much as 33%. The new models also increase default platform memory and provide increases in memory capacity at the same price points when compared to the current Cisco 2600 models. The new XM functionality provides the same proven technology of the current Cisco 2600 Series platforms, including Cisco IOS® software mainline feature support and the modularity of Network Modules (NMs), WAN Interface Cards (WICs) and Advanced Integration Modules (AIMs). Enterprises considering the Cisco 2600 for branch office applications should now regard the Cisco 2600XM as the preferential platform for delivering high performing, flexible solutions to branch and remote offices. Another addition to the Cisco 2600 Series family is the Cisco 2691.

Figure 1
 Cisco 2600 Series Modular
 Access Routers



- Plus Firewall
- Plus with Encryption and Firewall

The Plus feature sets contain an additional number of value-added features such as legacy mainframe protocols, DLSSw, L2TP, L2F, Voice/Data integration, Asynchronous Transfer Mode (ATM), VLANs, Netflow, etc. Additional feature sets include IPSec, and 3DES encryption, as well as Firewall capabilities with intrusion detection.

The Remote Access Services feature set includes various management, multicast, security (excluding encryption), protocol translation, remote node and terminal services and some LAN and WAN service and optimization protocols but excludes some of the above base feature set standards.

The Cisco 2691 also supports the Cisco IOS IP/H.323 Gatekeeper feature set, providing the H.323 industry standard gatekeeper functionality needed for scalable multiservice networks. As a H.323 gatekeeper, the Cisco 2600 is dedicated to supporting voice and video conferencing call-setup, proxy, directory maintenance among other responsibilities; it does not support multi-protocol routing.

A more detailed list of features and memory requirements for specific feature sets by version can be found in the Cisco IOS release notes for the Cisco 2600 series.

Technical Specifications

The Cisco 2600 Series provides unparalleled flexibility and port density options for branch offices. The following table highlights a few of the Cisco 2600 configuration possibilities:

Table 3 Maximum Cisco 2600 Port Densities

Application	Max. # Cisco 261x-265x	Supported CiscoXM	Cisco 2691
Simultaneous Voice Calls as a stand-alone voice gateway	up to 90 digital ^[1] 2 to 16 analog	up to 90 digital ^[1] 2 to 16 analog	90 digital 16 analog
T1/E1 Connections (including ATM)	8	8	10
Integrated Analog Modems	16	16	22
ISDN PRI (B channels)	64	64	64
ISDN BRI	12	12	14
Asynchronous Serial	37	37	39
Synchronous Serial	12	12	14
DSL Connections	4	4	5
EtherSwitch ports	16	16	16



1 Requires a Cisco 265x or 265xXM for 90 channels

Table 4 Cisco 2600 Series System Specifications

Cisco 2600 Series Models	2610/12	2620/21	2650/51	2610/11XM	2620/21XM	2650/51XM	2691
Flash Memory (Default/Max)	8MB/16MB	8MB/32MB	8MB/32MB	16MB/48MB	16MB/48MB	16MB/48MB	32MB/128MB (Compact Flash)
System Memory (Default/Max)	32MB/64MB	32MB/64MB	32MB/128MB	32MB/128MB	32MB/128MB	64MB/128MB	64MB/256MB
Integrated WIC Slots	2	2	2	2	2	2	3
Onboard AIM (Internal) Slot	1	1	1	1	1	1	2
Console Port (up to 115.2 kbps)	1	1	1	1	1	1	1
Aux Port (up to 115.2 kbps)	1	1	1	1	1	1	1
Minimum Cisco IOS Release	11.3T or later and 12.0.1 mainline	12.0(3)T or later and 12.1.1 mainline	12.1(3)T or later and 12.2.1 mainline	12.1(14) mainline, 12.2(12) mainline, 12.2(8)T1 or later	12.1(14) mainline, 12.2(12) mainline, 12.2(8)T1 or later	12.1(14) mainline, 12.2(12) mainline, 12.2(8)T1 or later	12.2(8)T1 or later
Onboard LAN Ports	1 to 2 Ethernet ports	1 to 2 10/100 FE ports	1 to 2 10/100 FE ports	1 to 2 10/100 FE ports	1 to 2 10/100 FE ports	1 to 2 10/100 FE ports	2 10/100 FE ports
Redundant Power Supply	External only	External only	External only	External only	External only	External only	External only
Rack Mounting	Yes, 19" and 23" options	Yes, 19" and 23" options	Yes, 19" and 23" options	Yes, 19" and 23" options	Yes, 19" and 23" options	Yes, 19" and 23" options	Yes, 19" and 23" options
Wall Mounting	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes	No
Power Requirements							
Power Supply	50W Maximum (+5V,+12V,-12V) AC power supply	50W Maximum (+5V,+12V,-12V) AC power supply	50W Maximum (+5V,+12V,-12V) AC power supply	50W Maximum (+5V,+12V,-12V) AC power supply	50W Maximum (+5V,+12V,-12V) AC power supply	50W Maximum (+5V,+12V,-12V) AC power supply	105W Maximum (+5V,+3.3V,+12V,-12V) AC power supply
Power Output	5V@9.5A, 12V@1.20A, -12V@0.5A	5V@9.5A, 12V@1.20A, -12V@0.5A	5V@9.5A, 12V@1.20A, -12V@0.5A	5V@9.5A, 12V@1.20A, -12V@0.5A	5V@9.5A, 12V@1.20A, -12V@0.5A	5V@9.5A, 12V@1.20A, -12V@0.5A	5V@15A, 3.3V@12A, 12V@5A, -12V@2A

Cisco Systems, Inc.

All contents are Copyright © 1992–2003 Cisco Systems, Inc. All rights reserved. Important Notices and Privacy Statement

1 Requires a Cisco 265x or 265xXM for 90 channels

Table 4 Cisco 2600 Series System Specifications

Cisco 2600 Series Models	2610/12	2620/21	2650/51	2610/11XM	2620/21XM	2650/51XM	2691
AC Input voltage	100 to 240VAC	100 to 240VAC	100 to 240VAC	100 to 240VAC	100 to 240VAC	100 to 240VAC	100 to 240VAC
AC input current	1.5 A	1.5 A	1.5 A	1.5 A	1.5 A	1.5 A	2 A max @ 100VAC; 1A max @ 240VAC
AC Frequency	47-63 Hz	47-63 Hz	47-63 Hz	47-63 Hz	47-63 Hz	47-63 Hz	47-63 Hz
DC Input Voltage	-38 to -75VDC	-38 to -75VDC	-38 to -75VDC	-38 to -75VDC	-38 to -75VDC	-38 to -75VDC	N/A
DC Input Current	Current: 2.0 amps	Current: 2.0 amps	Current: 2.0 amps	Current: 2.0 amps	Current: 2.0 amps	Current: 2.0 amps	N/A
Power Dissipation	75W (max), 260 Btus/hr	75W (max), 260 Btus/hr	75W (max), 260 Btus/hr	75W (max), 260 Btus/hr	75W (max), 260 Btus/hr	75W (max), 260 Btus/hr	215W (max), 745 BTU/hr
Environmental Specifications							
Operating temperature	-32 to 104 F (0 to 40 C)	-32 to 104 F (0 to 40 C)	-32 to 104 F (0 to 40 C)	-32 to 104 F (0 to 40 C)	-32 to 104 F (0 to 40 C)	-32 to 104 F (0 to 40 C)	-32 to 104 F (0 to 40 C)
Nonoperating temperature	-40 to 158 F (-40 to 70 C)	-40 to 158 F (-40 to 70 C)	-40 to 158 F (-40 to 70 C)	-40 to 158 F (-40 to 70 C)	-40 to 158 F (-40 to 70 C)	-40 to 158 F (-40 to 70 C)	-40 to 158 F (-40 to 70 C)
Relative Humidity Noncondensing	5-95%	5-95%	5-95%	5-95%	5-95%	5-95%	5-95%
Operation altitude (derate 1C per 1,000 ft.)	Up to 6500 ft (2000m) @ 40 C	Up to 6500 ft (2000m) @ 40 C	Up to 6500 ft (2000m) @ 40 C	Up to 6500 ft (2000m) @ 40 C	Up to 6500 ft (2000m) @ 40 C	Up to 6500 ft (2000m) @ 40 C	Up to 6500 ft (2000m) @ 40 C
Dimensions (HxWxD)	1.69" (4.3 cm) x 17.5" (44.5 cm) x 11.8" (30 cm)	1.69" (4.3 cm) x 17.5" (44.5 cm) x 11.8" (30 cm)	1.69" (4.3 cm) x 17.5" (44.5 cm) x 11.8" (30 cm)	1.69" (4.3 cm) x 17.5" (44.5 cm) x 11.8" (30 cm)	1.69" (4.3 cm) x 17.5" (44.5 cm) x 11.8" (30 cm)	1.69" (4.3 cm) x 17.5" (44.5 cm) x 11.8" (30 cm)	3.46" x 17.0" x 11.20" (8.78 x 45.36 x 28.45 cm)
Rack Height	1RU	1RU	1RU	1RU	1RU	1RU	2RU
Weight (min.)	8.85 lb (4.66 kg)	8.85 lb (4.66 kg)	8.85 lb (4.66 kg)	8.85 lb (4.66 kg)	8.85 lb (4.66 kg)	8.85 lb (4.66 kg)	15 lb (6.80 kg)
Noise Level (min.)	38-dBA	38-dBA	38-dBA	38-dBA	38-dBA	38-dBA	45-dBA
Regulatory Compliance							
Safety	All Platforms—UL 60950:2000, NOM019:1998, EN 60950:1992+A1+A2+A3+A4, ACATS 001: 1993 ACA AS3260:1997						



1 Requires a Cisco 265x or 265xXM for 90 channels

Table 4 Cisco 2600 Series System Specifications

Cisco 2600 Series Models	2610/12	2620/21	2650/51	2610/11XM	2620/21XM	2650/51XM	2691
Regulatory Compliance	All Platforms—FCC Class A and Canadian DOC Class A, EN55022:1998, CISPR22:1997, EN61000-3-2:1995, EN61000-3-3:1995, EN300386:2000, EN55024/EN55082-1, AS/NZS3548:1998, 47-CFR-15:1997, VCCI:V-3/2000, VCCI Class A, CNS 13438						

The Cisco 2600 Series conforms to a number of safety, EMI, immunity, and network homologation standards. Additional details can be obtained through your Cisco reseller or account manager.

Summary

The Cisco 2600 Series Modular Routers extends the versatility, integration, and power to corporate branch offices, by providing more performance and increased density for multiple applications. Companies can consolidate the functions of multiple separate devices into a single, compact package that can be managed remotely. Because the Cisco 2600 Series is modular, interface configurations are easily customized to accommodate a wide variety of network applications, such as branch office data access, integrated switching, multiservice voice/data integration, dial access services, VPN access and firewall protection, inter-VLAN routing and serial device concentration. The Cisco 2600 Series is ideal for sites and solutions requiring the highest levels of integration at the edge for Branch Office IP Telephony, voice gateway, and integrated flexible routing with low-density switching solutions.

Cisco Service and Support

Leading-edge technology deserves leading-edge support. SMARTnet™ technical support for the Cisco 2600 Series is available on a one-time or annual contract basis. Support options range from help desk assistance to proactive, onsite consultation. All support contracts include:

- Major Cisco IOS software updates in protocol, security, bandwidth, and feature improvements
- Full access rights to Cisco.com technical libraries for technical assistance, electronic commerce, and product information
- 24-hour-a-day access to the industry's largest dedicated technical support staff

Contact your local sales office for further information.

For More Information on Cisco Products, Contact:

U.S. and Canada: 800 553-NETS (6387)

Europe: 32 2 778 4242

Australia: 612 9935 4107

Other: 408 526-7209

Web: www.cisco.com

Aurora™ 5800*radio digital**punto-a-punto de**Espectro Disperso*

El Aurora™ pertenece a una familia de radios microondas digitales punto-a-punto que emplea la técnica de espectro disperso. Estos radios permiten la implementación de servicios de comunicaciones inalámbricas de 1xE1/T1 a 2xE1/T1, así como de Puentes Remotos para redes LAN (10Base-T); a distancias típicas en línea visual de hasta 50 Km (30 mi). El Aurora™ opera en las bandas ISM de 5.8 GHz y, por consiguiente, en la mayoría de los casos, estos radios evitan el lento y costoso proceso de coordinación de frecuencias y obtención de licencias. El Aurora™ proporciona la interconexión inalámbrica ideal para los sistemas de acceso privado, servicios de acceso a Internet, Puentes Remotos para redes LAN/WAN, sistemas celulares y PCS/PCN.

Una conexión opcional 10Base-T, la cual reemplaza un interfaz de telefonía, sirve como puente de nivel 2 para redes LAN de hasta 10,000 direcciones MAC. Sin necesidad de las instrucciones de ningún operador, el Aurora™ aprende a transportar solamente aquellos paquetes que han sido direccionados entre las redes LAN que están conectadas, retransmitiendo automáticamente los paquetes corruptos utilizando el protocolo HDLC, con objeto de maximizar la integridad de los datos.

Este radio reduce los costos de instalación y mantenimiento debido a que está constituido por una sola unidad liviana y compacta que puede ser instalada bajo techo en un solo espacio de bastidor, en superficie plana, o como parte integrante de una estación base. El CIT (Herramienta de Interfaz Craft) incorporado permite al software del Aurora™ ajustar la potencia de salida del transmisor, la secuencia de códigos de dispersión, o la frecuencia central del radio, a fin de optimizar su operación en una trayectoria dada.

Adicionalmente, el Aurora™ 5800 proporciona un canal de servicio de voz/datos y un canal para sistemas de gestión de redes, el cual es compatible con el Administrador de Elementos FarScan™ de Harris, o con cualquier Administrador SNMP.

La familia Aurora™ de radios digitales de espectro disperso permitirá a su empresa mantener una posición de liderazgo; mediante el despliegue rápido de dichos radios, de forma fiable y a un coste mínimo. Por otra parte, el Aurora™ hace que la recuperación de la inversión sea muy superior a la obtenida con el arrendamiento de líneas u otros radios similares.



Características Generales

Rango de Frecuencia: 5725 - 5850 MHz

Capacidad Digital:
1x E1 ó 2xE1 (E1: 2.048 Mbit/s) 1xT1 ó 2xT1 (T1: 1.544 Mbit/s)

Alcance Máximo: Hasta 50 Km (30 mi.) en línea visual

Ancho de Banda del Canal RF:
18 MHz, 1xE1/T1 30 MHz, 2xE1/T1

Modulación: DQPSK (Modulación por Desplazamiento Diferencial de Fase en Cuadratura)

Codificación:
Secuencia Directa; códigos seleccionables por software

Identificación FCC: BCK9GKAUR5801T1-1
BCK9GKAUR5802T1-1

Estabilidad de Frecuencia: 0.0006%

Características del Sistema

Ganancia del Sistema: *Típico, BER ≤ 1x10⁻³*
1xE1/T1; 109 dB 2xE1/T1; 107 dB

Plan de Frecuencia:

1xE1/T1; Par A	5,735 y 5,800 MHz
Par B	5,755 y 5,820 MHz
Par C	5,775 y 5,840 MHz
2xT1/E1; Par A	5,741 y 5,803 MHz
Par B	5,772 y 5,834 MHz

Retardo en Transmisión: Solamente el Radio; 50 us, máx.

Tiempo de Adquisición: ≤ 50 ms

Margen de Desvanecimiento Dispersivo:
Típico, BER ≤ 1x10⁻³ Mejor que 60 dB

Características del Transmisor

Potencia de Salida: Ajustable por software +18.5 dBm, máx (+10 dBm, mín.)

Características del Receptor

Coefficiente de Ruido: 7 dB típico en el puerto de la antena

Nivel de Recepción Máximo: -20 dBm libre de errores, -10 dBm sin daño

Umbral:

1E1/T1: Punto de Interrupción del Servicio;
(BER ≤ 1x10⁻³) -89 dBm (-90 dBm, típico)

1E1/T1: Punto de Operación;
(BER ≤ 1x10⁻⁶) -87 dBm (-88 dBm, típico)

2E1/T1: Punto de Interrupción del Servicio;
(BER ≤ 1x10⁻³) -87 dBm (-88 dBm, típico)

2E1/T1: Punto de Operación;
(BER ≤ 1x10⁻⁶) -85 dBm (-86 dBm, típico)

Puente Remoto para red LAN opcional:
Memoria intermedia (buffer) para direcciones MAC = 10,000



Aurora™ 5800 Radio Digital de Espectro Disperso. Fuente de CA. (vista posterior)

Interfaz Digital de Datos

Interfaz Digital:
E1; CEPT-1 Cumple con ITU-T G.703, G.823
T1; DSX-1 Cumple con ITU-T G.703, G.824, AT&T Pub 62411, Bellcore TR-TSY-000499

Conectores:
E1; No Balanceado; 75 ohmios, BNC
Balanceado; 120 ohmios, RJ-48C
T1; Balanceado; 100 ohmios, RJ-48C
Puente Remoto para redes LAN; RJ45 (10Base-T) opcional

Codificación de Línea:
E1; HDB3 ó AML, seleccionable T1; AML ó B8ZS, seleccionable

Controles, Indicadores & Diagnósticos

Puerto CIT:
RS-232 DTE, DB-9, Hembra (Configuración programable)

Puerto del canal de Voz: 2-Hilos, RJ11

Puerto de Datos Asíncronicos: RS-232, DB-15, Hembra

Diodos Emisores de Luz (LEDs) del Panel Frontal: Fuente de Alimentación (*verde*); Alarma de la potencia de (XMT) Transmisión (*rojo*); Alarma de sincronización de la (RCV) Recepción (*rojo*)

Puntos de Prueba:
RSSI (Indicador de Nivel de la Señal de Recepción), GND (tierra)

Sistema Integrado de Diagnósticos: LOS, AIS, alarma de sincronización del sintetizador de la RCV, estado de la RCV, alarma de sincronización del sintetizador de la XMT, estado de la potencia de XMT

Puerto de Alarmas: DE9, Macho (potencia de transmisión, sincronización de recepción, alarmas del relé de estado sólido)

Gestión de redes: Harris SCAN y Agente Proxy SNMP

Fuentes de Alimentación, Características Físicas y Condiciones Ambientales

Fuente de CA: 95 a 250 Voltios, 50/60 Hz; Aprobado por UL

Fuente de CD: ±21 a 60 Voltios opcional

Consumo de Energía: 30 Vatios, máx.

Temperatura: Operacional: 0° C a +50° C
Almacenamiento: -40° C a +70° C

Humedad: 95% sin condensación

Altitud: 4,572 m (15,000 pies) Sobre el nivel medio del mar

Dimensiones: Montaje superficial o en bastidor EIA de 480 mm (19")

Altura	Anchura	Profundidad
50 mm	430 mm	275 mm
1.75 pulgs.	17 pulgs.	10.2 pulgs.

Peso: 3.5 kg (7.7 lbs.)

Conector de la Antena: Hembra tipo "N"

Distancia Típica *

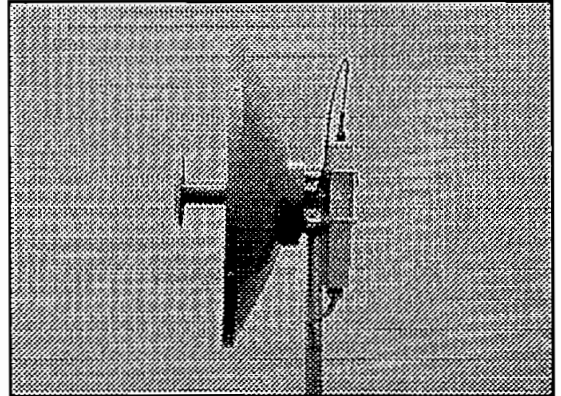
*Con antena direccional de 0.6 m (2 pies); ganancia de 28.5 dBi
Hasta 50 Km (30 mi.)

...Designed for the Elements

Cyclone

Cyclone BH-10

**10 Mbps Backhaul capable of
7.5 Mbps of throughput.**



Key Features:

RF Hardened Casing. Overbuilt to last in challenging conditions. Hardened aluminum casing protects the radio from errant radio waves and harsh environments. Install it...leave it.

Powerful. Develops an EIRP of 52.5 dBm, 95% of the power allowed by the FCC. The power needed for a stable dependable wireless network. More power = fewer antennas needed to cover longer distances.

Distance. Up to 35 miles of reliable point to point coverage in favorable conditions. Designed to be the workhorse of any wireless deployment.

Efficient Technology. Unit comes with a broadcast quality parabolic dish. Polarization can be adjusted horizontally or vertically by simply loosening 3 nuts and moving the feed horn to the desired position. Quickly adjustable...on the fly.

Easy Installation. Standard antenna firmly mounts to pipes from 2.0 to 4.5 inches. The fine Azimuth adjustment is plus or minus 10 degrees. The fine Elevation adjustment is plus or minus 25 degrees. The mounting hardware has been designed to add stability to the unit even during high winds. Clamps on securely in minutes.

Compatibility. The Cyclone Broadband Wireless Solution is fully compatible with the Canopy Broadband Wireless Internet Platform and is FCC and IC Certified.

For More Information or to Order call 866-230-9174 or www.lastmilegear.com.



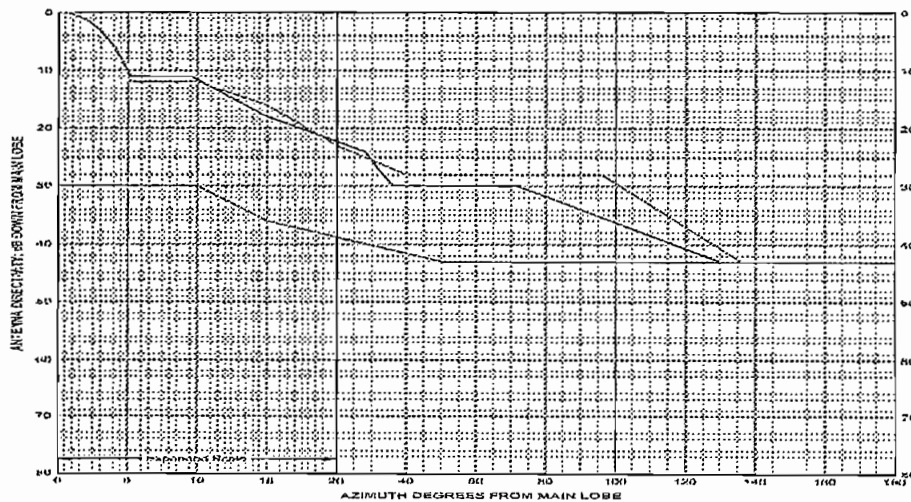
1324 Vandercook Way P.O. Box 887 Longview, WA. 98632
Fax: 360-414-5991



Model # BH-10 Specifications

Frequency, GHZ	5.725-5.850 ISM
Polarization	Vertical or Horizontal
Gain, dbi (nominal) Beamwidth -3dB	29.0 - 30.1
3 dB Beamwidth (deg.)	5.4 degrees
Front to Back (dB)	41
X-Pol. Rejection dB	30
VSWR	1.5
Antenna Manufacturer and Model Number	Andrew Model # P2F-52-N7A
Access Method	TDD/TDMA
Signaling Rate	10 Mbps
Carrier to Interference	3dB
Receiver Sensitivity	-83dBm 10 BER.
Operating Range	Up to 35 miles point to point
Output EIRP	52.5dBm
DC Power	.3A@24VDC (7.2 watts)
Interface	10/100 BaseT, half/full duplex rate auto negotiated (802.3 compliant).
Protocols used by Cyclone	IPV4, UDP, TCP, ICMP, Telnet, HTTP, FTP, SNMP, DES
Protocols Supported by Cyclone	Switched Layer 2 Transport with support for all common Ethernet protocols including IPV6, NetBIOS, DHCP, IPX, ETC.
Software Upgrade Path	Remotely downloaded into FLASH via RF link
Network Management	HTTP, TELNET, FTP, SNMP
Temperature	-30 degrees Celsius to +55 Degrees Celsius (-22 to + 131 Fahrenheit)
Weight	21.4 lbs.
Dimensions	25.1 inches diameter 17 inches deep
FCC Certification Number	QSXS700ISM

Radiation Pattern



2.00 Foot Antenna 5.250-5.850 GHz Single Polarized
 Gain: 29.20 dBi at 5.550 Ghz
 — Envelope for a Horizontally Polarized Antenna (HH, HV)
 - - - Envelope for a Vertically Polarized Antenna (VV, VH)



Product specification may change from time to time. Please call Last Mile Gear for updates.

CM601A

PSK Digital Satellite Modem



Radyne ComStream's high-performance modem reliability and network management in a one-rack-unit-high chassis

HIGHLIGHTS

- Complete 9.6 Kbps to 512 Kbps modulator/demodulator
- Optional extended range 9.6 Kbps to 4.375 Mbps
- Modulator/demodulator fully independent
- Dual band: 50-90 and 100-180 MHz operation
- Ultra low cost
- QPSK, BPSK
- Compact 1-RU platform
- Available with Viterbi, sequential, turbo, or Reed-Solomon FEC
- Universal RS-422, RS-232, V.35 interface
- Integral doppler buffer

OVERVIEW

The Radyne ComStream CM601A modem is the low-cost, high-performance, high-reliability solution for data transmission in a satellite network environment. Based on Radyne ComStream's modular modem technology, the CM601A is a 3-card design that includes an Integrated Mod/Demod/Doppler Buffer/ Universal Interface card, an Option card (which can provide additional features such as Turbo, IntelSat Reed-Solomon FEC, or SCC in-band signalling), and a Monitor & Control card.

The independent cards, or stand-alone modules (SAMs), work together as a system. The SAM's are installed, or changed, by simply sliding them in

or out of the chassis at the rear panel—simplifying upgrades and sparing. Each module contains its own microprocessor and nonvolatile memory, allowing it to store individual configurations and run comprehensive self-test operations.

Individual monitor & control (M&C) for each CM601A unit is accessed through the front panel or a remote ASCII terminal. Additionally, the unit may be controlled with Radyne ComStream's exclusive Windows 95®/NT® virtual control panel, an easy-to-use graphical user interface program. Full network remote M&C is offered using the optional Satellite Control Channel card and SNMS software.

The CM601A is particularly well suited for single channel per carrier (SCPC) star networks requiring multiple modems at the hub, and SCPC demand-assigned (DAMA) networks requiring low-cost traffic modems.

The CM601A can also interoperate with standard, full-featured CM701 modems. Complete compatibility means that the CM601A can operate with the CX101/801 line of redundancy switches or full-featured CM701 modems. Complete compatibility also means CM701 option cards, such as the Reed-Solomon Codec and Satellite Control Channel, can be installed in the CM601A modem.

**RADYNE
COMSTREAM**

CM601A PSK Digital Satellite Modem



The CM601A modem rear view illustrating option card slot, modem card, and M&C card

SPECIFICATIONS

GENERAL

Low Speed

Data Rate QPSK: Uncoded - 9.6 Kbps to 512 kbps
7/8 Rate - 9.6 Kbps to 512 kbps
3/4 Rate - 9.6 Kbps to 512 kbps
1/2 Rate - 9.6 Kbps to 512 kbps

Standard Speed

Data Rate QPSK: Uncoded - 9.6 Kbps to 4.375 Mbps
7/8 Rate - 9.6 Kbps to 4 Mbps
3/4 Rate - 9.6 Kbps to 3 Mbps
1/2 Rate - 9.6 Kbps to 2.5 Mbps

Flexibility: Variable rate (1-Bps resolution)
Symbol Rates: 4.8 Ksps to 2.5 Msps
Modulation Types: BPSK, QPSK
Code Rates: Viterbi 1/2, 3/4, 7/8
Sequential 1/2, 3/4
Turbo 0.793, 0.495, 0.325
Data Interfaces: RS-449, V.35, RS-232
Others available as option card
Scrambling: Radyne ComStream, IESS, V.35

IF Frequency

Range: 50-90 MHz and 100-180 MHz
Step size: 1 KHz

Output Clock Selection

Internal: ST
Transmit: TT
RT with buffer bypass

Doppler Buffer

Size Selection: 64 - 262,144 bits
System Reference
Stability: ± 1 ppm

Performance

BER Performance: Viterbi rate 1/2: 6.5 dB Eb/N0 for 10^{-7} BER
Viterbi rate 3/4: 8.0 dB Eb/N0 for 10^{-7} BER
Viterbi rate 7/8: 9.4 dB Eb/N0 for 10^{-7} BER
Sequential Rate: 1/2 at 56 kbps: 5.4 dB Eb/N0 for 10^{-7} BER
Sequential Rate: 3/4 at 56 kbps: 6.2 dB Eb/N0 for 10^{-7} BER

MODULATOR

Transmit Power: Power range: -5.0 to -25.0 dBm
Resolution: 0.1-dB steps
On/off isolation: > 60 dB
Spectral Shape: Radyne ComStream closed network, IESS 308
Spurious Emissions: < -50 dBc in-band, -45 dBc out-of-band

DEMODULATOR

Receive Level: -65 dBm to -20 dBm
Aggregate: 0 dBm or 40 dBc (whichever is less)
Acquisition Range: Programmable to maximum ± 50 kHz

OPTION CARDS

IntelSat Reed-Solomon Coding
Satellite Control Channel
Data Interface - Various
Turbo Codec

MONITOR AND CONTROL

All features are software-selectable:

Control:

Modulator, Demodulator Independent,
Modulation Type, Code Rate, Data Rate, Scrambler Type,
Diff Enc Enable, Transmit, Power Level, IF Frequency, Int/Ext
Timing, Acquisition Parameters, Spectral Inversion, Transmit
Enable, Loopback Enable, Interface Type, Modem ID, Fault Mask,
Filter Type

Monitor:

Parameter Display, Eb/No, AGC Level, Demod Lock, Fault History
Present Status, Receive Freq Offset, Channel Error Rate

MECHANICAL/ENVIRONMENTAL

Width: 48.3 cm (19") rack-mountable Depth: 40.6 cm (18")
Height: 4.5 cm (1.75"), 1 RU Weight: less than 5.5 kg (12.1 lbs.)

Temperature

Operating: 0°C to +50°C
Nonoperating: -20°C to +70°C

Humidity

Operating: 5% to 95% noncondensing
Nonoperating: 0% to 100% noncondensing
Altitude: 3,050 meters (10,000 feet)

Power

AC input: 90-264 V, 47-63 Hz (autoranging)
Usage (typical): 35 watts

U.S.A./Canada: 3138 East Elwood Street, Phoenix, Arizona 85034 USA Tel: +(1) 602.437.9620 Fax: +(1) 602.437.4811
6340 Sequoia Drive, San Diego, California 92121 USA Tel: +(1) 858.458.1800 Fax: +(1) 858.657.5400
Europe/Middle East/Africa: 8, Oriol Court, Omega Park, Wilsons Road, Alton, GU34 2YT, United Kingdom Tel: +(44) 1420.544.200 Fax: +(44) 1420.88.999
Latin America: 7700 Congress Ave., #2105, Boca Raton, Florida 33487 USA Tel: +(1) 561.988.1210 Fax: +(1) 561.988.8290
China: Room 405, Building B, Haqiao Mansion, No. 8 Guanghua Road, Chaoyang District, Beijing 100026 China Tel: +(86) 10.658.31975 Fax: +(86) 10.658.31974
Asia-Pacific: 15 McCallum Street, #12-04, NatWest Centre, Singapore 069045 Tel: +(65) 6225.1016 Fax: +(65) 6325.1950
Jl. P.T. Haryono Kav 25, Jakarta, Indonesia 12820 Tel: +(62) 21.521.3733 Fax: +(62) 21.252.0142
www.radn.com

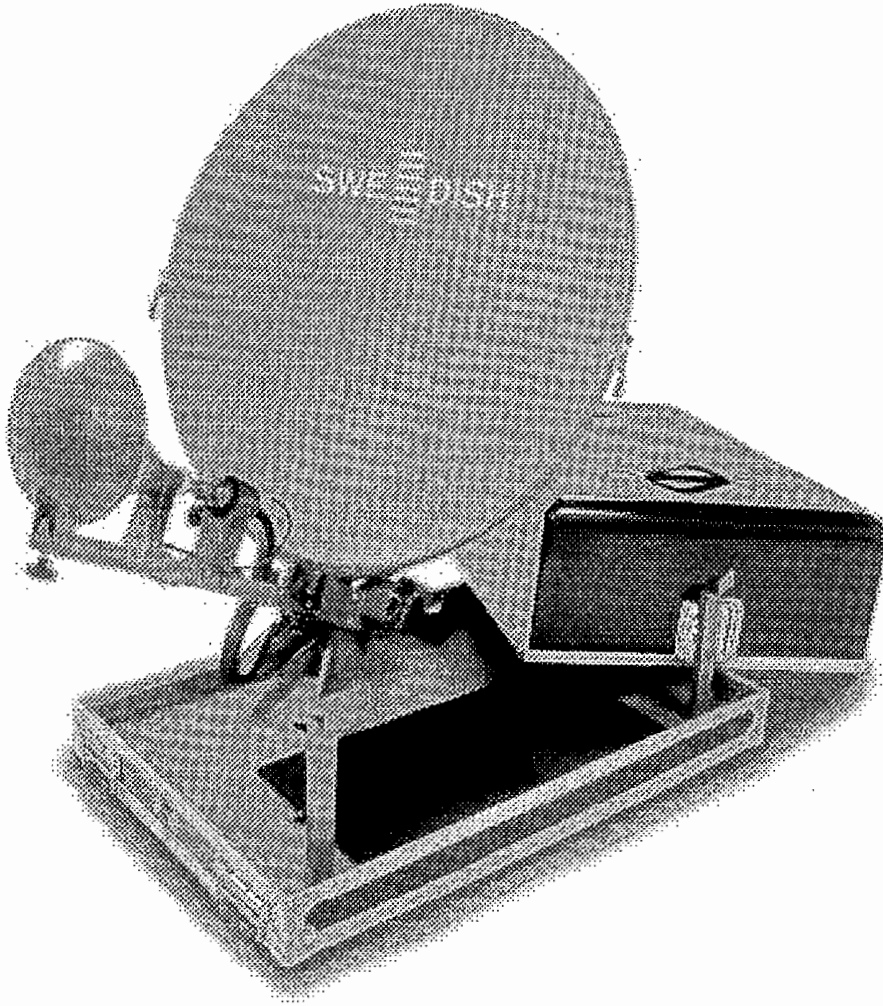
Prices, specifications, and product availability subject to change without notice. All trademarks acknowledged.

© Copyright 2002 Radyne ComStream Corporation. All rights reserved.

ML-0132A 1002



RADYNE
COMSTREAM



To meet the exacting demands of the DSNG market, SWE-DISH Satellite Systems have developed the SWE-DISH® Fly-Away Series.

SUPERIOR TECHNOLOGY

Each of the elements integrated into the SWE-DISH® system has been developed and selected specifically for their high performance. Amongst the most advanced configurations of the world's leading DSNG equipment, our solutions combine high performance, reliability, and ease of use, making SWE-DISH® synonymous with quality, highly reliable audio/video performance.

COST-EFFECTIVENESS

SWE-DISH® systems are compact and easy to use. They can be handcarried, transported by car, flown by scheduled services or by

helicopter, or installed in a light vehicle. Whatever the method you choose to get to the news, or cover of events, our systems will cost you less to transport, and less to set up. Our smallest system consists of only three flight cases, with a total weight of 130 kg, and can easily be set up by one person within 10 minutes.

VERSATILITY

SWE-DISH® systems are suitable for a wide variety of teleservice tasks, not just DSNG. A choice of power, size, frequency band and additional equipment allows us to provide a system uniquely matched to your requirements of performance, satellite capacity and price. The system is widely used for uplinks in business TV networks and military systems.

KEY FEATURES

- High quality and reliability
- Cost-effective and efficient
- Low transportation costs
- Quick set-up time
- Simple, reliable operator interface
- ETSI/TBR030 and BZT/BAPT approved
- Eutelsat and Intelsat compliant

SPECIFICATIONS: SWE-DISH® 90K FLY-AWAY DSNG SYSTEM

ANTENNA SYSTEM

90K	
Antenna Type	2 piece dual offset
Antenna Aperture	0,9m
Polarisation	Llinear
Rx Frequency	10,70 - 12,75 GHz
Rx Gain at midband	40,0 dBi
Tx frequency	14,0 -14,5 GHz
Tx Gain at midband	42,2 dBi
Crosspolar Rejection	>35 dB
Standard HPA Size	125 W/400W
Maximum EIRP	61 dBW/66 dBW

- Extended KU band 13,75 - 14,50 GHz is optional for 90K.

MODULATION

- Transmit mode: SCPC or MCPC.
- Modulation type: QPSK, or cost saving 8-PSK.
- Data rate: 1.4 to 60 Mbps.
- All commonly used code types and rates are implemented.

VIDEO INPUTS AND PROCESSING

- PAL/NTSC composite and Component Y/C on BNC connectors.
- Digital D1.
- MPEG-2 Main level/Main profile, DVB compliant.

AUDIO INPUTS AND PROCESSING

- Two stereo pairs or four mono analog channels on XLR connectors.
- Two AES/EBU digital stereo pairs (XLR).
- Audio processing according to MPEG-2 layer I and II (Muslcam).

ANTENNA ALIGNMENT

- Az: Coarse and precision fine adjustment, ranges vary
- El: Generally 10° - 90° with fine adjustment, ranges vary
- Polarisation: 180°, 1° accuracy with precision gear drive.
- Electronic inclinometer with 3 1/2 digit readout.
- Signal analyzer for easy, precise alignment including precise tuning of crosspolar rejection.

OPERATING CONDITIONS

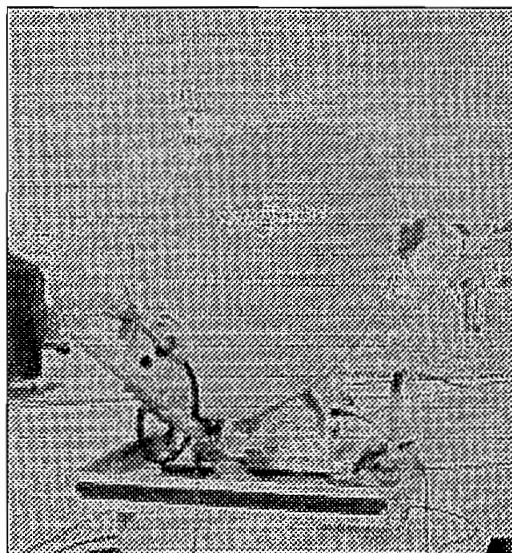
- Operating Temperature: -20 to + 50°C.
- Operating Humidity: 95% non-condensing.
- Survival Range: - 40 to + 70° C, 100% humidity.
- Mains power: 90 - 140 V AC, 55 - 70 Hz
180 - 240 V AC, 47 - 53 Hz

EASE OF USE

- Compact: Fly-Away System is only three cases, totally 130 kg.
- Fast set-up: Less than 10 minutes.
- Easy Control & Monitoring unit (ECM) streamlines operations.
- The SWE-DISH® System can be remotely controlled via phone modem or by PC.
- Worldwide support and diagnostics from SWE-DISH global support centre 24 hours/day.

APPROVALS

- BAPT/BZT, ETSI/TBR 030 approvals
- Eutelsat/Intelsat station approvals.
- CTR 030 approved.



OPTIONS AND OTHER SERVICES

- Space segment (satellite capacity).
- Redundancy.
- MPEG 2 Studio Level Profile (4:2:2).
- Technician channel (studio uplink).
- Fixed uplink systems and downlink systems.
- Receiver and monitoring systems, Automated DSNG downlink systems.
- Test and monitoring kit.
- Additional video/audio channels (2,3,4 camera systems).
- Automatic channel assignment (DAMA), Conditional Access;
- Encryption, restricted access;
- Customisation – differing power requirements, frequency bands, dish sizes, configurations.
- Drive-aways, van-integrated uplink and production vehicle.
- Installation and turnkey solutions.
- Service agreements.
- Audio/video production equipment.

Anexo N° 12. GLOSARIO y ACRÓNIMOS

12.1 GLOSARIO

Banda C: Región del espectro radioeléctrico de aproximadamente 4 a 7 GHz.

Banda Ku: Región del espectro radioeléctrico de aproximadamente 12 a 14 GHz.

BPSK: Modulación por desplazamiento de fase bivalente, una técnica de modulación.

CAD/CAM (computer-aided design/computer-aided manufacturing): Este acrónimo es utilizado para referirse a sistemas de computadora generados para la manipulación de la información gráfica relativa al diseño, a la fabricación industrial y a la manufactura de productos. Las aplicaciones de CAD/CAM usualmente aplicados al diseño, dibujo y despliegue de información gráficamente orientada, lo cual incrementa el tamaño de sus archivos.

Canal de Contención: Un canal de datos con fuentes múltiples de datos para la amplitud de banda disponible que utiliza un protocolo de acceso múltiple.

CLIENTE / SERVIDOR: Se le suele llamar así a la arquitectura a dos capas, es decir, una capa servidor, o computadora que contiene los datos y los programas gestores asociados, y la segunda capa de clientes, o computadoras que se dirigen al servidor para obtener la información.

CPE (Customer Premises Equipment): Se refiere al equipo del cliente, el cual permite que el servicio sea utilizado por sus aplicaciones.

DISPOSITIVO: Elemento integral de las redes de comunicación de datos que se caracteriza por manejar flujos de información (voz, datos e imágenes) y que determina la frontera o el punto de demarcación entre la red de datos del Usuario y la red pública de transporte (en este caso, la red de GCLM).

Estación Terrena Maestra (HUB): Nodo central de origen de transmisión, retransmisión y encaminamiento en una red VSAT de configuración en estrella.

"Inroute" (portadora entrante): Una portadora (canal) asignada al trayecto de datos por satélite que incluye el enlace ascendente de una o más estaciones VSAT y el enlace descendente correspondiente a la Estación Terrena Maestra (HUB), o sea, un canal desde las VSAT al HUB.

LOCAL AREA NETWORK (LAN): Una red privada que ofrece canales de comunicación de alta velocidad para conectar a equipos o dispositivos ubicados dentro de un área geográfica limitada como puede ser una oficina, un edificio o un campus.

"Outroute" (portadora saliente): Una portadora (canal) asignada al trayecto de datos por satélite que incluye el enlace ascendente desde la Estación Terrena Maestra (HUB) y el enlace descendente correspondiente a un grupo de VSAT, o sea un canal desde el HUB a las VSAT.

p.i.r.e. (potencia isotrópica radiada equivalente): Una medición de potencia normalizada generada desde una antena.

POP: El POP o Punto de Presencia de la red de GC se refiere al sitio o ubicación donde se localizan los equipos de la red de Global Crossing en los cuales se encuentran los puertos Frame Relay a los cuales son conectadas las líneas de acceso o accesos dedicados que dan inicio en el sitio del cliente.

PROCESAMIENTO DE DATOS: Suelen denominarse así método en el cual el trabajo se prepara para ser procesado por una computadora de manera que todas las operaciones elegidas se realicen al mismo tiempo, existen dos formas de procesamiento de datos, de forma diferida (en "Batch") o de manera inmediata (a este último tipo de procesamiento también se le denomina procesamiento transaccional o en línea).

PROCESAMIENTO TRANSACCIONAL: Este tipo de procesamiento de datos por computadora se refiere al método por el cual la computadora responde de manera inmediata al requerimiento del usuario. Cada requerimiento es considerado como una transacción. Los cajeros automáticos bancarios o las terminales punto de venta son ejemplos de aplicaciones del procesamiento transaccional.

PROTOCOLO: Serie de reglas, normas y procedimientos emitidos por la Unión Internacional de Telecomunicaciones (UIT) para definir la forma de transferir información entre Dispositivos. En otras palabras, son las reglas que permiten que la comunicación se lleve a cabo, asegurando que los datos recibidos son idénticos a los datos enviados.

PUERTO: Se refiere al dispositivo físico (tarjeta instalada en el switch Frame Relay) que forma parte de la infraestructura de la red Frame Relay y que se conecta a la Línea de Acceso y que funge como interfase entre el equipo de datos del Usuario y la red.

PVC: Son las siglas en el idioma inglés de "Permanent Virtual Circuit", que, traducido al español se lee circuito virtual permanente y que se refiere al enlace lógico que se establece entre el punto originador del circuito y el punto terminal del circuito. Los puntos son dos equipos terminales de datos (DTE's), mientras que la permanencia se refiere a que dicho circuito se mantiene establecido todo el tiempo, sin importar si existe o no, un flujo de datos.

QPSK: Modulación en cuadratura por desplazamiento de fase, una técnica de modulación.

12.2 ACRÓNIMOS

ADSL	Línea de suscriptor asimétrica digital (<i>Asimetric Digital Subscriber Line</i>)
AM	Amplitud modulada
ANSI	Instituto Nacional de Estandarización Americano (<i>American National Standard Institute</i>)
ATM	Modo de Transferencia Asíncrono (<i>Asynchronous Transfer Mode</i>)
BC	<i>Broadcast</i>
Bc	Tamaño contratado de ráfaga (<i>Committed Burst Rate</i>)
Be	Tamaño de ráfagas en exceso (<i>Excess Burst Rate</i>)
BECN	Notificación de congestión explícita hacia atrás (<i>Backward Explicit Congestion Identification</i>)
BER	Tasa de error de bit (<i>Bit Error Rate</i>)
BIT	Prueba en Funcionamiento (<i>Built in Test</i>)
BPSK	Modulación por desplazamiento de fase bivalente (<i>Binary Phase-Shift Keying</i>)
BWi	ancho de banda de la información (<i>Bandwith information</i>),
BWt	ancho de banda de transmisión (<i>Bandwith transmision</i>)
C/I	Relación Portadora a Interferencia (<i>Carrier/Interference</i>)
C/N	Relación portadora/ruido (<i>carrier/noise</i>)
CAD/CAM	Diseño Generado por Computadora / Fabricación generada por computadora (<i>computer-aided design/computer-aided manufacturing</i>)
CC	Centro de Control
CCK	(<i>Complementary Code Keying</i>)
CDMA	Acceso Múltiple por División de Código (<i>Code Division Multiple Access</i>)
CIR	Tasa de Información Comprometida (<i>Committed Information Rate</i>)
CRC	Código de redundancia Cíclica (<i>Cyclic Redundancy Code</i>)
CRMI	Intervalo de Medida de velocidad Comprometida (<i>Committed Rate Measurement Interval</i>)
DBMS	Sistema de Administración de Bases de Datos (<i>Data Base Management System</i>)
DLCI	Identificador de Conexión de Enlace de datos (<i>Data Link Connection Identifier</i>)
DSP	Procesamiento Digital de Señales (<i>Digital Signal Processing</i>)
DSSS	Espectro ensanchado por secuencia directa (<i>Direct Sequence Spread Spectrum</i>)
DTE	dispositivo de datos del usuario (<i>Data terminal equipment</i>)
DTM	Modelo Topográfico Digital (<i>Digital Terrain Model</i>).
EHF	Extremadamente Alta Frecuencia (<i>Extremely High Frequency</i>)
EMRR	Estaciones de Monitoreo y Radiogoniometría Remotas
FCS	Secuencia de Chequeo de trama(<i>Frame Check Sequence</i>)
FDMA	Acceso Múltiple por División de Frecuencia (<i>Frequency Division Multiple Access</i>)
FEC	Control de Errores desde Atrás (<i>Forward Error Control</i>)
FECN	Notificación de congestión explícita hacia delante (<i>Forward Explicit</i>

	<i>Congestion Identification)</i>
FHSS	Espectro ensanchado por saltos de frecuencia (<i>Frequency Hopping Spread Spectrum</i>)
FM	Frecuencia modulada
FODETEL	Fondo para el Desarrollo de las Telecomunicaciones
FSK	(<i>Frequency Shift Keying</i>)
GIS	Sistema de Información Geográfica (<i>Geographic Information System</i>)
Gp	Ganancia de procesamiento
GPS	Sistemas de Posicionamiento Global (<i>Global Positioning System</i>)
GRE	Encapsulación Genérica de Enrutamiento (<i>Generic Routing Encapsulation</i>)
GUI	Interfaz Gráfica de Usuario (<i>Graphic User Interface</i>)
HF	Alta Frecuencia (<i>High Frequency</i>)
INEC	Instituto Nacional de Estadísticas y Censos
IPCP	Protocolo de Control de Protocolo Internet (<i>IP Control Protocol</i>)
IPsec:	Extensión de Seguridad para IP (<i>IP Security Extensions</i>)
ISO	Organización Internacional de Normalización (<i>Internacional Standarization Organization</i>)
ISP	Proveedor de Servicios de Internet (<i>Internet Service Provider</i>)
IVA	Impuesto al Valor Agregado
L2F	(<i>Layer 2 Forwarding</i>)
L2TP	Protocolo de túnel de capa dos (<i>Layer 2 Tunneling Protocol</i>)
LAN	Red de Área Local (<i>Local Area Network</i>)
LF	Baja Frecuencia (<i>Low Frequency</i>)
LMI	Interface de Administración Local (<i>Local Management Interface</i>)
MF	Media Frecuencia (<i>Medium Frequency</i>)
NAS	Servidor de acceso de redes (<i>Network Access Server</i>)
OC	Onda corta
OSI	Interconexión de sistemas abiertos (<i>Open System Interconexion</i>)
p.i.r.e	Potencia isotrópica radiada equivalente
PCS	Servicios de Comunicaciones Personales (<i>Personal Communication System</i>)
pn-code	Códigos de Pseudoruido (<i>pseudo-noise code</i>).
PPP	Protocolo de Punto a Punto (<i>Point to Point Protocol</i>)
PPTP	Protocolo de Túnel Punto a Punto (<i>Point-to-Point Tunneling Protocol</i>)
PSTN	Red Telefónica Pública Conmutada (<i>Public Switching Telephonic Network</i>)
PVC	Circuitos Virtuales Permanentes (<i>Permanent Virtual Channel</i>)
QoS	Calidad de servicio (<i>Quality of Service</i>)
QPSK	Modulación en cuadratura por desplazamiento de fase (<i>Quadrature Phase-Shift Keying</i>)
RAM	Memoria de Acceso Aleatorio (<i>Random Access Memory</i>)
RRAS	Servicio de Enrutamiento y Acceso Remoto (<i>Routing and Remote Access Service</i>)
SCADA	Supervisión Control y Adquisición de Datos (<i>Supervisory Control and Data Acquisition</i>)