

ESCUELA POLITECNICA NACIONAL

FACULTAD DE INGENIERIA ELECTRICA

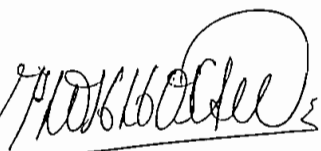
**PLAN DE COMUNICACIONES
TELEFONICAS PARA LA PROVINCIA DE
ZAMORA-CHINCHIPE**

Tesis previa a la obtención del Título de
Ingeniero en Electrónica y Telecomunicaciones

MIGUEL ANGEL BARAHONA ESCALANTE

Quito, octubre de 1995

Certifico que el presente trabajo de Tesis ha sido realizado totalmente por el Señor MIGUEL ANGEL BARAHONA ESCALANTE.

A handwritten signature in black ink, appearing to read 'Pablo Hidalgo Lascano', written over a horizontal line.

Ing. Pablo Hidalgo Lascano

DIRECTOR DE TESIS

INDICE

CAPITULO 1

ESTUDIO GEOGRAFICO ECONOMICO DE LA PROVINCIA DE ZAMORA-CHINCHIPE

1.1.	SITUACION GEOGRAFICA	1
1.2.	INDICADORES SOCIALES	2
1.2.1.	<u>Situación política</u>	2
1.2.2.	<u>Población</u> : densidad, urbana y rural, proyección por actividades económicas, PEA (Población Económicamente Activa)	3
1.2.3.	<u>Vivienda</u>	8
1.2.4.	<u>Recursos naturales</u>	10
1.2.4.1.	Minerales metálicos	11
1.2.4.2.	Minerales no metálicos	11
1.2.5.	<u>Agricultura</u>	12
1.2.6.	<u>Servicios generales</u>	12
1.2.6.1.	Servicio telefónico por vivienda	12
1.2.6.2.	Servicio eléctrico por vivienda	13
1.3.	VISITA DE INSPECCION A LA PROVINCIA	15
1.3.1.	<u>Comentarios de la visita por poblaciones</u>	15
1.3.2.	<u>Conclusiones</u>	19

CAPITULO 2

ANALISIS DE LA INFRAESTRUCTURA DE COMUNICACIONES

2.1.	COMUNICACIONES DIGITALES	20
2.1.1.	<u>Ventajas y desventajas de la transmisión digital</u>	20
a.	Ventajas	20
b.	Desventajas	21
2.1.2.	<u>Estructura de un sistema digital de comunicaciones telefónicas</u>	21
2.1.3.	<u>Principios de la modulación por impulsos codificados</u>	21
a.	Cuantificación lineal	23
b.	Cuantificación no lineal	23
c.	Error de muestreo	24
2.1.4.	<u>Aspectos básicos del multiplexaje digital</u>	24
2.1.4.1.	Estructura de CEPT	25
2.1.4.2.	Estructura del NAS	26
2.1.4.3.	Multiplexaje de orden superior	28
2.1.5.	<u>Transmisión de datos</u>	31
a.	Transmisión asíncrona	31
b.	Transmisión síncrona	32
2.1.6.	<u>Errores en transmisión digital</u>	32
a.	Distribución de los errores	33
2.2.	CENTRALES DE CONMUTACION	34
2.2.1.	<u>Introducción</u>	34
2.2.1.1.	Esquema general del sistema	35
2.2.2.	<u>Integración a la red</u>	35
2.2.2.1.	Señalización	35

a.	Señalización asociada al canal	37
b.	Señalización por canal común	37
2.3.	MEDIOS DE TRANSMISION	38
2.3.1.	<u>Transmisión digital por pares balanceados</u>	38
2.3.1.1.	Efecto de la diafonía	39
2.3.2.	<u>Transmisión digital por cable coaxial</u>	40
2.3.3.	<u>Transmisión por radioenlaces digitales</u>	43
2.3.3.1.	Modulación de ondas de radio	43
2.3.3.2.	Consideraciones de ingeniería	45
a.	Atenuación del espacio libre	45
b.	Absorción ionosférica por gases atmosféricos	45
c.	Atenuación por lluvia	45
d.	Desvanecimiento	46
2.3.3.3.	Estructura del sistema	46
2.3.4.	<u>Transmisión por fibra óptica</u>	47
2.3.4.1.	Parámetros del cable	47
2.3.4.2.	Parámetros de los equipos	51
2.3.5.	<u>Enlaces por satélite</u>	53
2.3.5.1.	Enlace ascendente	55
2.3.5.2.	Enlace descendente	56
2.3.5.3.	Interferencia causada por intermodulación	58
2.3.5.4.	Interferencia cocanal	58
2.3.5.5.	Cálculo del enlace	58
2.3.6.	<u>Sistemas de radio de baja capacidad</u>	59
2.3.6.1.	Sistemas de un solo canal	59
2.3.6.2.	Multiacceso por división en frecuencia	59
2.3.6.3.	Multiacceso por división en el tiempo	60
2.4.	PLANES DE EMETEL	62
2.4.1.	<u>Proyecto DOMSAT</u>	62

2.4.1.1.	Introducción	62
2.4.1.2.	Descripción	66
a.	Configuración de la red	67
b.	El segmento terrestre del Sistema	69
c.	El segmento espacial	69
d.	Criterios de calidad para el sistema digital	70
e.	Capacidad del proyecto DOMSAT	71
f.	Plazo estimado de ejecución del contrato	72
2.5.	ESTIMACION DE LA DEMANDA ✓	72
2.5.1.	<u>Demanda de líneas principales</u>	74
2.5.1.1.	Métodos a nivel nacional	74
a.	Correlación entre densidad telefónica y el producto interno bruto P.I.B	74
b.	Relación entre la densidad telefónica nacional y el P.I.B.P	77
2.5.1.2.	Método a nivel provincial: relación entre líneas principales y población	81
a.	Líneas principales y población concentrada	82
b.	Líneas principales y población dispersa.	83
c.	Corrección de resultados en el año 2010	84
d.	Determinación de la densidad a nivel provincial en el año 1995.	85
e.	Corrección de resultados en el año 1995	87
2.5.1.3.	Método a nivel de cantones	88
a.	Población concentrada	88
b.	Población dispersa	90
c.	Corrección para el año 2010	91
d.	Determinación de la densidad cantonal en el año 1995	93
e.	Corrección de resultados en el año 1995	94
2.5.1.4.	Método a nivel parroquial	95
a.	Población concentrada	95

b. Población dispersa.	97
c. Corrección para el año 2010	97
d. Determinación de la densidad parroquial en el año 1995	101
e. Corrección de los resultados en el año 1995	104
2.5.2. <u>Tráfico telefónico</u>	104
a. Tipo de cantón	105
b. Tráfico de origen por línea principal	105
c. Proporción de tráfico originado y terminado por categoría de tráfico	107

CAPITULO 3

DISEÑO DE LA RED DIGITAL DE LA PROVINCIA DE ZAMORA-CHINCHIPE

3.1. DIMENSIONAMIENTO DE CONMUTACION.	110
3.1.1. <u>Conceptos básicos del diseño de redes</u>	110
3.1.1.1. Planificación de redes	111
a. Planes estratégicos	111
b. Planes fundamentales	111
c. Planes de realización	111
3.1.1.2. Aspectos técnicos	112
a. Planes de conmutación	112
b. Planes de encaminamiento	112
c. Planes de numeración	112
d. Planes de tasación	113
e. Planes de transmisión	113
f. Planes de señalización	114
g. Planes de sincronización	114
h. Planes de disponibilidad y supervivencia	114
3.1.1.3. Redes telefónicas	115

a. Redes locales	115
b. Redes rurales	116
c. Redes urbanas	116
d. Redes de larga distancia e internacionales	117
3.1.1.4. Arquitectura de redes de conmutación	117
3.1.2. <u>Dimensionamiento de conmutación</u>	119
3.1.2.1. Criterio general	120
3.1.2.2. Dimensionamiento de centrales	122
3.1.2.3. Asignación de concentradores remotos	126
3.2. TOPOLOGIA DE LA RED DE CONMUTACION	127
3.2.1. <u>Alternativas para la red de conmutación</u>	127
3.2.1.1. Alternativa No. 1	127
3.2.1.2. Alternativa No. 2	128
3.2.1.3. Alternativa No. 3	131
3.2.2. <u>Evaluación de las alternativas de conmutación</u>	131
3.2.3. <u>Análisis de la topología de la red de conmutación</u>	134
3.3. COMPARACION DE LOS MEDIOS DE TRANSMISION	136
3.3.1. <u>Análisis de los medios de transmisión</u>	138
3.3.2. <u>Selección de los medios de transmisión</u>	140
3.3.2.1. Enlace Loja-Zamora	140
3.3.2.2. Red de Zamora	144
3.3.2.3. Red de Zumba	149
3.3.2.4. Red de Valladolid	151
3.3.2.5. Red de 28 de Mayo	153
3.3.2.6. Red de Yantzaza	153
3.4. DISEÑO DE LA RED DE TRANSMISION	156
3.4.1. <u>Cálculo del enlace vía satélite Loja-Zamora</u>	156
3.4.2. <u>Redimensionamiento del proyecto DOMSAT para la</u>	164

provincia de Zamora-Chinchipe

3.4.3.	<u>Cálculos de los enlaces vía radio</u>	168
3.4.3.1.	Cálculos del terreno	169
3.4.3.2.	Datos del sistema de antena	169
3.4.3.3.	Tasa de bit erróneos y disponibilidad	173
3.4.3.4.	Ejemplo de cálculo	175
a.	Cálculos del terreno	175
b.	Sistema de antena	176
c.	Tasa de bits erróneos y disponibilidad	178

CAPITULO 4

ESTIMACION DEL PRESUPUESTO

4.1.	COSTO DE LOS EQUIPOS	187
4.1.1.	<u>Costos del enlace vía satélite</u>	188
4.1.2.	<u>Redimensionamiento del proyecto DOMSAT</u>	188
4.1.3.	<u>Costo del arriendo del transpondedor del satélite</u>	190
4.1.4.	<u>Costos de los enlaces de 8 Mb/s</u>	190
4.1.5.	<u>Costo de los multiaccesos digitales</u>	191
4.1.6.	<u>Costos de centrales y concentradores remotos</u>	191
4.1.7.	<u>Costos de infraestructura.</u>	192
4.2.	COSTOS DE OPERACION	193
4.2.1.	<u>Costos de mantenimiento de la red</u>	193
4.2.2.	<u>Costos de Personal</u>	193
4.2.3.	<u>Costos totales</u>	195
4.2.4.	<u>Factibilidad del proyecto</u>	195
4.2.4.1.	<u>Indice Beneficio/Costo del Proyecto</u>	196

a. Ingresos por inscripciones y llamadas locales	198
b. Ingresos por llamadas de larga distancia nacional	200
c. Cálculo del índice beneficio/costo	204

CAPITULO 5

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1	CONCLUSIONES	207
5.2	RECOMENDACIONES	209

ANEXOS

1	VISITA DE INSPECCION A LA PROVINCIA
2	RESUMEN DE CARACTERISTICAS DE LOS SISTEMAS DE RADIO DE BAJA CAPACIDAD POSIBLES DE SER UTILIZADOS
3	DIAGRAMAS DE PERFIL
4	CALCULOS DE LOS ENLACES VIA RADIO
5	COMPARACION DE LOS COSTOS DE LOS SISTEMAS DE TRANSMISION

INTRODUCCION

Las zonas rurales, especialmente del oriente y de la costa, de nuestro país han sido, a lo largo de toda la historia, desatendidas en materia de telecomunicaciones.

Una de las zonas más atrasadas en telefonía es la provincia de Zamora-Chinchipe, esto, a pesar de su importancia en el desarrollo del país. Si bien existe el proyecto DOMSAT para esta provincia, la solución actual que representa este proyecto, no abarca a toda la región.

El presente trabajo de tesis, presenta la configuración de una red para toda la provincia, abarcando las áreas de conmutación y transmisión. El estudio de planta externa no se incluye dentro de los objetivos de esta tesis.

En el capítulo 1 se presenta los datos socioeconómicos más significativos de la provincia de Zamora-Chinchipe, así como los resultados de la visita de inspección realizada por el autor durante el mes de diciembre de 1993.

Se realizó el estudio de demanda, presentado en el capítulo 2, utilizando los criterios de EMETEL y TELECONSULT, pero haciendo una actualización a la fecha de realización del presente estudio.

De acuerdo a los resultados del estudio de demanda, en el capítulo 3 se presenta el dimensionamiento de centrales de conmutación y de concentradores remotos. En el mismo capítulo, en base a la demanda, a la situación geográfica y a la infraestructura vial y de telecomunicaciones, se realizó la selección de los medios de transmisión. Los medios más adecuados para la situación de la provincia, resultaron ser los enlaces vía radio y vía satélite. Para el caso del enlace entre Loja (actual centro de tránsito) y la ciudad de Zamora, se presenta una solución mediante un sistema vía satélite, que debe reemplazar la microonda *analógica* que actualmente enlaza estos centros. Para el resto de parroquias, el punto de

partida es el proyecto DOMSAT, pero con un redimensionamiento del mismo y la adición de enlaces vía radio para abarcar a todas las poblaciones.

Finalmente, en el capítulo 4, se presentan los costos del proyecto y una estimación del índice beneficio/costo, el cual determinó que el proyecto sea factible de realizar, pues es económicamente rentable.

CAPITULO 1

1. ESTUDIO GEOGRAFICO ECONOMICO DE LA PROVINCIA DE ZAMORA-CHINCHIPE

En el presente capítulo se hará un análisis de las consideraciones más importantes de la provincia de Zamora-Chinchiipe, en lo referente a aspectos geográficos, sociales y económicos, ya que ellos permitirán el acercamiento a la situación real en materia de telecomunicaciones para esta provincia. Muchos de los datos que se presentan serán utilizados en el capítulo 2 para la estimación de la demanda telefónica de la zona. Otros, simplemente darán una semblanza de la provincia, lo cual también es importante porque permitirán determinar los criterios a utilizarse en los capítulos siguientes.

1.1. SITUACION GEOGRAFICA

La provincia meridional del Oriente Ecuatoriano de Zamora-Chinchiipe (4° Lat. S, 79° Long. O), existe con su nombre desde el 24 de febrero de 1.954 por el Decreto Ley de Emergencia. Tiene los siguientes límites: al Norte la provincia de Morona Santiago, al Sur y al Este el Perú y al Oeste la provincia de Loja.

En cuanto se refiere al área no está totalmente delimitada por la no aplicabilidad del Protocolo de Río de Janeiro, considerándose el área de la provincia¹ en 23.111 Km².

Orografía

El relieve orográfico de la provincia de Zamora-Chinchiipe es muy accidentado, ya que desde la provincia del Azuay, las cordilleras Oriental y Occidental de los Andes estrechan la región interandina de la Sierra, llegando este

¹ MANUAL DE INFORMACION CULTURAL, TURISTICA, INDUSTRIAL, COMERCIAL, AGRICOLA Y GANADERA DE LA REPUBLICA DEL ECUADOR, Científica Latina Ed. 1980, pág. 652

estrechamiento a confundirse en las ramificaciones y nudos que por el lado Oriental se extienden hasta la provincia de Zamora-Chinchipe.

1.2. INDICADORES SOCIALES

La mayoría de estos indicadores han sido tomados de datos del INEC (Instituto Nacional Ecuatoriano de Estadística y Censos), del EMETEL y de la CODIGEM (Corporación de Desarrollo e Investigación Geológico-Minero-Metalúrgica).

1.2.1. Situación política

La provincia de Zamora Chinchipe se halla compuesta por los siguientes cantones²:

- Cantón Zamora: su capital Zamora y sus parroquias Cumbaratza, Guadalupe, Imbana, Paquisha, Sabanilla, Timbara, Zumbi.
- Cantón Chinchipe: su capital Zumba y sus parroquias Chito, El Chorro, El Porvenir del Carmen, La Chonta, Palanda, Pucapamba, San Francisco del Vergel, Valladolid.
- Cantón Nangaritza: su capital Guayzimi.
- Cantón Yacuambi: su capital 28 de Mayo y sus parroquias La Paz y Tutupali.
- Cantón Yantzaza: su capital Yantzaza y sus parroquias Chicaña, y Los Encuentros.

² V CENSO DE POBLACION Y IV DE VIVIENDA, INEC

- Cantón El Panguí: su capital El Panguí³

La superficie de la provincia de Zamora-Chinchiipe, con sus respectivos cantones se detalla en el cuadro 1.1.

CANTON	SUPERFICIE ⁴ (Km ²)
ZAMORA	3.303,2
CHINCHIPE	5.341,1
NANGARITZA	8.935
YACUAMBI	1.240,1
YANTZAZA	4.290,9
EL PANGUI	-
TOTAL	23.110,3

Cuadro 1.1 : Superficie de la provincia.

En el gráfico 1.1 se presenta un mapa de la provincia de Zamora - Chinchiipe, con su división política.

1.2.2. Población: densidad, urbana y rural, proyección por actividades económicas, PEA (Población Económicamente Activa)

Se cataloga, para efectos del Censo Nacional de Población, como población del área urbana a aquella que fue empadronada en el núcleo urbano de capitales provinciales y cabeceras cantonales. En tanto que la población rural constituye aquella que fue empadronada en las parroquias rurales (cabeceras parroquiales y resto de la provincia), en la que se incluye además la población

³ Según el documento "PROYECCIONES DE POBLACION POR PROVINCIAS, CANTONES, AREAS, SEXO Y GRUPOS DE EDAD, publicado por el INEC en agosto de 1994, la parroquia de El Panguí se convierte en cantón el 14 de febrero de 1991, razón por la cual no se conoce su superficie.

⁴ División política de la provincia hasta febrero de 1991. El Panguí era parroquia rural del cantón Yantzaza.

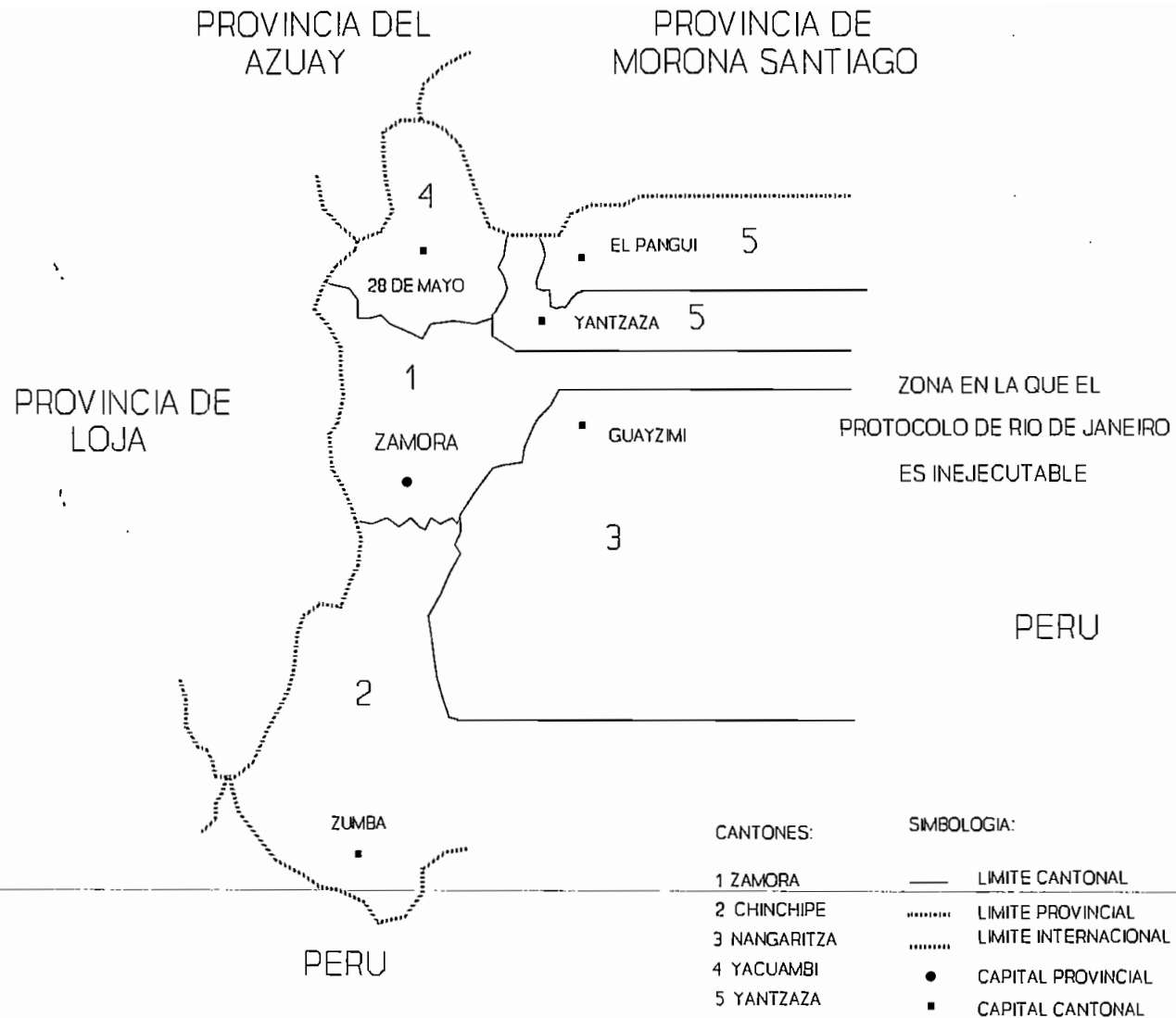


Gráfico 1.1: División política de la provincia de Zamora-Chinchipe

de la periferia de capitales provinciales y cabeceras cantonales.

En el estudio de demanda telefónica de la provincia, que se presenta en el capítulo 2, se mencionan los términos: población concentrada y dispersa. La población concentrada es aquella que corresponde a capitales provinciales, capitales cantonales y cabeceras de parroquias rurales. La población dispersa es aquella que comprende la población en la periferia de las capitales provinciales, cantonales y cabeceras parroquiales.

En el cuadro 1.2 se presenta la población de la provincia de Zamora-Chinchipe, por cantones, por parroquias, rural y urbana, según el Censo Nacional de Noviembre de 1.990.

Población económicamente activa

Las características económicas de la población, se toman en cuenta desde la edad de 8 años en adelante. La población de 8 años y más se divide en la población económicamente activa e inactiva.

La población económicamente activa es aquella que interviene en la producción de bienes y servicios. En el cuadro 1.3 se muestra la población económicamente activa, la inactiva y la no declarada de la provincia y sus respectivos cantones. La suma de los 3 valores da como resultado la población de 8 años y más.

El dato de la población económicamente activa también permitirá tener una idea de la situación de la provincia y así estimar la demanda de servicio telefónico.

Población empleada y desempleada

En el cuadro 1.4 se presenta la población que a la fecha de realización del censo de 1990 se encontraba realizando o no alguna actividad económica.

CANTON	POBLACION	URBANA	RURAL		
			TOTAL	CABECERA	RESTO
CANTON ZAMORA	28.652	8.076	20.576		
Zamora* periferia	8.796	8.076	720		720
Cumbaratza	9.199	-	9.199	877	8.322
Guadalupe	2.264	-	2.264	309	1.955
Imbana	1.060	-	1.060	203	857
Paquisha	1.447	-	1.447	436	1.011
Sabanilla	311	-	311	67	244
Timbara	665	-	665	91	574
Zumbi	4.910	-	4.910	1.588	3.322
CANTON CHINCHIPE	12.304	1.817	10.487		
Zumba* periferia	5.201	1.817	3.384		3.384
Chito	789	-	789	135	654
El Chorro	289	-	289	237	52
El Porvenir	1.185	-	1.185	185	1.000
La Chonta	467	-	467	165	302
Palanda	2.376	-	2.376	713	1.663
Pucapamba	117	-	117	57	60
S.Francisco	723	-	723	284	439
Valladolid	1.157	-	1.157	504	653
CANTON NANGARITZA	4.473	1.211	3.262		
Guayzimi* periferia	4.473	1.211	3.262		3.262
CANTON YACUAMBI	3.438	450	2.988		
28 de Mayo* periferia	1.979	450	1.529		1.529
La Paz	993	-	993	75	918
Tutupali	466	-	466	61	405
CANTON YANTZAZA	13.045	4.797	8.248		
Yantzaza* periferia	7.463	4.797	2.666		2.666
Chicaña	1.854	-	1.854	1.597	257
Encuentros	3.728	-	3.728	3.024	704
CANTON EL PANGUI	7.415	5.778	1.637		
El Panguí* periferia	5.778	5.778	1.637		1.637
TOTAL	69.327	22.129	47.198	10.608	36.590

* = capital cantonal

Cuadro 1.2 : Población rural y urbana

CANTON	P. ECONOMICAMENTE ACTIVA	P. ECONOMICAMENTE INACTIVA	NO DECLARADO
ZAMORA	10.195	10.581	516
CHINCHIPE	4.353	4.442	292
NANGARITZA	1.899	1.258	136
YACUAMBI	1.360	1.065	76
YANTZAZA ⁵	5.524	7.219	409
TOTAL	23.331	24.565	1.429

Cuadro 1.3 : Población económicamente activa e inactiva

CANTON	OCUPADOS	DESOCUPADOS
ZAMORA	10.043	152
CHINCHIPE	4.280	73
NANGARITZA	1.873	26
YACUAMBI	1.336	24
YANTZAZA	5.299	225
TOTAL	22.831	500

Cuadro 1.4 : Población ocupada y desocupada de la población económicamente activa.

Ramas de actividad

Según la Clasificación Internacional Industrial Uniforme (CIIU), las ramas de actividad son:

Sector Primario.- Agricultura, caza, silvicultura y pesca

Sector Secundario.- Explotación de minas y canteras

Sector Terciario.- Industria manufacturera, construcción, comercio, transporte, etc.

⁵ Idem (4)

CANTON	SECTOR PRIMARIO	SECTOR SECUNDARIO	SECTOR TERCIARIO	NO ESPECIF.	NUEVO
ZAMORA	3.672	2.630	3.638	206	49
CHINCHIPE	2.814	394	1.079	50	16
NANGARITZA	677	759	385	63	15
YACUAMBI	1.077	94	172	8	9
YANTAZA	3.457	595	1.318	105	49
TOTAL	11.697	4.472	6.592	432	138

Cuadro 1.5 : Ramas de actividad

Del cuadro 1.5 se observa que la agricultura y la ganadería son las actividades más realizadas en la provincia, siguiéndoles la industria manufacturera y la rama de la minería, en ese orden.

La producción agrícola es excelente en esta provincia, que viene a ser el principal centro de producción y abastecimiento de las provincias de Loja y el Oro, lo cual ha determinado un intenso comercio entre estas tres provincias. La provincia abastece con ganado de muy buena calidad a los mercados de la sierra, costa y del norte del Perú.

Todo esto ocurre a pesar de que el aprovechamiento de la tierra para agricultura y ganadería es relativamente pequeño, ya que no más del 8% de la tierra es empleada para esta actividad⁶.

1.2.3. Vivienda

La clasificación de la vivienda, según el Censo de 1990⁷, se la divide en los

⁶ MANUAL DE INFORMACION CULTURAL, TURISTICA, INDUSTRIAL, COMERCIAL, AGRICOLA Y GANADERA DE LA REPUBLICA DEL ECUADOR, Científica Latina Ed. 1980, pág. 654

⁷ V CENSO DE POBLACION Y IV DE VIVIENDA, INEC

siguientes tipos:

Casa o villa

Toda aquella construcción permanente hecha con materiales resistentes (hormigón, piedra, ladrillo, adobe, caña o madera). Generalmente posee abastecimiento de agua y servicio higiénico exclusivo.

Departamento

Conjunto de cuartos que forma parte de un edificio de uno o más pisos. Es independiente y tiene abastecimiento de agua y servicio higiénico de uso exclusivo.

Cuarto en casa de inquilinato

Uno o varios cuartos pertenecientes a una casa sin servicio exclusivo de agua o servicio higiénico, siendo éstos compartidos.

Mediagua

Construcción de un sólo piso con paredes de ladrillo, adobe, bloque o madera y techo de paja, asbesto o zinc.

Rancho

Construcción rústica, cubierta de paja o palma, paredes de caña y piso de madera, caña o tierra.

Covacha

Construcción de materiales rústicos: ramas, cartones, latas, plásticos, etc. y

piso de madera o tierra.

Choza

Construcción con paredes de adobe o paja, piso de tierra y techo de paja.

Otros

Viviendas improvisadas (barcos, balsas, vagones, casetas, etc.).

De acuerdo a esta clasificación y de una manera intuitiva, se puede pensar que solamente los tres primeros tipos de vivienda corresponden a personas que puedan requerir y solventar el uso de un teléfono. Estos datos permitirán hacer una estimación de la demanda telefónica en el capítulo 2, ya que nos acercarán a la realidad de la situación de la provincia.

En el cuadro 1.6 se presenta los datos correspondientes a vivienda en la provincia de Zamora-Chinchipe.

CANTON	CASA O VILLA	DEPARTAMENTO	CUARTO INQUILINOS	MEDIAGUA	RANCHO	COVACHA	CHOZA	OTROS
ZAMORA	4.409	227	1.064	554	1.451	80	17	12
CHINCHIPE	2.200	25	195	114	245	96	24	16
NANGARITZA	779	4	50	29	274	25	15	2
YACUAMBI	912	4	45	92	235	14	43	4
YANTAZA	3.342	27	336	342	184	23	6	-
TOTAL	11.642	287	1.690	1.131	2.389	238	105	34

Cuadro 1.6 : Distribución de la vivienda en la provincia de Zamora Chinchipe

1.2.4. Recursos naturales

La provincia tiene una gran riqueza mineral, la cual se divide en la producción

de minerales metálicos y los no metálicos.

1.2.4.1. Minerales metálicos

Existen dos distritos auríferos de tipo primario (en roca). El primero es el de Nambija, interesante tanto por su extensión como por su comportamiento metalúrgico. Según estimaciones⁸ existen en la actualidad cerca de 10.000 mineros en Nambija. El oro producido es de 23 kilates y su producción anual se estima en 5 toneladas. El segundo es el de Chinapitza, situado en el flanco Occidental de la Cordillera del Cóndor; el oro producido aleado con plata en estado natural tiene una pureza de 12 kilates.

Existe además un distrito de tipo secundario (aluvial), y es el correspondiente a Zamora-Chinchipe-Upano, cuyo promedio llega a 0.45 g de oro por metro cúbico y en ciertos casos hasta 2 g de oro por metro cúbico.

Los datos del cuadro 1.7 son tomados del INEC.

ACTIVIDAD ECONOMICA	No. Establec.	Personal Ocupado	Remuneraciones	Producción Total	Consumo Intermedio	Valor agregado a precios productor	Formación Bruta de capital
Extracción de minerales metálicos	11	447	416.849	2'104.981	1'055.787	1'049.194	31.000

Cuadro 1.7 : Extracción de minerales metálicos (anual)
(valores en miles de sucres)

1.2.4.2. Minerales no metálicos

La producción principal es de arena silícea. En los yacimientos de Zamora-Chinchipe se superan las 13 mil toneladas anuales.

⁸ DATOS OBTENIDOS EN LA DIRECCION DE COMUNICACION SOCIAL DE LA CODIGEM

1.2.5. Agricultura

Como ya se mencionó, la actividad agrícola es la más realizada en la provincia, por lo que a continuación se detalla los productos agrícolas más significativos.

PRODUCTOS	A R E A (Miles de Hectáreas)						PRODUCCION TONELADAS METRICAS	RENDIMIENTO TONELADAS METRICAS POR HECTAREA
	S E M B R A D A			C O S E C H A D A				
	TOTAL	SOLA	ASOCIADA	TOTAL	SOLA	ASOCIADA		
BANANO	3.37	2.44	0.93	2.85	2.00	0.85	26.659,86	9,35
PLATANO (VERDE)	3.97	3.83	0.14	3.39	3.32	0.07	39.194,14	11,56
CACAO	3.57	2.42	1.15	3.35	2.31	1.04	1.054,56	0,31
CAFE	6.18	4.15	2.03	5.25	3.43	1.82	2.329,90	0,44
FREJOL (SECO)	0.31	*	0.31	0.12	*	0.12	96,85	0,81
MAIZ DURO SECO	4.60	3.14	1.46	4.60	3.14	1.46	3.274,42	0,71
NARANJA	*	*	*	*	*	*	1.754,85	*
YUCA	1,36	1,06	0,30	1,36	1,06	0,30	7.406,48	5,45
TOTAL	23,36	17,04	6,32	20,92	15,26	5,66	81.771,06	

Cuadro 1.8 : Producción agrícola anual

(*) Dato desconocido

1.2.6. Servicios generales

En este punto se presentará datos sobre el estado actual (al año de 1.990) de los servicios telefónico y eléctrico. Esto se hace debido a que en provincias más avanzadas se tiene la tendencia a un desarrollo paralelo de estos dos servicios. Estos datos son tomados del INEC.

1.2.6.1. Servicio telefónico por vivienda

En este punto se va a presentar los datos existentes con respecto al servicio telefónico en la provincia. Se podrá observar que existe una contradicción entre los datos tomados del INEC⁹ y los del EMETEL. Para fines de esta tesis se tomarán como válidos los datos de EMETEL.

⁹ V CENSO DE POBLACION Y IV DE VIVIENDA, INEC

CANTON	SI DISPONE	NO DISPONE
ZAMORA	259	5.836
CHINCHIPE	133	2.213
NANGARITZA	6	933
YACUAMBI	8	782
YANTZAZA	50	3.411
TOTAL	456	13.175

Cuadro 1.9 : Servicio telefónico por vivienda según el INEC

De este cuadro puede observarse que el servicio telefónico por vivienda en la provincia de Zamora-Chinchipe es deficiente, llegando apenas a un 3,34% de viviendas servidas.

Según EMETEL¹⁰, en el año de 1.991 existían en la provincia de Zamora-Chinchipe 350 líneas de central (capacidad máxima de la central) y 200 líneas principales (líneas que están en uso de abonados) instaladas. En el gráfico 1.2 puede observarse el desarrollo de líneas de central y principales para esta provincia desde el año de 1.985 hasta 1.991.

1.2.6.2. Servicio eléctrico por vivienda

Según el Censo de 1990, en la provincia de Zamora-Chinchipe se tiene el servicio mostrado en el cuadro 1.10.

El servicio eléctrico tiene un mayor desarrollo que el telefónico, ya que como puede observarse aproximadamente el 50% de las viviendas lo poseen.

Del análisis de estos dos últimos cuadros, se puede evidenciar el atraso en el

¹⁰ DATOS OBTENIDOS EN SUBGERENCIA GENERAL DE PLANIFICACION DE EMETEL

que se encuentra el servicio telefónico en la provincia de Zamora-Chinchiipe.

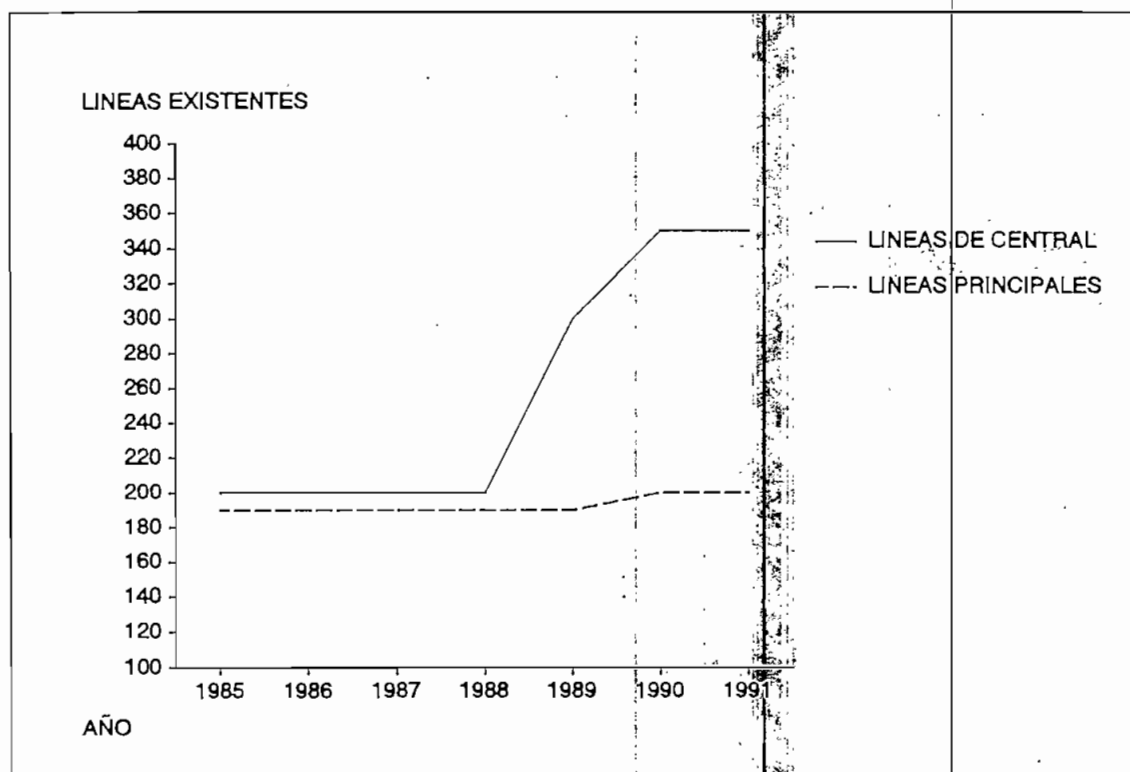


Gráfico 1.2 : Desarrollo de servicio telefónico en Zamora-Chinchiipe según EMETEL

CANTON	SI DISPONE	NO DISPONE
ZAMORA	3.554	2.541
CHINCHIPE	823	1.523
NANGARITZA	280	659
YACUAMBI	217	573
YANTZAZA	1.929	1.532
TOTAL	6.803	6.828

Cuadro 1.10 : Servicio eléctrico por vivienda

1.3. VISITA DE INSPECCION A LA PROVINCIA

Durante el mes de diciembre de 1993, el autor de este trabajo de tesis tuvo la oportunidad de realizar una visita de inspección a la provincia de Zamora-Chinchipe. Lo hizo como acompañante de una comisión de EMETEL a la región, con el fin de inspeccionar y determinar los posibles sitios para la instalación de las estaciones terrenas del proyecto DOMSAT.

Debido a las condiciones del viaje, solamente se pudo visitar las poblaciones involucradas en el proyecto DOMSAT y unas pocas poblaciones adicionales. Los datos obtenidos, permitirán complementar la información presentada en los dos puntos anteriores y así tener una mejor visión de la provincia.

En el numeral siguiente se presenta un resumen de la visita.

1.3.1. Comentarios de la visita por poblaciones

Zamora

Existe una central telefónica analógica para 600 abonados marca SIEMENS CPR100. La capacidad de la central es de hasta 4000 abonados.

En las cabinas del EMETEL en Zamora se tiene aproximadamente un promedio de 120 llamadas diarias, a través de 3 canales y 4 cabinas.

En una encuesta hecha a los abonados, se obtuvo que la comunicación al interior de la ciudad es buena, pero al comunicarse con Loja ó Quito el servicio es malo existiendo ruido y cortes en la comunicación. Esto pudo comprobarlo el autor al hacer varias llamadas especialmente a Quito. Existen 60 canales asignados de Loja a Zamora, pero aproximadamente se encuentran funcionando de 7 a 10.

Cumbaratza

La población es de 10.000 personas aproximadamente y están servidas por una línea física (desde Zamora), siendo el servicio pésimo.

Los Encuentros

Es un pueblo bastante pequeño, hay una cantidad significativa de construcciones inconclusas abandonadas. Esta población, al igual que la de Chicaña presentan una menor población en los cascos urbanos que la indicada según el censo de 1990.

No hubo mucho interés por parte de las autoridades en la concesión del terreno para la estación terrena, probablemente no se instale.

Chicaña

Es de los pueblos más pequeños de la provincia, máximo deben vivir unas 300 personas. Por esta situación la Comisión de EMETEL recomendó no se instale la estación terrena prevista.

El Pangui

Es una población que presenta una mayor necesidad de líneas telefónicas, esto quedó demostrado por el interés de sus autoridades. Se tiene conocimiento que se tiene planificada una planta externa de 300 líneas.

Zumbi

Está servido por una línea de Zamora, que comparte con Yantzaza, la misma que utiliza 4 horas al día. Por día en la central del EMETEL se concretan 15

llamadas, existiendo registros de 35 llamadas efectivas. Aproximadamente hay unos 60 intentos diarios.

Yantzaza

Es una población grande y con bastante movimiento comercial, un poco mayor que Zumbi. Se encuentra casi listo el edificio que albergará la estación terrena.

28 de Mayo

Básicamente su población está compuesta por grupos saraguros, shuaras y colonos. Debido a que los grupos saraguros son nómadas, los datos de población no son tan reales. La población en el casco urbano sería de unos 1000 hab. La población flotante aproximadamente 3000. Estaban servidos por una línea física y un teléfono de magneto, el cual ahora ya no funciona. Tienen todos los servicios, agua, luz, alcantarillado.

Nambija

Es el asentamiento actual de aproximadamente 10.000 mineros. Cabe tener en cuenta algunos datos. Se tienen noticias de que existen dos líneas telefónicas clandestinas, que corresponden a números de Loja, seguramente llegan a través de enlaces de radio. Hay datos de que una conferencia a Quito llega a costar entre 10.000 y 25.000 sucres. Además no hay policía. Se sabe que existió una sucursal del Banco Central, la misma que al poco tiempo fue abandonada, todo esto por la hostilidad de los habitantes. A pesar de esto es muy necesario un servicio telefónico.

San Carlos

Es la entrada para Nambija. Su principal actividad es el comercio, justamente debido a la presencia de los mineros. parece ser el mejor sitio para instalar la

estación terrena. Además se sabe que el Gobierno va a reinstalar a los mineros en esta población, pasando a ser Nambija únicamente el lugar de trabajo. Presenta un ambiente más tranquilo que Nambija.

Valladolid

Debe tomarse en cuenta que el acceso a toda la zona sur de la provincia, se lo realiza por la carretera que une Loja, Vilcabamba (prov. de Loja), Yangana (prov. de Loja), Valladolid, Palanda y Zumba.

El único servicio telefónico existente es una línea de magneto que une Zumba, Valladolid y Yangana (provincia de Loja). El autor tuvo la oportunidad de hacer uso de este servicio (en una comunicación con Zumba), comprobando la pésima calidad de la comunicación.

Se tiene el dato que la persona encargada de la línea física de Valladolid debe hacer un recorrido de unos 80 km, para hacer mantenimiento y que los ingresos en el mes de noviembre de 1993 fueron de 8.080 sucres, por concepto de llamadas.

Palanda

Es una población muy semejante a Valladolid, si bien no se planea instalar una estación terrena, el interés demostrado por los pobladores fue grande.

Zumba

Como ya se mencionó, existe una línea física para un teléfono de magneto. Casi se encuentra lista la edificación para la estación terrena. Tienen energía eléctrica constante. La población es de aproximadamente 3.000 personas. La importancia de Zumba radica en su ubicación (el punto más al Sur del Ecuador) y la presencia de destacamentos militares.

Como aspecto importante se debe tomar en cuenta que el estado de las carreteras es malo en época de invierno. Esta situación se presenta en toda la vía Vilcabamba-Yangana-Valladolid-Zumba.

1.3.2. Conclusiones

- Del breve reconocimiento hecho por las poblaciones de la provincia, se evidencia el retraso en materia de telecomunicaciones en el que se encuentra la zona.
- El interés por parte de los pobladores, en general de todas las poblaciones fue grande, lo que demuestra la necesidad de mejorar las comunicaciones de la zona.
- Zamora-Chinchipe es una provincia con una gran riqueza agrícola, ganadera y minera.
- El estado de las vías terrestres en toda la provincia es malo, debido a la presencia constante de humedad y a que no son asfaltadas. Este hecho produce constantes derrumbes que cortan las carreteras. Estos aspectos predisponen que el medio de transmisión más adecuado para la zona sea el radio. Para la utilización de medios de transmisión como fibra óptica o pares balanceados, sería necesario, aparte de mejorar las vías, un mantenimiento permanente de las mismas.

Prácticamente en toda la provincia existe energía eléctrica permanente, lo que indica que no se deben hacer mayores inversiones en lo referente a dotación de servicio eléctrico.

CAPITULO 2

ANALISIS DE LA INFRAESTRUCTURA DE COMUNICACIONES

En el presente capítulo se verá una pequeña semblanza de las comunicaciones digitales, orientada a la aplicación del presente trabajo. Las principales características de las centrales de conmutación, que son de utilidad en este trabajo, serán mencionadas. Se analizará la infraestructura de telecomunicaciones en Zamora-Chinchipe, así como los planes de EMETEL para esta provincia, incluido el Sistema DOMSAT. Se hará un análisis de los diferentes medios de transmisión posibles de ser implementados. Finalmente se hará una estimación de la demanda telefónica en la provincia.

2.1. COMUNICACIONES DIGITALES¹

Como se sabe, una señal digital es aquella que tiene un número fijo de "estados". Cada parte o elemento de una señal digital se llama bitio. La velocidad binaria es el número de bitios transmitidos por un circuito por la unidad de tiempo.

2.1.1. Ventajas y desventajas de la transmisión digital

a. Ventajas

- Las características de ruido son semejantes en canales de corta y de larga distancia, ya que el ruido se puede eliminar por medio de la regeneración.
- Como las señales se codifican, están protegidas contra un monitoreo no autorizado.

¹ TECNOLOGIA DIGITAL, Revisión 1", de INTELSAT (abril de 1992).

- Los equipos de transmisión digital ocupan menor espacio, gracias a la tecnología VLSI, teniendo un menor consumo de energía.
- En un solo sistema de transmisión digital se pueden combinar muchos canales de datos (multiplexaje), con una utilización muy eficiente del ancho de banda disponible.

b. Desventajas

- Al no existir sistemas universales, suele presentarse el problema de la incompatibilidad entre ellos. Esto hace necesario instalar conversores entre sistemas que utilicen técnicas digitales diferentes.

2.1.2. Estructura de un sistema digital de comunicaciones telefónicas

Un sistema digital de comunicaciones como primer paso debe convertir la señal analógica de un teléfono en una señal digital, por medio de un multiplexer PCM, donde se combina con otras señales codificadas en forma similar.

Después las señales digitales se transmiten por cualquier conexión que esté disponible (par balanceado, cable coaxial, conexión radioeléctrica, fibra óptica o por un enlace por satélite); cualquiera sea la conexión usada, el equipo receptor debe actuar también como regenerador, eliminando el ruido y restableciendo la señal digital.

Como último paso se debe convertir las señales en analógicas con un demultiplexer PCM que haga el paso inverso al del extremo transmisor.

2.1.3. Principios de la modulación por impulsos codificados

Para representar una señal con todas sus características, basta enviar "muestras" a determinados intervalos de tiempo. Si esto se hace a una velocidad

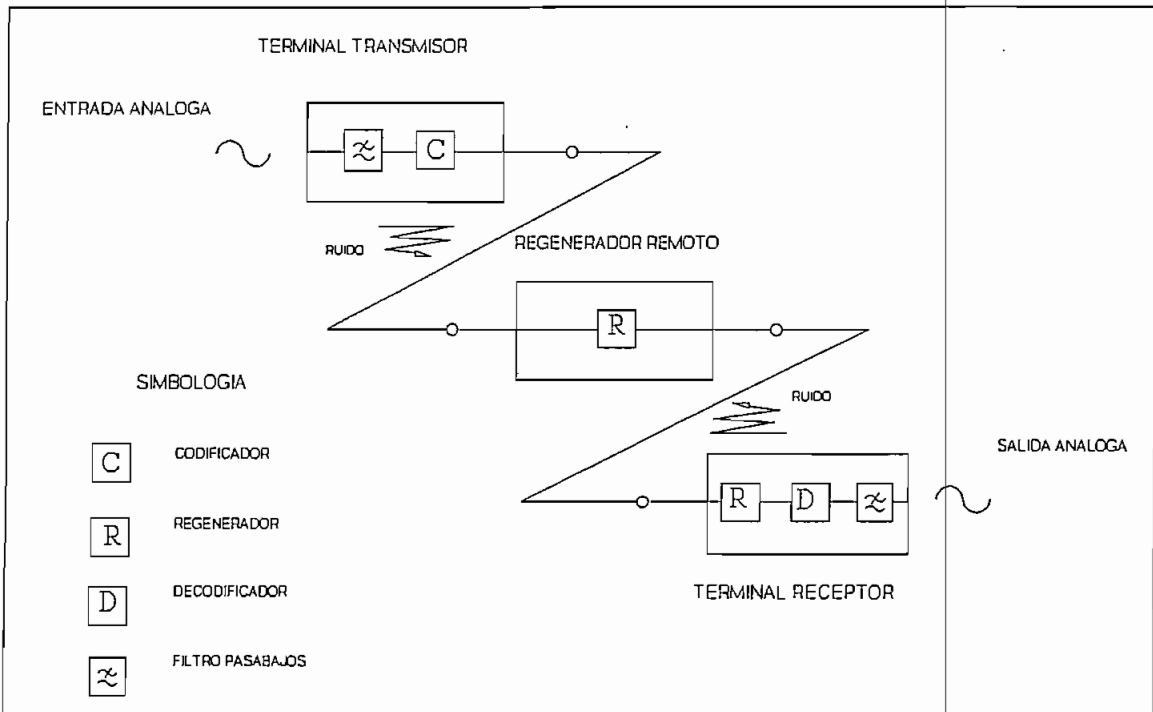


Gráfico 2.1 : Estructura de un sistema de comunicaciones digital

que sea por lo menos el doble de la frecuencia más alta de la señal, se transmitirá toda la información (Teorema de Nyquist). La modulación por impulsos codificados es la representación de una señal a través de una serie de pulsos digitales.

El procedimiento de Modulación de Pulsos Codificados (PCM) consiste primeramente en **muestrear** la señal, resultando una serie de señales con modulación de amplitud de pulsos (PAM). Cada muestra se **codifica** luego con una combinación binaria que representa su amplitud. Sólo se admiten ciertas amplitudes discretas del tamaño de la muestra. Es por esto que la señal muestreada se transmite al nivel más próximo a la amplitud verdadera. Este

proceso último se llama **cuantificación** e introduce un error inicial en la amplitud de las muestras, dando lugar al **ruido de cuantificación**.

a. Cuantificación lineal

Los niveles de decisión son de igual tamaño; mientras mayor sea el número de los niveles de decisión, el error de cuantificación será menor, pero esto complicaría la operación de codificación subsiguiente y además requeriría de un mayor ancho de banda. El ruido de cuantificación depende de la magnitud del escalón y no de la amplitud de la señal. Es por esto, que con cuantificación lineal la relación señal-ruido de cuantificación será grande con las señales fuertes (de gran amplitud) y baja con las débiles (de pequeña amplitud). Por esta razón es preferible usar una característica de cuantificación no lineal.

b. Cuantificación no lineal

Disminuyendo progresivamente la magnitud de los escalones, las señales débiles pueden decidirse en varios escalones, mientras que a las señales fuertes les corresponde un número menor de ellos. Con esto, se logra relaciones señal-ruido mucho mejores para señales débiles pero ligeramente peores para las señales más fuertes.

Existen dos características más utilizadas de cuantificación no lineal, éstas son la Ley A, la más usada en la mayoría de los países y la Ley μ , usada principalmente en Estados Unidos y en Canadá.

Leyes de cuantificación

1. Ley A (C.C.I.T.T):

$$y = \frac{1 + \ln(Ax)}{1 + \ln A} \quad \text{para } 1/A \leq |x| \leq 1 \quad (2.1)$$

$$y = \frac{Ax}{1 + \ln A} \quad \text{para } 0 \leq |x| \leq 1/A \quad (2.2)$$

donde $A = 87.6$

2. Ley μ :

$$y = \frac{\ln(1 + \mu x)}{\ln(1 + \mu)} \quad \text{para } 0 \leq |x| \leq 1 \quad (2.3)$$

donde $\mu = 255$

c. Error de muestreo

Si la relación entre la frecuencia máxima de la señal de entrada y la velocidad de muestreo no se mantiene, la frecuencia de la señal de salida será incorrecta. Este error se llama **error de muestreo**. Al fin de evitarlo, en la entrada analógica de cada multiplexor PCM se coloca un filtro pasabajo, con frecuencia de corte de 4 kHz, esto debido a que la frecuencia de muestreo en los equipos telefónicos está normalizada a 8 kHz.

2.1.4. Aspectos básicos del multiplexaje digital

El multiplexaje de orden primario consiste en la combinación de 30 ó 24 canales PCM en un bloque digital. El equipo que efectúa este procedimiento se llama multiplexer primario (o de primer orden).

Existen dos sistemas de orden primario:

- CEPT (30 canales telefónicos)

- NAS (24 canales telefónicos)

2.1.4.1. Estructura de CEPT

En este sistema se combinan 30 canales en la misma línea, transmitiendo una palabra de ocho bits de cada canal por vez. Esta técnica se conoce como multiplexaje por distribución en el tiempo (TDM). Las palabras de 8 bits de un mismo canal se producen cada $125 \mu\text{s}$. En el lapso de $125 \mu\text{s}$ entre una palabra del canal 1 y la siguiente del mismo canal, se debe transmitir una palabra de ocho bits de cada uno de los canales 2 al 30. Este período de $125 \mu\text{s}$ se llama trama.

Es imprescindible que el receptor esté sincronizado con el transmisor. Para esto se transmite una señal de identificación al comienzo de cada trama, la que es reconocida en el receptor, quedando así sincronizado el sistema. Esta señal, llamada FAW (palabra de alineación de trama), ocupa el intervalo de tiempo 0. Además, a fin de introducir sistemas de alarma en la estructura de la trama, la FAW se alterna con una señal de datos, conocida como palabra de datos de trama (FDW).

Es necesario enviar información sobre el estado de los abonados (colgado, descolgado, impulsos de discado), lo que se conoce como **señalización telefónica**. Hay varias maneras de hacerlo, pero usualmente se utiliza el intervalo de tiempo 16 para aquello.

De todo lo anterior se llega a que una trama completa está formada de 32 intervalos de tiempo, cada uno de los cuales tiene una palabra de 8 bits. Esto da que por trama existan 256 bits.

Como cada trama tiene una duración de $125 \mu\text{s}$, la velocidad binaria es de 2,048 Mbit/s.

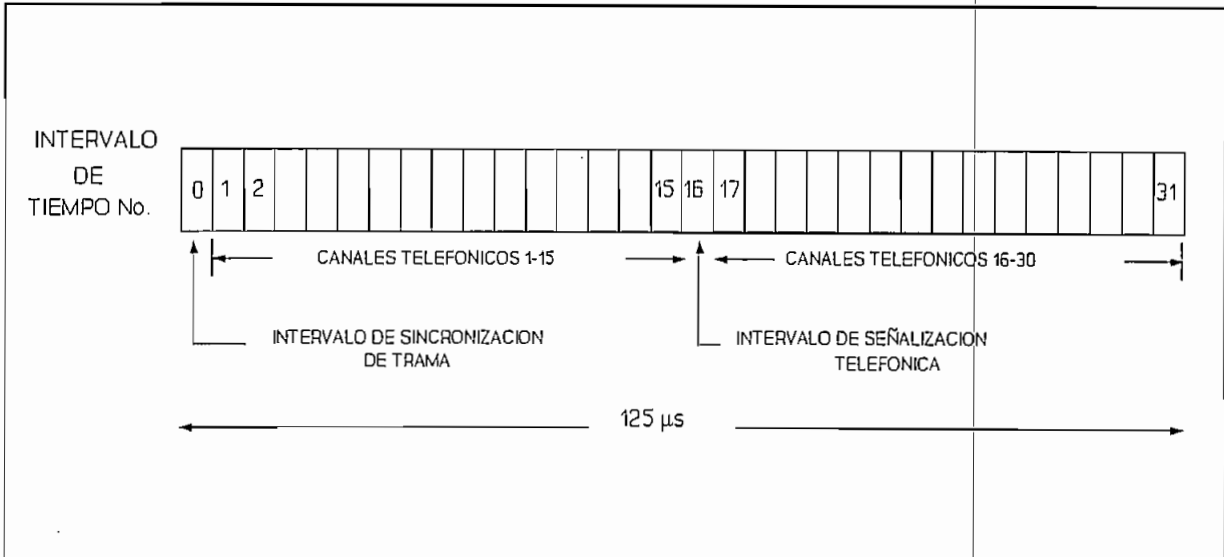


Gráfico 2.2: Estructura de trama del sistema CEPT

Estructura de la multitrama de CEPT

Existen dos sistemas principales de señalización:

- Señalización por canal común (CCS)
- Señalización asociada al canal (CAS)

La señalización por canal común corresponde a los centros de conmutación digitales donde los procesadores dialogan entre sí a una velocidad de 64 kbit/s (correspondiente al intervalo de tiempo 16). El protocolo de comunicación es el denominado sistema de señalización CCITT No. 7, que consiste en un diálogo que no guarda relación entre la posición de bits y canales de telefonía. Se utiliza cuando la red es totalmente digital.

Cuando se utiliza señalización asociada por canal, en el intervalo de tiempo 16 sólo se puede transmitir la señalización de dos canales a la vez. Esto significa que es necesario enviar una secuencia de 15 tramas para transmitir las condiciones de señalización de los 30 canales. Se utiliza la CAS cuando se trata de centrales de conmutación analógicas o digitales con señalización CCITT R2.

Alineación de multitrama

Para sincronizar los equipos de señalización tanto en transmisión como en recepción, se debe introducir una **señal de sincronización**. Es necesario por tanto enviar 16 tramas en total para enviar la señalización y sincronización. Esta secuencia de 16 tramas se llama multitrama y la palabra de sincronización se llama **palabra de alineación de multitrama**. La recomendación G.704 del CCITT, la define como la palabra de 4 bits 0000, combinación única en el intervalo de tiempo 16, ya que su uso como palabra de señalización está prohibido. Los cuatro bits restantes de ese intervalo de tiempo 16 se conocen como **palabra de datos de multitrama**, y son usados principalmente para las alarmas de las centrales.

Es importante anotar que cuando se utilizan los sistemas de señalización por canal común, como los No. 6 y No. 7 del CCITT, tal vez **no** exista una estructura de multitrama.

2.1.4.2. Estructura del NAS

El NAS o sistema norteamericano se diferencia de CEPT en la estructura de la trama.

Cada trama comienza por un bit de alineación, seguido de una palabra de ocho bits de cada canal por vez. El número de canales es 24, por lo que en cada trama, incluido el bit de alineación, contiene 193 bits. Cada trama tiene una

duración de 125 μs . La velocidad binaria es de 1,544 Mbit/s.

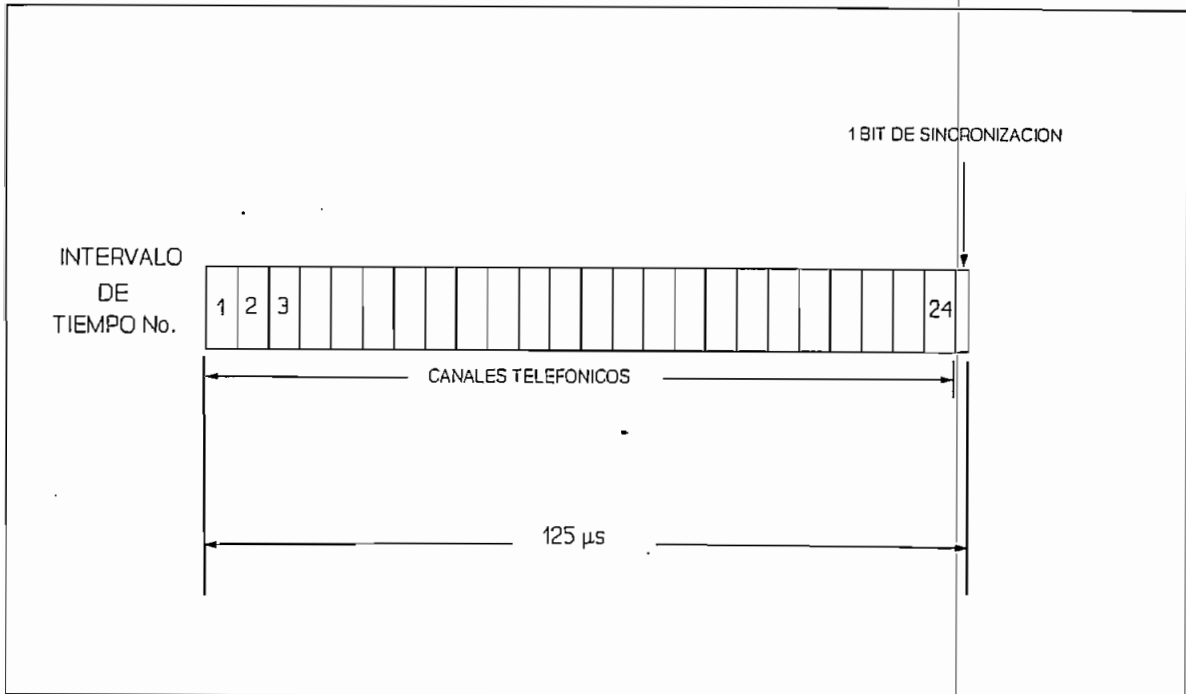


Gráfico 2.3: Estructura de trama en NAS

La señalización en el NAS

Para la señalización se considera una estructura de multitrama de 12 tramas.

Los requisitos de señalización a menudo se cumplen por medio de un procedimiento conocido como **robo de bits**. El bit menos significativo de cada palabra de ocho bits de la sexta y duodécima trama se usa para cursar la señalización correspondiente a ese canal (es decir los bits 8 del canal 2 en las tramas 6 y 12 cursan la información de señalización para el canal 2).

2.1.4.3. Multiplexaje de orden superior

El multiplexaje de orden superior consiste en la combinación de varios grupos básicos en grupos mayores, a fin de reducir el número de sistemas de

transmisión y así economizar en el equipo de transmisión necesario. Esto se logra concentrando varios sistemas de baja velocidad binaria en un sistema de mayor velocidad, mediante el proceso de multiplexaje por distribución en el tiempo.

Existen tres jerarquías distintas:

- la jerarquía europea (también llamada CEPT), la más usada internacionalmente, incluso en nuestro país.
- la jerarquía norteamericana (también llamada NAS)
- la jerarquía japonesa, cuyas primeras etapas son idénticas al NAS

La jerarquía europea

Está constituida por bloques fundamentales de multiplexadores primarios de 2,048 Mbit/s.

El CCITT recomienda combinar cuatro de estos bloques de 2 Mbit/s en un tren de 8 Mbit/s. Esto se logra extrayendo un bit por vez de cada entrada de 2 Mbit/s y agregando señales de alineación de trama a fin de obtener una salida de 8,448 Mbit/s. Este multiplexador es el de segundo orden.

Si se necesita más tráfico, se pueden combinar cuatro de estos bloques de 8 Mbit/s para producir un tren de datos de 34 Mbit/s con un multiplexador de tercer orden, o progresivamente trenes de 140 Mbit/s hasta 565 Mbit/s, con multiplexadores de cuarto y quinto orden respectivamente (Gráfico 2.4).

La jerarquía norteamericana.

Esta jerarquía que a menudo se conoce con la sigla NAS, utiliza como elemento

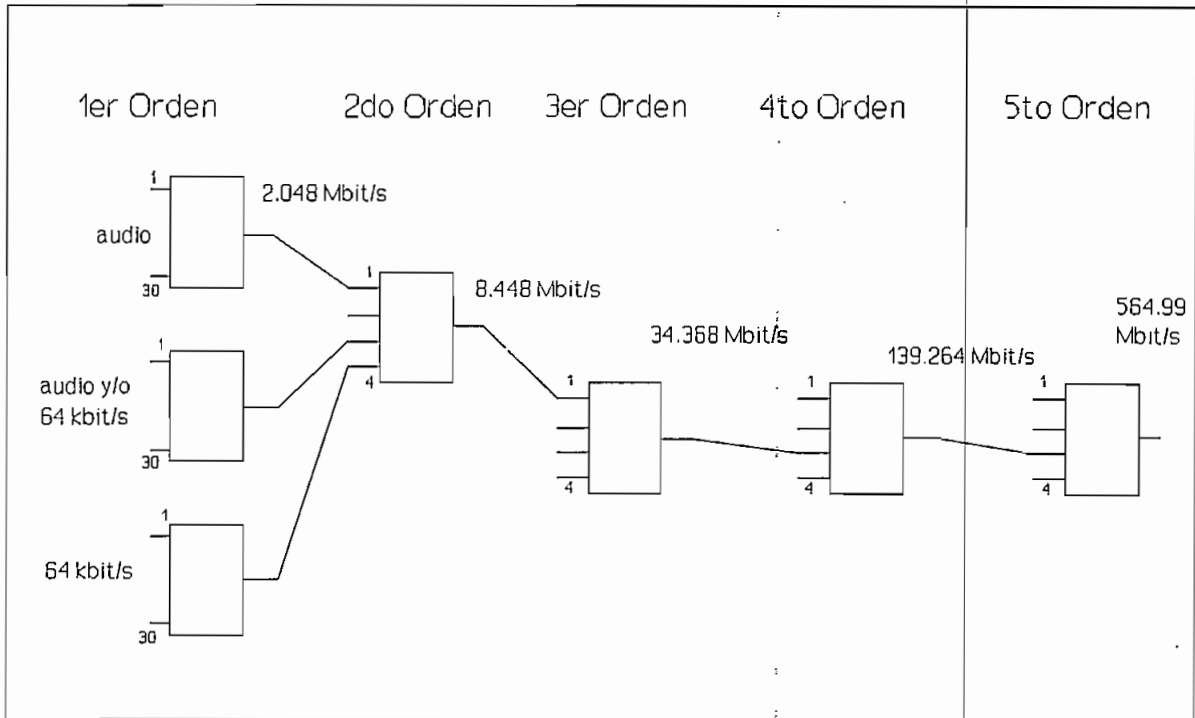


Gráfico 2.4 : Jerarquía europea (CEPT)

constitutivo fundamental un multiplexador de 1,544 Mbit/s.

El multiplexador de segundo orden combina cuatro de estos trenes primarios produciendo un tren de 6 Mbit/s.

La siguiente etapa consiste en combinar siete de estos afluentes de 6 Mbit/s en un tren de 45 Mbit/s.

La última etapa consiste en un multiplexaje de 6 trenes de 45 Mbit/s en uno de 274 Mbit/s.

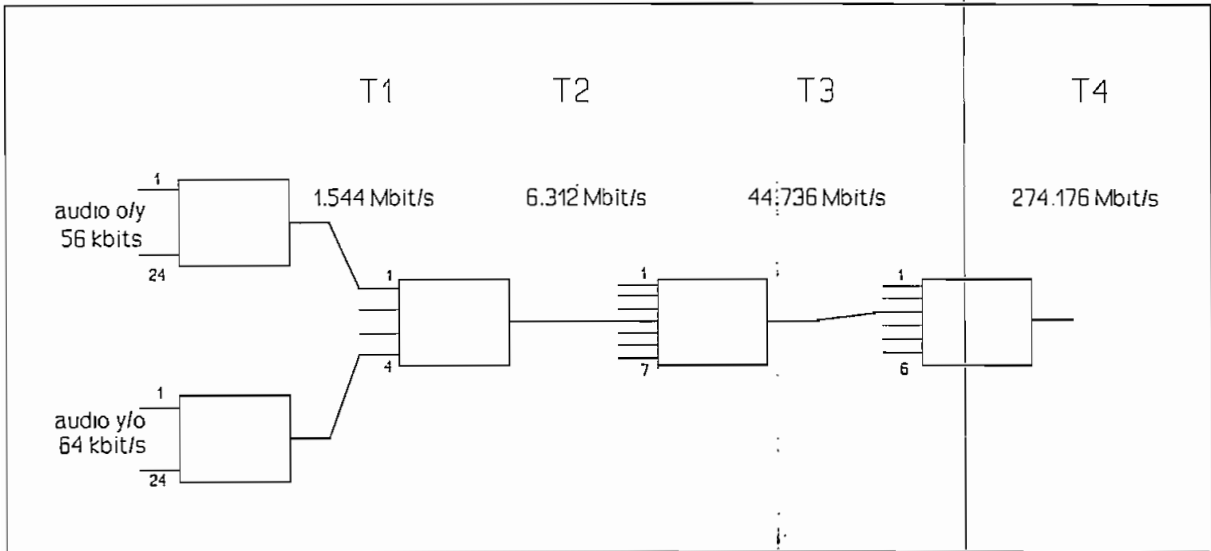


Gráfico 2.5 : Jerarquía norteamericana (NAS)

La jerarquía japonesa

Como se puede apreciar en el gráfico 2.6, es una versión ligeramente modificada del NAS. El elemento constitutivo fundamental es 1.544 Mbit/s.

2.1.5. Transmisión de datos

Con el fin de que la información sea recibida correctamente, el equipo receptor debe estar sincronizado con el transmisor, existiendo dos formas para ello:

a. Transmisión asíncrona

Los códigos están precedidos por un bit de arranque y seguidos por uno o dos bits de parada. Generalmente este sistema recibe el nombre de **arranque y parada**. Es relativamente sencillo y poco eficiente. Su uso principal se da en

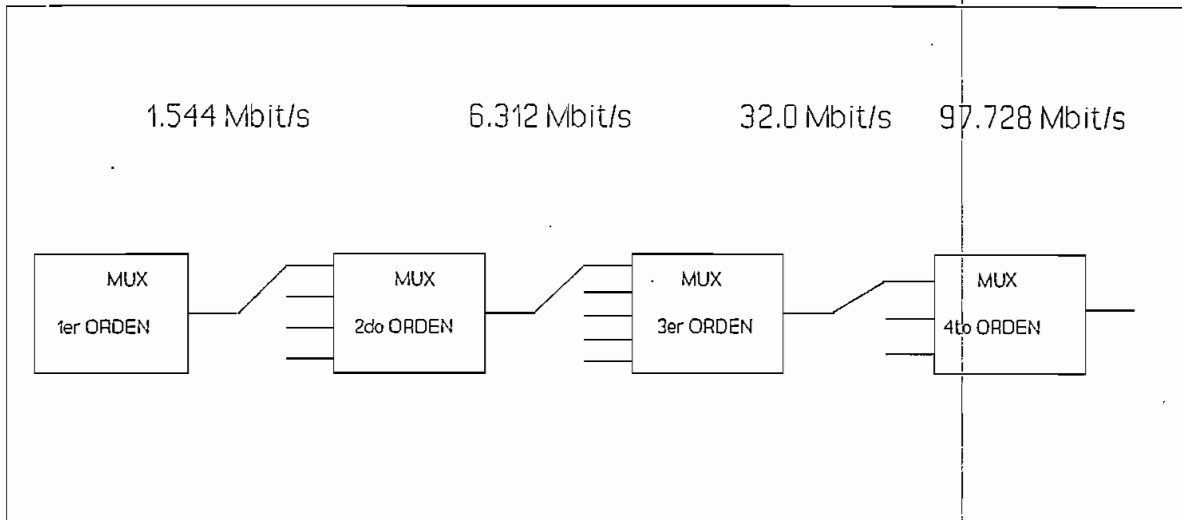


Gráfico 2.6 : Jerarquía japonesa

sistemas de velocidades relativamente bajas (9,6 kbit/s como máximo).

b. Transmisión síncrona

Este sistema es mucho más eficiente y permite enviar el tráfico sin bits de arranque y parada, sincronizando el transmisor y el receptor con una fuente o reloj común.

2.1.6. Errores en transmisión digital

Existen tres formas posibles en que se puede degradar una señal digital dando lugar a la introducción de errores:

- deslizamientos del reloj: cuando dos redes digitales se ponen en contacto,

habrá diferencias de temporización que resultarán en la pérdida de información.

- fluctuación de fase: cuando una señal pasa por una serie de regeneradores o multiplexadores de orden superior, la velocidad binaria sufre una ligera perturbación, que crea incertidumbre cuando se detecta la señal recibida.
- ruido: ruido inherente inducido que, al superponerse a una señal débil crea incertidumbre para la regeneración o la detección.

a. Distribución de los errores

El CCITT ha adoptado una terminología al respecto. Se han introducido tres términos para indicar los errores, la concentración de errores y los errores de fondo. Estos términos son: segundos con error, segundos con muchos errores y minutos degradados.

Segundos con error

Si un intervalo de un segundo contiene errores, ese segundo se llama segundo con error.

$$\begin{array}{l} \text{Segundos} \\ \text{con} \\ \text{error} \end{array} = \frac{\text{No. seg. que contienen errores}}{\text{Duración total de la prueba (seg.)}} \times 100 \% \quad (2.4)$$

Segundos con muchos errores

Este término se refiere a cualquier intervalo de un segundo donde el BER es superior a 1 en 10^{-3} . Este método permite determinar el número de ráfagas de errores.

$$\begin{array}{l} \text{Segundos} \\ \text{con muchos} \\ \text{errores} \end{array} \quad \begin{array}{l} \text{No. de segundos con BER} > 1 \text{ en } 10^{-3} \\ \text{Duración total de la prueba (seg.)} \end{array} \quad \times 100\% \quad (2.5)$$

Minutos degradados

Este parámetro se basa en un período de medición más largo (60 seg.), en el que el BER es superior a 1 en 10^{-6} . Este método se usa para contar la distribución a largo plazo de los errores (errores de fondo).

$$\begin{array}{l} \text{Minutos} \\ \text{degradados} = \end{array} \quad \begin{array}{l} \text{No. de minutos con BER} > 1 \text{ en } 10^{-6} \\ \text{Duración total de la prueba (min.)} \end{array} \quad \times 100\% \quad (2.6)$$

2.2. CENTRALES DE CONMUTACION

2.2.1. Introducción

Existe una diversidad de aplicaciones que puede cumplir una central de conmutación²:

- centros locales
- central de tránsito nacional
- central de tránsito internacional
- centrales satélite

En una central de conmutación en general se encuentran las siguientes funciones: conexión, conmutación y gestión, cada cual repartida en niveles funcionales autónomos.

² INTRODUCCION AL SISTEMA E10-B, Alcatel, sept. 86

- El nivel de conexiones, está constituido por concentradores de abonados y equipos de circuitos. Se encarga de las relaciones con el mundo telefónico exterior: microteléfono de abonados y otras centrales telefónicas.
- El nivel de órganos centrales está constituido por las unidades de mando y de conmutación; realiza las funciones de procesamiento de llamadas, de encaminamiento y de tasación de las comunicaciones.
- El nivel de gestión, constituido por un centro de operaciones y de mantenimiento (CTI), lleva a cabo las operaciones administrativas, estadísticas y técnicas necesarias para la operación de una o varias centrales.

2.2.1.1. Esquema general del sistema

Como se puede ver en el gráfico 2.7, los dos primeros niveles, conexiones y órganos centrales, bastan para cursar el tráfico telefónico y para las operaciones de tasación.

Para la fiabilidad del sistema se utiliza: la redundancia de los órganos microprocesadores, mando del tipo $(n + 1)$, funcionamiento en reparto de carga, enlaces interórganos duplicados.

2.2.2. Integración a la red

2.2.2.1. Señalización

Señalización es el conjunto de informaciones intercambiadas entre dos entidades de la red telefónica, para el establecimiento y la ruptura de la comunicación. Se realiza de acuerdo a las normas de señalización, según sea el sistema de 30 ó 24 canales.

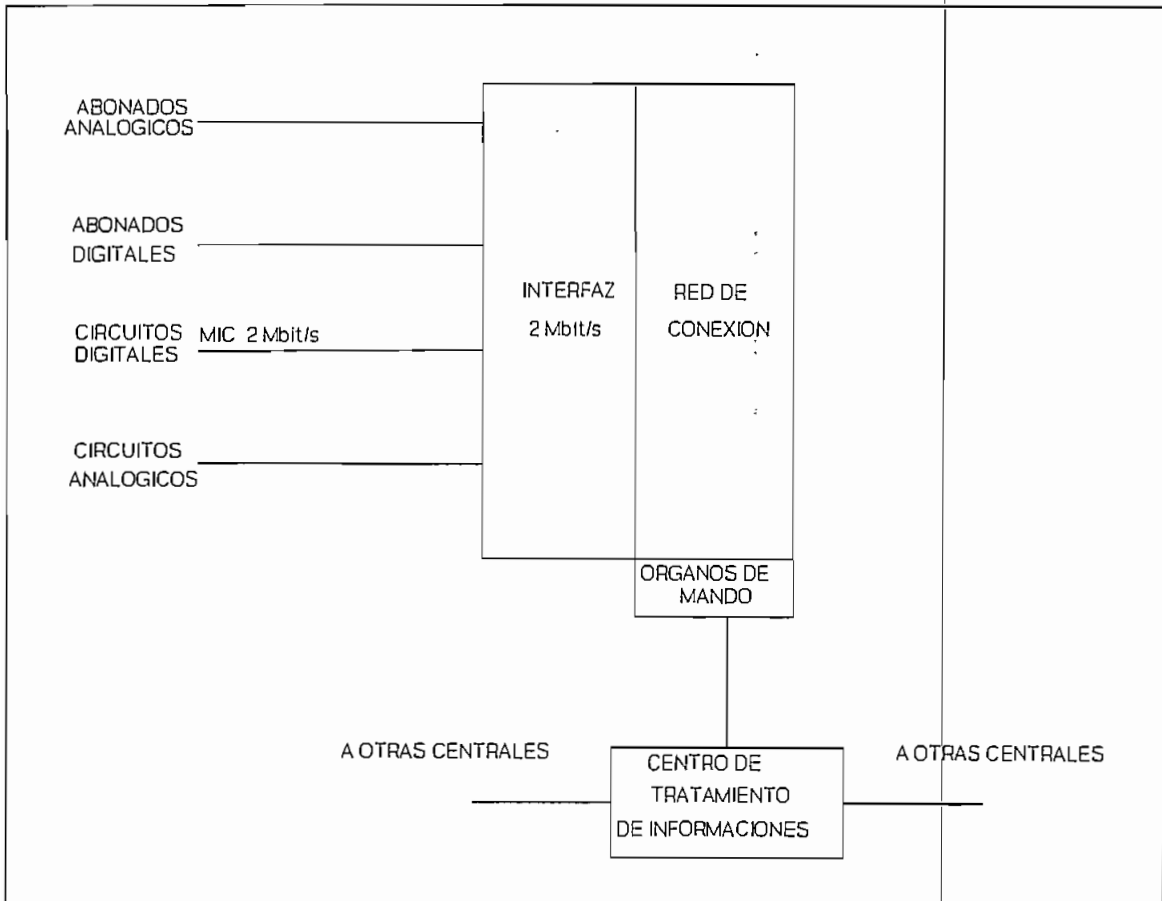


Gráfico 2.7 : Esquema de una central de conmutación

La señalización de abonado es el conjunto de informaciones intercambiadas entre un abonado y su central de conexión. La señalización entre centrales permite el diálogo entre dos centrales distantes. Estos intercambios de información se realizan a través de la señalización asociada al canal y la señalización por canal común.

a. Señalización asociada al canal

En este tipo de señalización se intercambian dos tipos de señales:

- señales de línea
- señales de registradores

Las señales de línea se intercambian entre enlaces. Generalmente son señales de:

- toma de la línea
- descolgado del abonado llamado
- colgado del abonado llamado
- liberación de la línea

Las señales de registradores son las intercambiadas por los registradores en los autoconmutadores de salida y de llegada:

- la marcación
- estado del abonado llamado

b. Señalización por canal común

El interés de la señalización por canal común y su diferencia esencial con la señalización canal por canal radica en:

- La puesta en común de un intervalo de tiempo de la trama, por lo general, por varias canales de palabra en un instante determinado.
- Su modo mensaje que permite transmitir una cantidad de información importante y eventualmente mucho más compleja.

Tres de los tipos de señalización común son:

- los intercambios de información entre el mando y la unidad de conexión distante (CSED)
- los intercambios entre el centro de comunicación (CDC) y el CTI (canal de gestión)
- el procesamiento del establecimiento y la ruptura de ciertas comunicaciones locales o entre centrales que utilizan la señalización normalizada por el CCITT y denominada señalización por canal común No. 7

2.3. MEDIOS DE TRANSMISION³

2.3.1. Transmisión digital por pares balanceados

Normalmente la transmisión por pares balanceados se reserva para velocidades digitales de hasta 2048 Kbit/s, lo cual incluye señales de 64 Kbit/s y la red digital de servicios integrados RDSI a 160 kbit/s.

Los cables provistos de pares balanceados se disponen con aislamiento de papel o polietileno PE. En el primer caso la cubierta exterior del cable es de plomo o de aluminio y en el segundo es una lámina de aluminio revestida de polietileno (PAL = polietileno-aluminio laminado).

Estos tipos de cables reúnen varios pares de conductores o cuadretes de 4 conductores.

Es posible calcular el valor de atenuación mediante expresiones empíricas, según el tipo de aislante utilizado:

³ SISTEMAS DE TRANSMISION DIGITAL, Siemens Telecomunicazioni, 1990

$$A_t = 11,2 \cdot d^{-0,75} \cdot C / 40 \quad \text{para aislante de papel seco} \quad (2.7)$$

$$A_t = 11,6 \cdot d^{-1} \cdot C / 50 \quad \text{para aislante de polietileno} \quad (2.8)$$

donde:

A_t : atenuación [dB/Km]

d : diámetro [mm]

C : capacidad [μF /Km]

La atenuación es el elemento determinante para obtener el **margen del sistema**, definido entre la potencia de emisión del transmisor y la sensibilidad del receptor. La sensibilidad del receptor es el valor de la señal de ingreso que determina una tasa de error BER aceptable.

Teniendo en cuenta que el trayecto de referencia que entrega el CCITT en la recomendación G104 para la señal de 2048 Kbit/s, es de 250 Km en 5 tramos iguales de 50 Km, donde en los extremos se disponen de conjuntos multiplexores y demultiplexores y un número indeterminado de repetidores en medio, y si se asigna un BER de 10^{-7} al trayecto, se tendrá un BER de 10^{-5} en repeticiones de 2,5 Km.

El margen de transmisión se encuentra entre 35 y 45 dB para equipos comerciales de 2 Mbit/s por pares balanceados. Estos valores determinan que para un conductor cuyo calibre es 0,9 mm de diámetro aislado en polietileno y cuya atenuación es de 16 dB/Km, la separación entre repetidores es de 2,5 Km (considerando un margen de 40 dB).

2.3.1.1. Efecto de la diafonía

La atenuación no es la única limitación a la distancia entre repetidores. La otra limitación es la diafonía, en la cual se distinguen 2 clases: la diafonía sobre el

terminal cercano (Near End Crosstalk-NEXT), como consecuencia de la introducción de una parte de la señal progresiva en el circuito de transmisión en el sentido contrario, y la diafonía sobre el terminal lejano (Far End Crosstalk-FEXT) como producto de la introducción de la señal progresiva en el circuito de igual sentido.

La introducción de una red sincrónica con un solo reloj puede llevar a un incremento de la diafonía, al transmitirse señales correlacionadas.

Un valor grande de NEXT indica la mayor atenuación a la diafonía sobre el terminal cercano. El uso de una pantalla de aluminio como recubrimiento de los pares, da una atenuación a la NEXT de unos 20 dB, esto implica que usando un cable con pantalla se elimina prácticamente el efecto de la diafonía.

La diafonía limita la longitud del enlace pudiendo transformarse el efecto en un **margen de diafonía**.

Si el margen por diafonía (Md) es inferior al margen de atenuación de los equipos, se asume que el enlace está limitado por diafonía.

En la mayoría de los casos donde se usan cables ya instalados para la transmisión de sistemas digitales, las derivaciones en paralelo producen eco que distorsionan sustancialmente la formas de onda. Esto muchas veces obliga a colocar canceladores de eco. En cambio, con cables nuevos este problema se elimina, pero requiere una inversión inicial elevada.

2.3.2. Transmisión digital por cable coaxial

La transmisión por pares balanceados se limita a velocidades de hasta 2048 kbit/s por la distancia necesaria entre repetidores. Para mayor velocidad se recurre a los cables coaxiales.

Los cables coaxiales se clasifican en varios tipos, de acuerdo al diámetro del conductor interior y exterior (0.65/2,9; 1.2/4,4 y 2,6/9,5 mm)

La atenuación de los coaxiales es función de esta relación de diámetros interior y exterior a/b .

$$At = 1.34 \cdot 10^4 \cdot [(1/a - 1/b)/\log(a/b)] \cdot (f)^{1/2} \quad (2.9)$$

donde:

- a : diámetro interior [cm]
- b : diámetro exterior [cm]
- f : frecuencia [Hz]
- At : atenuación [dB/km]

El valor mínimo de la atenuación se logra cuando la relación b/a es 3.591. La atenuación aumenta con la raíz cuadrada de la frecuencia, por lo que el conductor coaxial es un filtro pasabajos.

La impedancia característica de la línea también es función de la relación de diámetros:

$$Z_0 = 60 \cdot \epsilon_r^{-1/2} \cdot \ln(b/a) \quad (2.10)$$

donde:

- ϵ_r : constante dieléctrica del aislante.
- a : diámetro interior [cm]
- b : diámetro exterior [cm]

Si la relación b/a es la teórica ($b/a = 3.591$) el valor de la impedancia es 76.71Ω para el aislante aire ($\epsilon_r = 1$) y 50.5Ω para el polietileno ($\epsilon_r = 2.30$). El teflón

(PTFE), utilizado algunas veces tiene una constante dieléctrica $\epsilon_r = 2,07$.

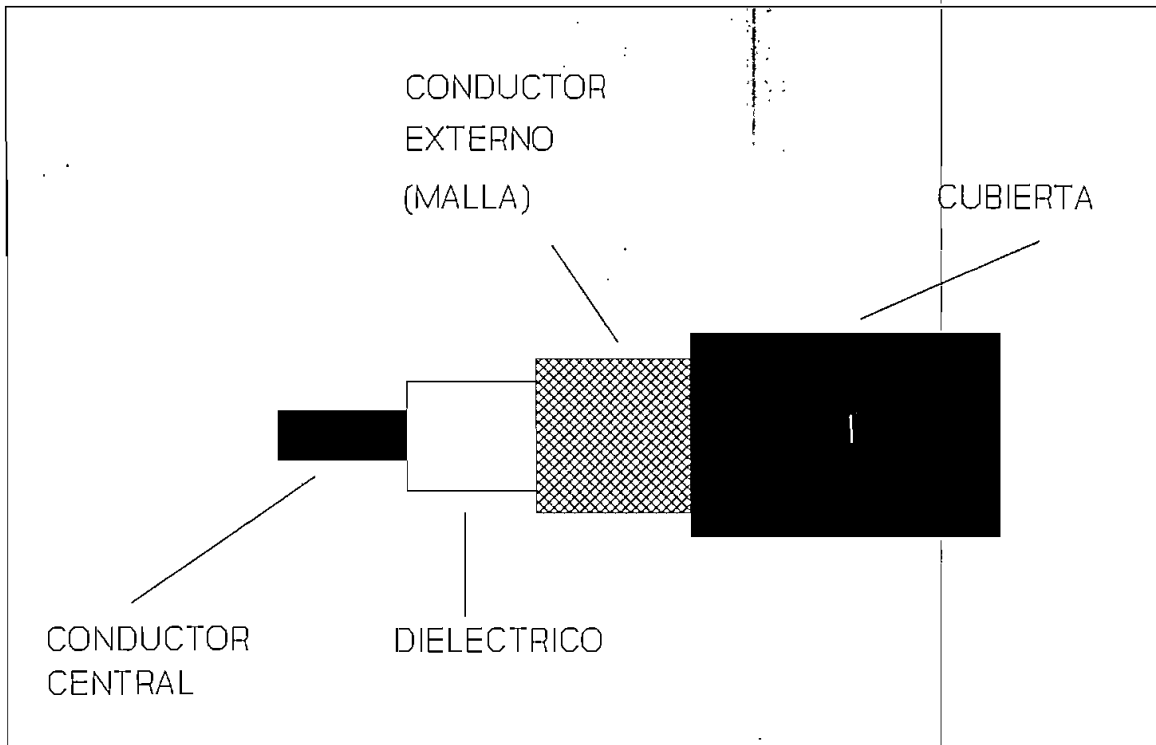


Gráfico 2.8 : Cable coaxial

Modificando levemente la relación de diámetros y el material aislante se obtienen los valores de impedancia normalizados de 75 y 50 Ω . Tal es así que, variando desde 2,3 hasta 6 la relación de diámetros, la impedancia para el aislante aire es 50 a 107,5 Ω .

Los valores indicados son medidos a 10°C.

Para saber cuándo la potencia transmitida es máxima, se debe hacer el siguiente análisis. El campo eléctrico E es elevado cerca de la superficie del conductor interno. El voltaje de ruptura ocurre con un valor crítico que en el

aire es de 30 000 V/cm. El valor de voltaje entre conductores es:

$$V = E_s \cdot b \cdot \ln(a/b) \quad (2.11)$$

donde:

E_s : campo en la superficie del conductor [V/m]

V : voltaje entre conductores [V]

Como la potencia es V^2/Z_0 , la potencia soportada por el coaxial es mayor con una impedancia de 50 Ω que con 75 Ω , lo cual justifica el uso de 50 Ω en radiofrecuencia y 75 Ω en frecuencia intermedia (hasta 500 Mhz) y banda base.

El cálculo de la longitud entre repetidores no toma en cuenta la diafonía, debido a la elevada protección del coaxial a este tipo de interferencia. El margen de los equipos para consumir en atenuación es del orden de 70 a 80 dB. La separación entre repetidores es del orden de 4 a 4,5 km.

2.3.3. Transmisión por radioenlaces digitales

Las ondas electromagnéticas en el rango de las microondas se utilizan como medio de transmisión en distancias de hasta aproximadamente 70 km, sin necesidad de repetidor. Requieren de línea de vista entre los lugares del enlace.

2.3.3.1. Modulación de ondas de radio

Existen dos tipos básicos de modulación de ondas de radio⁴:

- Modulación por onda continua (modulación análoga), para la cual la señal modulante es una forma de onda continua, y

⁴ Transmission cost comparison for Satellite, Optical Fiber and Microwave Radio Communications, FSI INC.

- Modulación por pulsos, (modulación digital), para la cual la señal modulante es un tren periódico de pulsos.

Radio digital encierra cualquiera de los esquemas de modulación que varían las características de la portadora con valores discretos, tales que la señal modulada pueda asumir solamente un número finito de cambios de estado. Estos estados pueden ser en amplitud (ASK), frecuencia (FSK), fase (PSK) o alguna combinación, por ejemplo: QAM (modulación de amplitud en cuadratura).

Aparte de la elección del tipo de modulación, existen otras consideraciones a tomar en cuenta:

- Los requerimientos de tráfico. Tráfico de baja capacidad puede ser portado en las frecuencias bajas (350 MHz, 450 MHz, 900 MHz y 1.5 GHz). Enlaces de microonda de mayor capacidad requieren de equipos de mayor costo y frecuencias desde 2 GHz, 6 GHz y superiores.
- Si el sistema va a requerir de varios saltos de repetidora.
- La calidad del servicio deseado. Una alta calidad de servicio necesita diversidad o un sistema redundante.
- Si la red va a ser en un área rural o urbana.
- Las condiciones del terreno. Si el terreno es plano, se requerirán torres en el rango de 70-120 m. En terrenos montañosos serán suficientes torres pequeñas, pero la necesidad de construir caminos de acceso puede ser un costo sustancial.
- En áreas urbanas, se puede utilizar la energía comercial, mientras que en lugares remotos, se requerirá de fuentes de poder propias, que necesitan

de un mantenimiento periódico.

2.3.3.2. Consideraciones de ingeniería

Son varias las consideraciones técnicas a tomarse en cuenta:

a. Atenuación del espacio libre

Este tipo de pérdida depende de la distancia y frecuencia de trabajo del enlace. Mayores valores, ya sea de distancia y/o frecuencia, determinan un incremento de la atenuación por espacio libre.

De acuerdo con el CCIR (Rc 525-1 y Rc 341-2), el valor de la atenuación por espacio libre (A_o) es:

$$A_o = 32,5 + 20 \log(f.d) \quad (2.12)$$

donde:

- A_o : atenuación en dB
- f : frecuencia en MHz
- d : distancia en km

b. Absorción ionosférica por gases atmosféricos

Tiene poco efecto en frecuencias inferiores a 6 GHz, las superiores son afectadas.

c. Atenuación por lluvia

Para frecuencias bajo 8 GHz el efecto es insignificante. Conforme aumenta la frecuencia del enlace, la atenuación por lluvia se incrementa dramáticamente.

d. Desvanecimiento

Originado por 2 o más rayos que llegan simultáneamente con diferentes fases.

El desvanecimiento puede ser producido por:

- interferencia entre dos o más rayos que llegan siguiendo caminos distintos.
- interferencia entre el rayo directo y el reflejado.

En general estos desvanecimientos afectan más en enlaces largos que en cortos. También depende del clima y el terreno. Las áreas más favorables son las montañosas, secas y con viento. Las áreas costaneras calientes y húmedas tienen una gran incidencia de difracciones. Lo mismo ocurre con zonas planas.

En un diseño, el elegir un valor para el margen de desvanecimiento, por encima de la atenuación por espacio libre, permite dar al sistema confiabilidad.

Una mayor confiabilidad va a requerir de una inversión elevada, por lo que su elección depende del tipo de información a ser transmitida y del criterio del diseñador.

Otras situaciones que producen pérdidas son:

- Desacoplamiento de polarizaciones V y H
- Refracción que produce la elevación de los obstáculos.
- Caminos múltiples entre antenas

2.3.3.3. Estructura del sistema

Un sistema de radio tiene la siguiente estructura básica⁵:

⁵ JRC Multiplex Radio communication system, Japan Radio Co. Ltd.

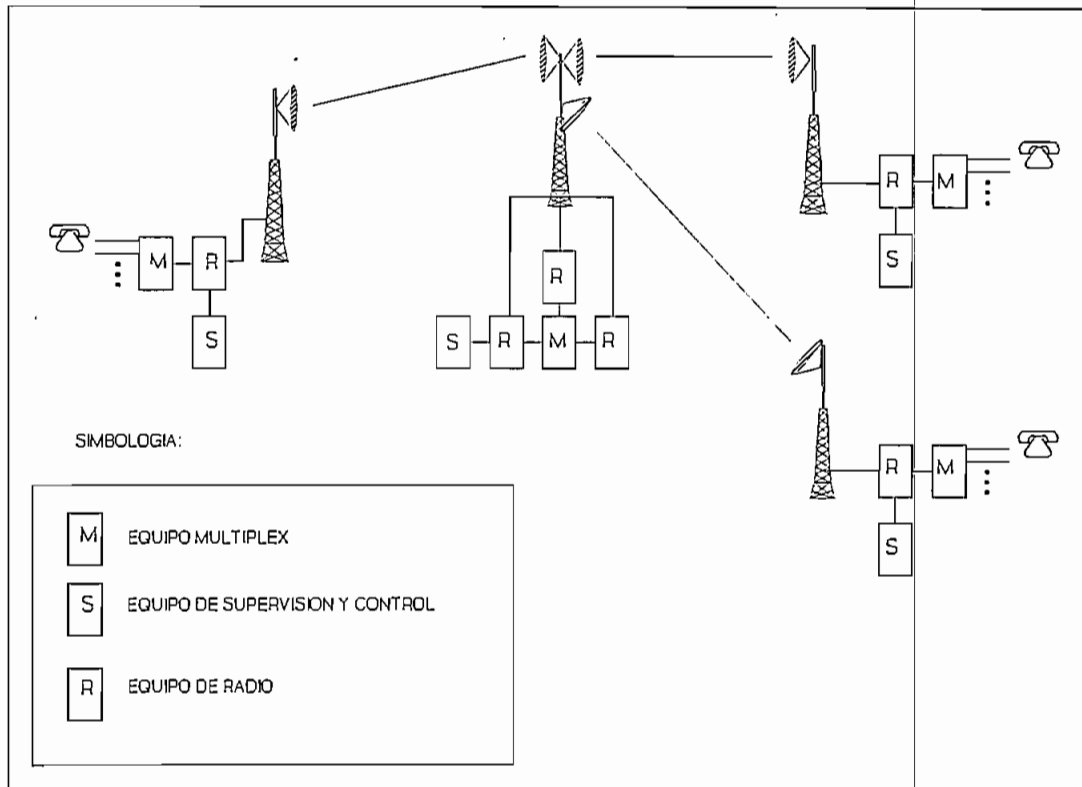


Gráfico 2.9 : Estructura de un sistema de radio.

2.3.4. Transmisión por fibra óptica

Los componentes básicos de un enlace por fibra óptica son: El emisor (LASER, LED), el medio de transmisión (fibra óptica) y el detector de luz (fotodiodo PIN o avalancha).

En un enlace por fibra óptica existen dos grandes rubros a analizar⁶: el cable y los equipos.

2.3.4.1. Parámetros del cable

La fibra óptica consiste de un alma cilíndrica (núcleo) de cuarzo. El núcleo está

⁶ SISTEMAS DE TRANSMISION DIGITAL, Siemens Telecomunicazioni, 1990

rodeado de una cubierta (manto), del mismo material pero de índice de refracción inferior. La forma en que varía el índice de refracción entre el núcleo y el manto, da lugar al tipo de fibra óptica: de índice abrupto escalonado y gradual.

La luz es una propagación electromagnética. Dicha propagación, a través de una fibra óptica, se producirá únicamente en aquellas direcciones en las cuales las ondas involucradas no se debilitan o anulan mutuamente. Estas clases de ondas reciben el nombre de "modos".

El diámetro del núcleo determina el tipo de propagación, multimodo o monomodo. Las FO multimodo para telecomunicaciones tienen normalizado el diámetro del núcleo en 50 y 62,5 μm y 125 μm para el revestimiento⁷. Las FO monomodo tienen igual diámetro para el revestimiento; en cuanto al núcleo se define el diámetro del campo modal (valor que reemplaza al diámetro del núcleo en las FO monomodo), el cual está comprendido entre 9 y 10 μm .

Se puede observar en el gráfico 2.10 la clasificación de las fibras ópticas de acuerdo a la variación del índice de refracción y a los modos de propagación.

Apertura numérica (AN)

Es el seno del máximo ángulo de acoplamiento posible a la entrada de la fibra óptica FO. Se encuentra normalizado entre 0,2 y 0,3 para FO multimodo (Recomendación G651 del CCITT), con el fin de tener un mejor acoplamiento entre el semiconductor y la FO. No se indica un valor de AN para la FO monomodo.

⁷ SYSTIMAX STRUCTURED CABLING SYSTEMS OVERVIEW, AT&T, 1993

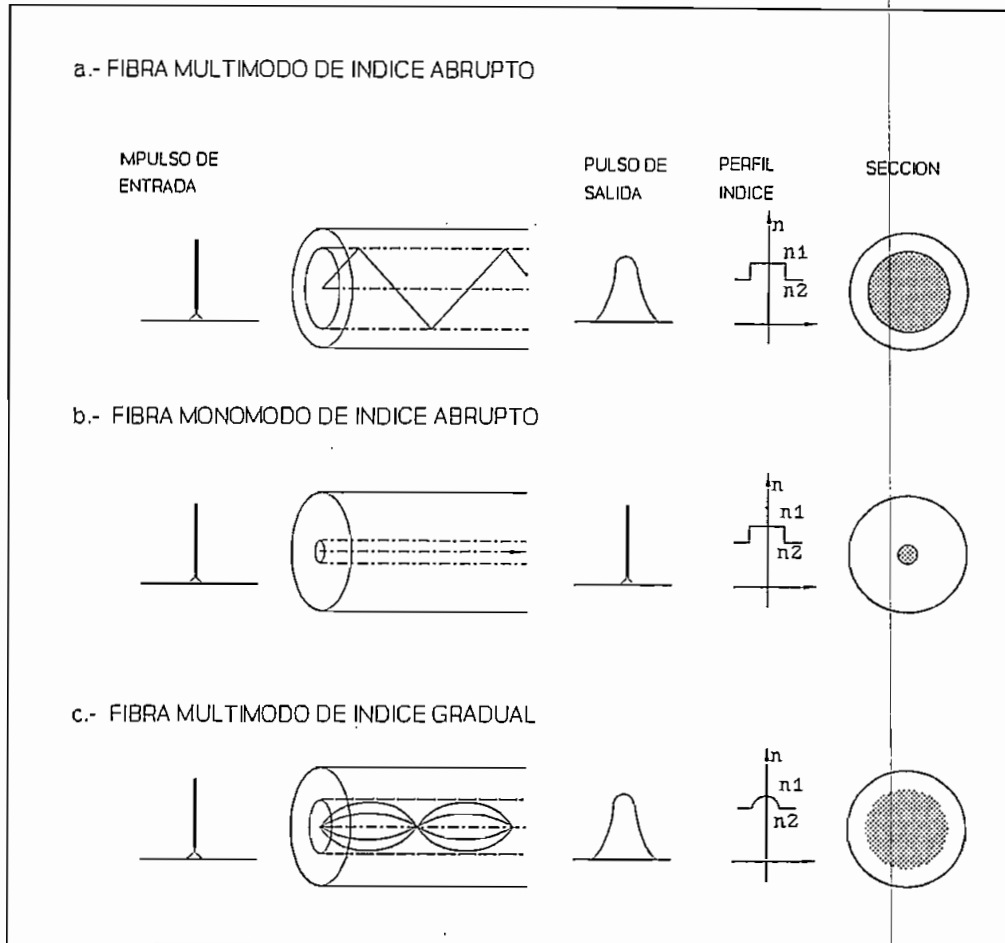


Gráfico 2.10 : Tipos de fibras ópticas

Longitud de onda de operación

La longitud de onda de operación es la utilizada en la transmisión y sobre la cual se realizan mediciones. Se tienen las longitudes de onda de 0,85; 1,3 y 1,55 μm , las cuales corresponden a las denominadas primera, segunda y tercera ventana.

Atenuación en fibras ópticas

Se define así a la disminución de la potencia óptica entre dos secciones transversales de la FO. La atenuación en fibras ópticas viene dada en dB/km.

La atenuación se acumula en forma directamente proporcional a la longitud de la FO, de acuerdo a la fórmula:

$$A_L = A_0 \cdot L \quad (2.13)$$

donde:

A_L : atenuación acumulada a la distancia L (km)

A_0 : atenuación por unidad de longitud (dB/km)

Dispersión modal

Es la apertura de salida de un impulso de entrada, producida por la velocidad diferencial de los distintos modos de propagación multimodal.

Ancho de banda

Se denomina así a la frecuencia de corte donde la función de transferencia de una FO cae 3 dB respecto al valor de frecuencia cero de modulación (emisión continua no modulada). Para FO multimodo se indican umbrales superiores a 1000 MHz.km

El AB es inversamente proporcional a la longitud L de la FO y se expresa como:

$$AB_L = AB_0 \cdot L^{-\nu} \quad (2.14)$$

donde:

ABo : ancho de banda por unidad de longitud L(km)

V : varía entre 0,5 y 1 para FO multimodo, para FO monomodo vale 1.

2.3.4.2. Parámetros de los equipos

Potencia de emisión del transmisor

Se denomina así a la potencia en dBm inyectada a la FO por el emisor de luz LED o LASER, medida en el conector de salida del equipo. La potencia de emisión del LED será de -15 y -18 dBm para 0,85 y 1,3 μm respectivamente. Para el LASER los valores serán de 0 y -3 dBm.

Objetivo de calidad

El CCITT en la recomendación G821 indica para una conexión hipotética de referencia de 27500 km que el canal de 64 kbit/s debe tener una tasa de error BER inferior a 10^{-6} el 90% del tiempo de disponibilidad, con un tiempo de integración de un minuto. Para enlaces entre repetidoras o entre transmisor y receptor que están en el orden de los 27,5 km, el BER será mejor a 10^{-9} . La potencia umbral o sensibilidad del receptor se medirá para este objetivo de calidad. Muchas veces este objetivo se lleva a 10^{-11} ó 10^{-12} que son valores de BER residual.

Potencia umbral del receptor

Se denomina así al mínimo valor de potencia de ingreso al receptor, medida en el conector de entrada, que asegura el objetivo de calidad de BER igual a 10^{-9} . El valor de potencia umbral depende del tipo de detector, la velocidad de transmisión y la longitud de onda. A continuación se indican valores de potencia umbral (Pth) medidas en dBm:

LONGITUD DE ONDA	VELOCIDAD DE TRANSMISION				
	2 Mb/s	8 Mb/s	34 Mb/s	140 Mb/s	565 Mb/s
para 0,85 μm	-55	-52	-48	-45	-
para 1,3 μm	-47	-45	-43	-35	-30

Cuadro 2.1 : Potencia umbral del receptor (dBm)

Ancho de banda

Es la banda a transmitir por el sistema, siendo para los sistemas digitales igual a:

$$AB_n = (V_{tx}/2) \cdot (m/n) \cdot (1 + \beta) \quad (2.15)$$

donde:

V_{tx} : velocidad de transmisión en Mbit/s

m y n : valores del código de línea mBnB, si éste es usado

β : coeficiente de "roll-off" del filtrado coseno

AB_n : ancho de banda necesario (MHz)

Código de línea

No existe uniformidad en la elección del código de línea. Son comunes los códigos del tipo mBnB (típicamente 1B2B o CMI, en 2 y 8 Mbit/s y 5B6B en 34 y 140 Mbit/s). En cambio el uso de la pseudoaleatorización de la señal es generalizado.

Margen del equipo

Este valor toma en cuenta las degradaciones sobre el equipo receptor. Se

considera que un apropiado margen del equipo (Me) se encuentra entre 3 y 5 dB.

2.3.5. Enlaces por satélite

Se considera un enlace por satélite como el del gráfico 2.11, formado por tres segmentos principales:

1. La estación terrena transmisora y el enlace ascendente.
2. El satélite
3. El enlace descendente y la estación terrena receptora

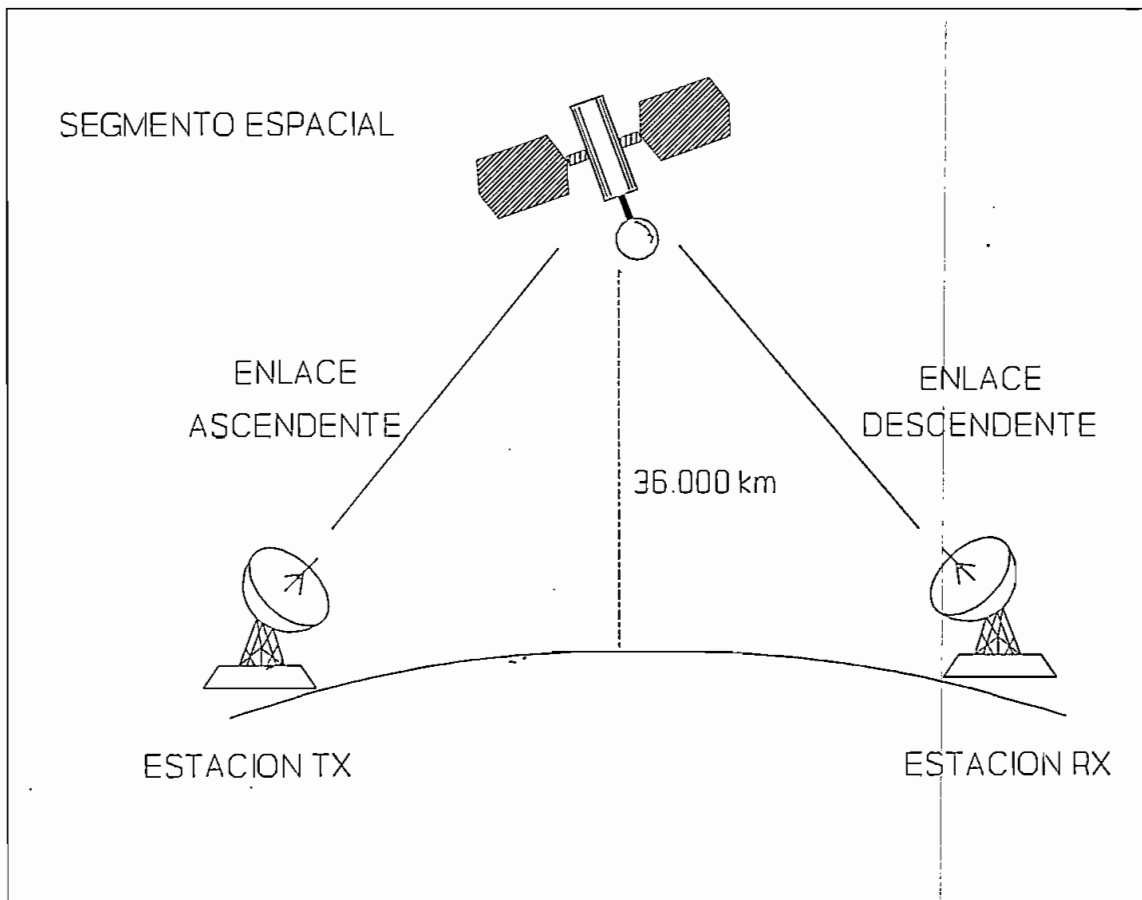


Gráfico 2.11 : Enlace satelital

La calidad del enlace total está determinada por la relación portadora/ruido (C/N_{tot}), para la cual se tiene la siguiente relación:

$$C/N_{tot} = C/T_{tot} + k - 10 \log (AB_{oc}) \text{ [dB]} \quad (2.16)$$

donde:

- C/N_{tot} : relación portadora/ruido total del enlace
- C/T_{tot} : ruido térmico total (dBW/K)
- k : constante de Boltzman (-228.6 dBW/Hz/K)
- AB_{oc} : ancho de banda ocupado (Hz)

INTELSAT recomienda que el valor de C/N_{tot} sea de 9,7 dB, aunque se soporta un margen de hasta 6,7 dB.

El ruido térmico total del enlace (C/T_{tot}) se ve afectado por los siguientes factores:

- el ruido térmico del enlace ascendente (C/T_u)
- el ruido de intermodulación de la estación terrena, debido al amplificador de alta potencia (HPA) (C/T_{IMet})
- el ruido de intermodulación del transpondedor (C/T_{IMs})
- el ruido térmico del enlace descendente (C/T_d)
- la interferencia cocanal (C/T_{cc})

Los subíndices u y d se refieren al enlace ascendente y descendente respectivamente. El subíndice et se refiere a la estación terrena y el subíndice s al transpondedor (satélite).

La relación señal a ruido C/T_{tot} se define⁸ como la suma geométrica de todos

⁸ TECNOLOGIA DIGITAL, Intelsat, 1989

los ruidos térmicos a lo largo del enlace:

$$\frac{1}{C/T_{\text{tot}}} = \frac{1}{C/T_u} + \frac{1}{C/T_{\text{IMet}}} + \frac{1}{C/T_{\text{IMs}}} + \frac{1}{C/T_d} + \frac{1}{C/T_{\text{cc}}} \quad (2.17)$$

Tómese en cuenta que todos los valores de (2.17) están en relaciones y no en dB.

Enlace ascendente

Corresponde a los parámetros de transmisión de la estación terrena, incluyendo las pérdidas del trayecto ascendente.

La ecuación 2.18 permite calcular el valor del C/T_u .

$$C/T_u = \text{PIRE}_{\text{et}} - L_{p_u} - G/T_s + V_a - M_{\text{ll}} \quad (\text{dBW/K}) \quad (2.18)$$

donde:

PIRE_{et} : Potencia isotrópica irradiada efectiva de la antena de la estación terrena (dBW)

L_{p_u} : Pérdidas de espacio libre en el trayecto ascendente (dB)

G/T_s : Figura de mérito del transpondedor (dB/K)

V_a : Ventaja de la antena (generalmente 1 dB)

M_{ll} : Margén para lluvia y apuntamiento (generalmente 1 dB)

El PIRE_{et} se puede calcular mediante la ecuación 2.19:

$$\text{PIRE}_{\text{et}} = 10 \log P_{\text{HPA}} + G_{\text{TX}} - L_p \quad (\text{dBW}) \quad (2.19)$$

donde:

- P_{HPA} : potencia en W del HPA
 G_{TX} : ganancia en transmisión de la antena (dBi)
 L_p : pérdidas en el alimentador

La ganancia de una antena parabólica, se puede conocer por medio de la ecuación 2.20.

$$G = (\pi D / \lambda)^2 \cdot n \quad (2.20)$$

donde:

- G : ganancia de la antena parabólica (adimensional)
 D : diámetro de la antena (m)
 λ : longitud de onda a la frecuencia de trabajo (m)
 n : rendimiento (se tomará para esta tesis del 66%)⁹

La pérdidas por espacio libre se pueden calcular mediante la ecuación 2.12.

La figura de mérito del transpondedor (G/T_s) y el $PIRE_s$ son parámetros propios de cada satélite. Para los satélites de INTELSAT, los datos del transpondedor se pueden consultar en el documento IESS¹⁰ 410.

Enlace descendente

El valor del ruido térmico del enlace descendente C/T_d , se puede obtener mediante la expresión 2.21.

$$C/T_d = PIRE_{sd} - L_{p_d} + G/T_{et} - M \quad [dBW/K] \quad (2.21)$$

⁹ Valor empírico de rendimiento utilizado para cálculos de ganancias de antenas parabólicas en la Subgerencia de Ingeniería de EMETEL

¹⁰ Intelsat Earth Station Standards

donde:

$PIRE_{sd}$: $PIRE_d$ del enlace descendente (dBW) más una ventaja de 2,5 dBW, considerando la más pequeña de las estaciones terrenas.

Lp_d : pérdidas del enlace descendente (dB)

G/T_{et} : figura de mérito de la estación terrena (dB/°K)

M : margen de apuntamiento, generalmente 1 dB

El PIRE del enlace descendente ($PIRE_d$) es:

$$PIRE_d = PIRE_{et} - L_{pu} + M_{ll} + G_1 - Fd + V_a + Boff + PIRE_s \quad (2.22)$$

donde:

$PIRE_{et}$: PIRE de la estación terrena (dBW)

L_{pu} : pérdidas por espacio libre del enlace ascendente (dB)

M_{ll} : margen por lluvia y apuntamiento (1 dB)

G_1 : ganancia de una antena de $1m^2$ (dBi/m²)

Fd : densidad de flujo de saturación del transpondedor al borde del haz (dBW/m²)

V_a : ventaja del enlace ascendente (dB)

$Boff$: "backoff" del satélite, diferencia de nivel de la salida respecto a la entrada (dB)

$PIRE_s$: PIRE del satélite (dBW).

El valor de G/T_{et} se puede calcular mediante la relación 2.23.

$$G/T_{et} = G_{RX} - 10 \cdot \log T_s \quad (2.23)$$

donde:

G_{RX} : ganancia en recepción de la estación terrena (dBi)

T_s : temperatura del satélite (°K)

G_{RX} se puede calcular con la ecuación 2.20. T_s vale 80 °K para antenas de diámetro menor a 7,5 m y 70 °K para antenas de diámetro mayor a 7,5 m.

2.3.5.3. Interferencia causada por intermodulación

Se produce intermodulación cuando se transmiten dos o más señales por un dispositivo no lineal. En un enlace por satélite, se debe tener en cuenta los efectos de la intermodulación siempre que se use un amplificador o un convertidor de frecuencias para trabajar con portadoras múltiples. Los amplificadores de alta potencia (HPA) de la estación terrena y el transpondedor del satélite normalmente funcionan en la modalidad de portadoras múltiples.

Los valores de C/T_{et} y C/T_s se pueden obtener con el uso del programa SSOG 600 de INTELSAT, como se ha hecho para el presente trabajo.

2.3.5.4. Interferencia cocanal

A fin de aumentar la capacidad de transmisión, muchos satélites reutilizan frecuencias por medio de haces separados en el espacio y polarizaciones ortogonales. Ello produce interferencia en la portadora deseada proveniente de las portadoras cocanales en la polarización ortogonal y en otros haces.

Al igual que las interferencias por intermodulación, la C/T_{cc} se puede obtener del programa SSOG 600 de INTELSAT.

2.3.5.5. Cálculo del enlace

Es un proceso iterativo en el que se debe variar los diámetros de las antenas y los valores de potencia de los HPA de las estaciones terrenas, hasta conseguir el valor de C/N_{tot} más cercano a 9,7 dB.

2.3.6. Sistemas de radio de baja capacidad

Son sistemas de radio de tipo analógico o digital que ofrecen una solución rápida y económica, ya sea para aplicaciones telefónicas rurales o para redes de telecomunicaciones dedicadas.¹¹

Son básicamente de 3 tipos:

- Sistemas de un solo canal de radioteléfono
- Multiacceso por división de frecuencia
- Multiacceso por división en el tiempo

2.3.6.1. Sistemas de un solo canal

Diseñados para áreas rurales que tienen una baja densidad de abonados. Cada estación está conectada a un intercambiador local a través de radio. El enlace consiste de un par de equipos terminales instalados tanto en el lado del abonado como del intercambiador.

Generalmente trabajan en la frecuencia de 250-470 MHz, con una potencia de salida de 5 a 20 W.

Estos sistemas no son adecuados para los objetivos de esta tesis, por su demasiada pequeña capacidad de transmisión.

2.3.6.2. Multiacceso por división en frecuencia

Un sistema de multiacceso puede proporcionar servicios a un número limitado de abonados dentro de un número común de canales. En una estación al existir una llamada, un canal libre es automáticamente buscado para establecer el

¹¹ JRC MULTIPLEX RADIO COMMUNICATION SYSTEM, Japan Radio Co. Ltd.

enlace.

El sistema de multiacceso por división en frecuencia (FDMA) es económicamente aplicado a una área rural donde un considerable número de abonados no está agrupado, sino esparcido y donde el número de canales disponible es limitado.

Trabajan en frecuencias entre 300 y 470 MHz. El número de canales de RF es de hasta 24.

Características que hacen a este servicio económico son el uso de antenas Yagi y de torres de construcción ligera, así como de un bajo consumo de potencia.

Estos sistemas constituyen una alternativa técnica adecuada para el presente trabajo. Debido a que los costos de los sistemas multiaccesos analógicos con los digitales son semejantes, se preferirá al uso de tecnología digital, por su mejor calidad.

2.3.6.3. Multiacceso por división en el tiempo

Este sistema es efectivo y económico para una área de servicio en la cual un considerable número de abonados está distribuido en grupos, cada uno consistente de 1 a 30 abonados

Se pueden conseguir equipos con capacidad entre 96 y 4000 abonados, dependiendo del fabricante. Los rangos de frecuencia utilizados están entre 1400 MHz y 2500 MHz. El número de canales telefónicos varía desde 15 hasta 60.

El equipo de multiplexación y señalización se puede situar en un sub-bastidor independiente a una distancia de hasta 8 km de la estación terminal del radio.

Un cable de 600 Ω normal equilibrado se utiliza para la conexión.

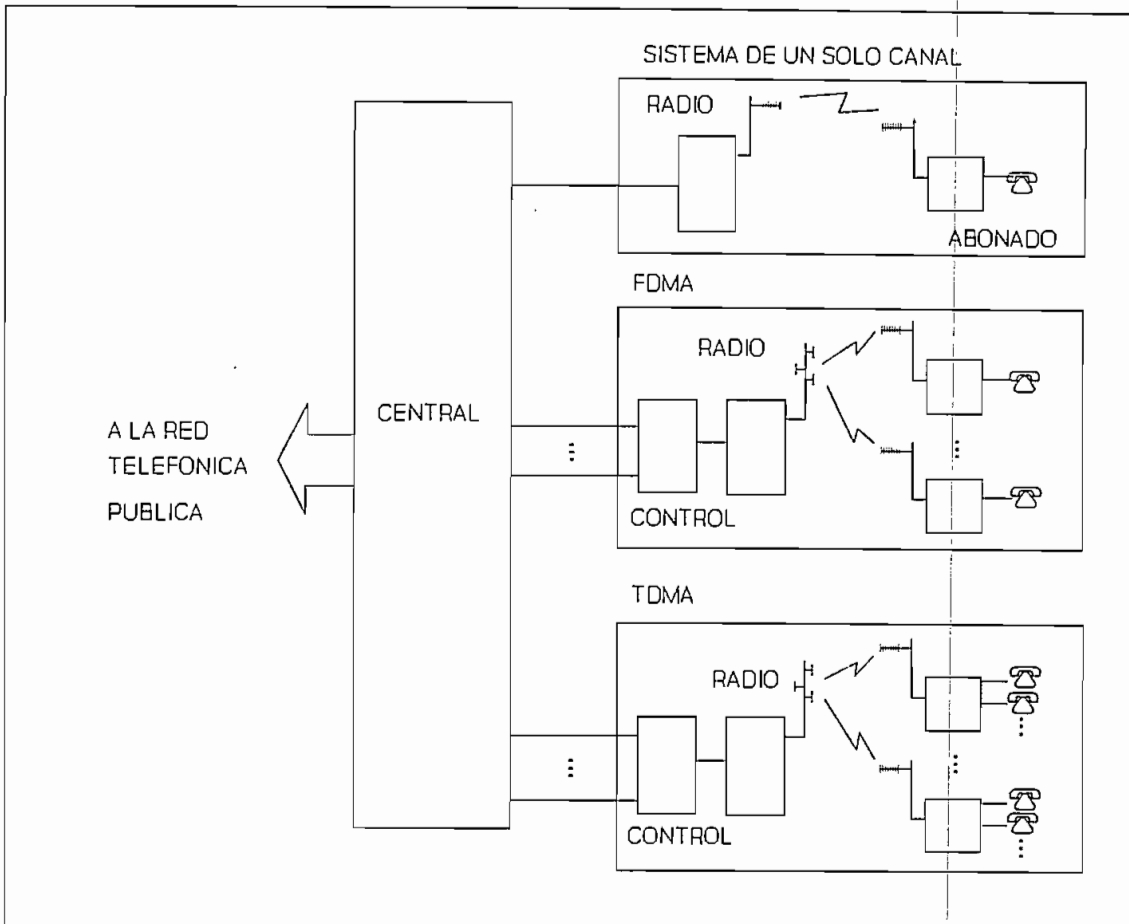


Gráfico 2.12 : Sistemas de radio de baja capacidad

El equipo de multiplexación y señalización permite la extracción, inserción o conexión de línea compartida de cualquier canal en cualquier estación repetidora o terminal. Solamente es objeto de demultiplexación el tráfico bifurcado, con lo que se asegura una alta calidad del canal extremo a extremo y un ahorro de hardware.

Generalmente los circuitos de multiplexación y señalización forman parte integral del terminal de radio.

2.4. PLANES DE EMETEL

En cuanto a la red troncal analógica, la infraestructura existente para la provincia de Zamora-Chinchipe consiste únicamente de una central analógica CPR 100 marca Siemens para 600 abonados. Dicha central se encuentra instalada en la población de Zamora.

Actualmente el enlace entre las ciudades de Zamora y Loja (centro de tránsito) se realiza a través de repetidoras ubicadas en el cerro Huachinchambo y el cerro El Consuelo. Esto se puede observar en el gráfico 2.13. Entre Zamora (centro de conmutación) y El Consuelo el enlace existente es de 300 canales y entre el Consuelo y Loja (centro de tránsito) es de 960.

En cuanto a la red troncal digital (gráfico 2.14) no existe ningún enlace, ni ninguna estación repetidora en construcción entre Loja y Zamora.

2.4.1. Proyecto DOMSAT

2.4.1.1. Introducción

INTELSAT, Organización Internacional de Telecomunicaciones por Satélite, integrada por más de 134 países, es propietaria del sistema mundial de comunicaciones por satélite que utilizan la mayoría de los países del mundo, con servicios de telecomunicaciones de gran calidad y confiabilidad. Muchos países también prestan servicios nacionales públicos de telecomunicaciones a través de satélites de INTELSAT¹².

Son tres los servicios básicos que proporciona INTELSAT: IDR, IBS e

¹² SISTEMAS DE TRANSMISION DIGITAL, Siemens Telecomunicazioni, 1990



RED TRONCAL ANALOGICA

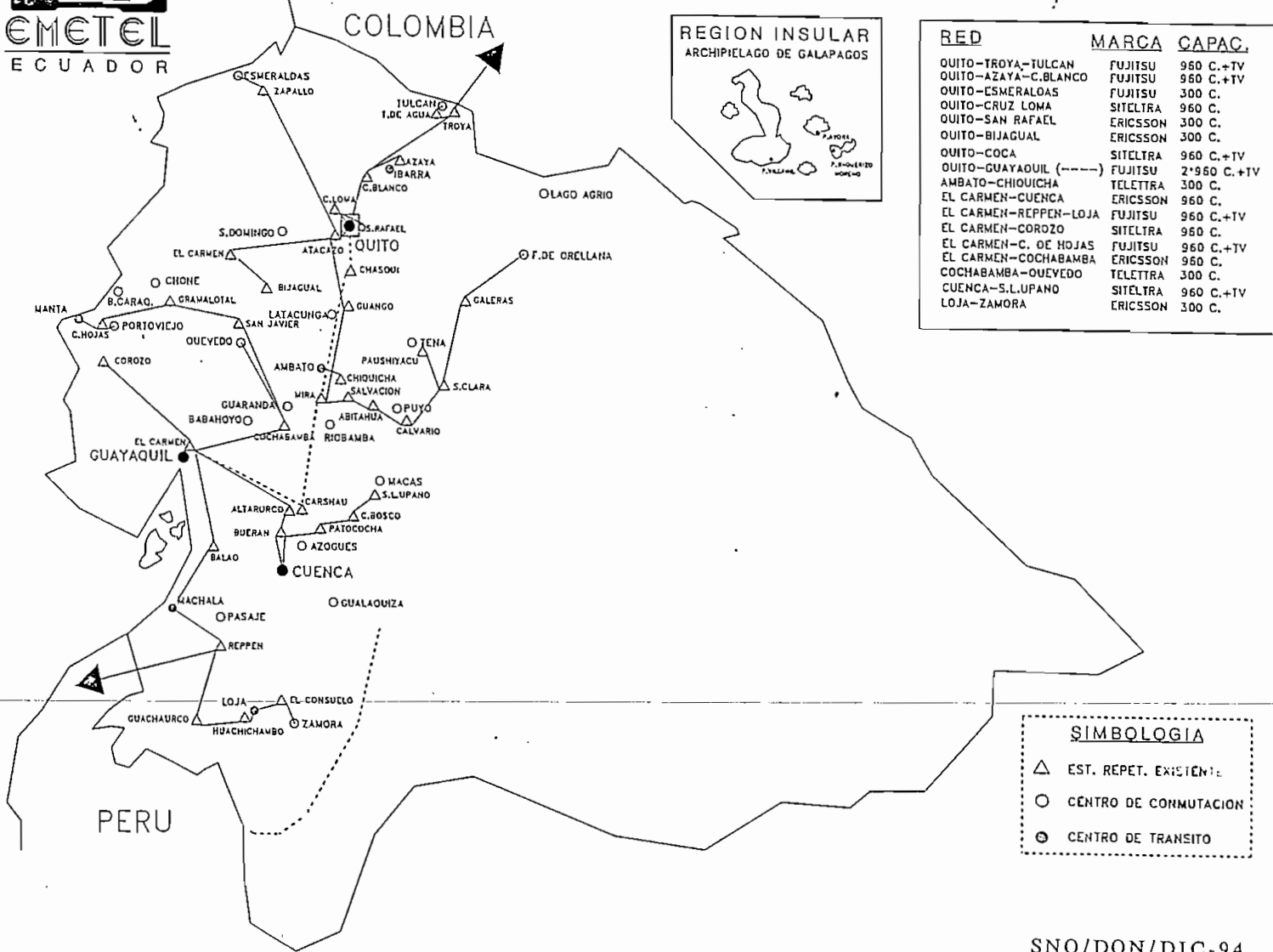


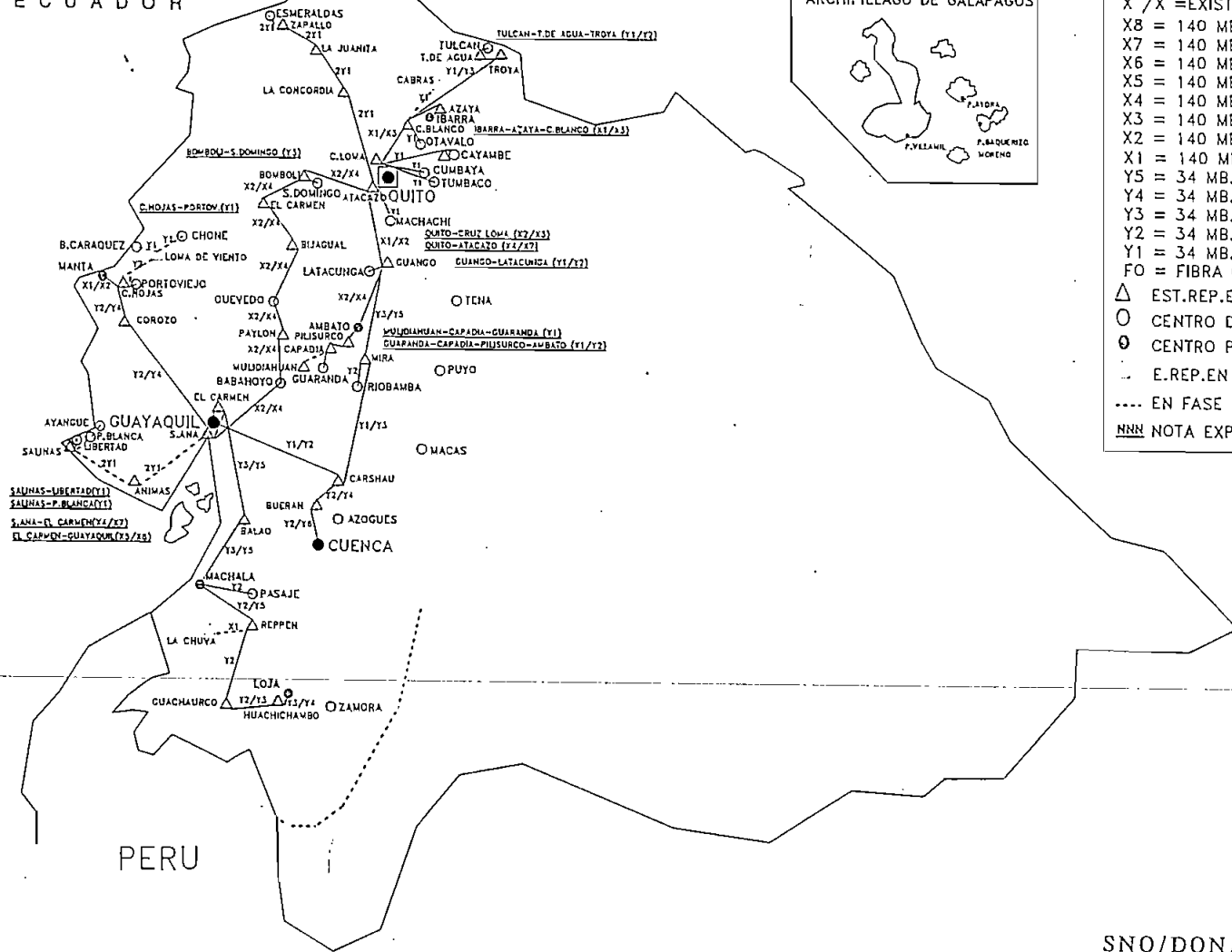
Gráfico 2.13: Red troncal analógica



RED TRONCAL DIGITAL

COLOMBIA

REGION INSULAR
ARCHIPIELAGO DE GALAPAGOS



LEYENDA

X / X = EXIST./AMPLIACION

X8 = 140 MB. (8+1)
 X7 = 140 MB. (7+1)
 X6 = 140 MB. (6+1)
 X5 = 140 MB. (5+1)
 X4 = 140 MB. (4+1)
 X3 = 140 MB. (3+1)
 X2 = 140 MB. (2+1)
 X1 = 140 MB. (1+1)
 Y5 = 34 MB. (5+1)
 Y4 = 34 MB. (4+1)
 Y3 = 34 MB. (3+1)
 Y2 = 34 MB. (2+1)
 Y1 = 34 MB. (1+1)
 FO = FIBRA OPTICA

△ EST.REP.EXISTENTE
 ○ CENTRO DE CONMUT.
 ⊙ CENTRO PRIMARIO
 - - - E.REP.EN CONSTRUCC.
 ---- EN FASE DE INSTALAC.
 NNN NOTA EXPLICATIVA

Gráfico 2.14: Red troncal digital

INTELNET¹³.

IDR es básicamente un enlace punto a punto, diseñado a cursar comunicaciones digitales entre redes telefónicas públicas conmutadas, a velocidades de información que oscilan entre 64 kbits/s y 36 Mbits/s. Las portadoras IDR suministran enlaces de calidad equivalente a la de RDSI¹⁴ a un solo destino o a destinos múltiples y se ciñen a todas las normas internacionales.

IBS son servicios digitales totalmente integrados, diseñados para satisfacer todas las necesidades empresariales de telecomunicaciones. Ofrecen cobertura y conectividad global y pueden usarse para las siguientes aplicaciones internacionales y nacionales:

- comunicaciones telefónicas
- transferencia de datos a alta y baja velocidad
- teleconferencias de audio y video
- transmisión de facsímil
- diseño y manufactura con ayuda de computadoras
- distribución electrónica de documentos
- transferencia electrónica de fondos
- distribución de programas de audio

Sin embargo, los IBS no pueden conectarse con la red telefónica pública internacional con conmutación. Ofrecen una gran variedad de velocidades de información, que van desde los 64 kbits/s hasta 8,448 Mbits/s, adecuadas para todos los tipos de servicios disponibles para los usuarios finales. Se pueden utilizar para aplicaciones comerciales internacionales y nacionales y se ofrecen

¹³ IDR : Intermediate Data Rate
IBS : International Business Services

¹⁴ RDSI : Red digital de servicios Integrados

en todo el mundo, no sujetos a interrupción y sin protección, por medio del sistema INTELSAT.

Los IBS pueden trabajar en redes abiertas y cerradas. Las redes abiertas se definen de tal modo que los usuarios pueden interconectar su propio equipo conforme a parámetros y normas de funcionamiento acordados. Las redes cerradas se definen con menor precisión y los usuarios pueden seleccionar una red idónea para sus necesidades específicas.

Las redes INTELNET, utilizan terminales de muy pequeña apertura (VSAT), que se instalan directamente en los terrenos de los usuarios y producen considerables ahorros en los costos de las comunicaciones de larga distancia y locales. La flexibilidad y el crecimiento de esta red son mucho mejores que los de las redes terrestres convencionales.

INTELNET fue diseñado para suministrar servicios de comunicaciones nacionales e internacionales para la distribución y recopilación de datos. INTELSAT ofrece dos tipos de servicios Intelnet: Intelnet I para la distribución de datos e Intelnet II para la recopilación de datos. Ambas se pueden combinar para ofrecer aplicaciones interactivas. Estos servicios se suministran por medio de microterminales en lugares remotos, conectadas por medio de un segmento espacial de INTELSAT a una estación terrena normalizada de gran tamaño que actúa de estación central.

2.4.1.2. Descripción

El Sistema Satelital Doméstico del Ecuador (DOMSAT) suministrará servicios de telecomunicaciones confiables y de alta calidad a 43 poblaciones rurales ubicadas, principalmente, en la Región Oriental del País, que se encuentran geográficamente apartadas y en las que el acceso por los medios terrestres de transmisión resulta difícil. Además se contará con una estación terrena

transportable móvil para ser utilizada en casos de emergencia, como desastres naturales¹⁵.

Básicamente el sistema prestará el servicio de telefonía; sin embargo se dispone de facilidades para prestar también los servicios de facsímil y de transmisión de datos de baja velocidad.

a. Configuración de la red

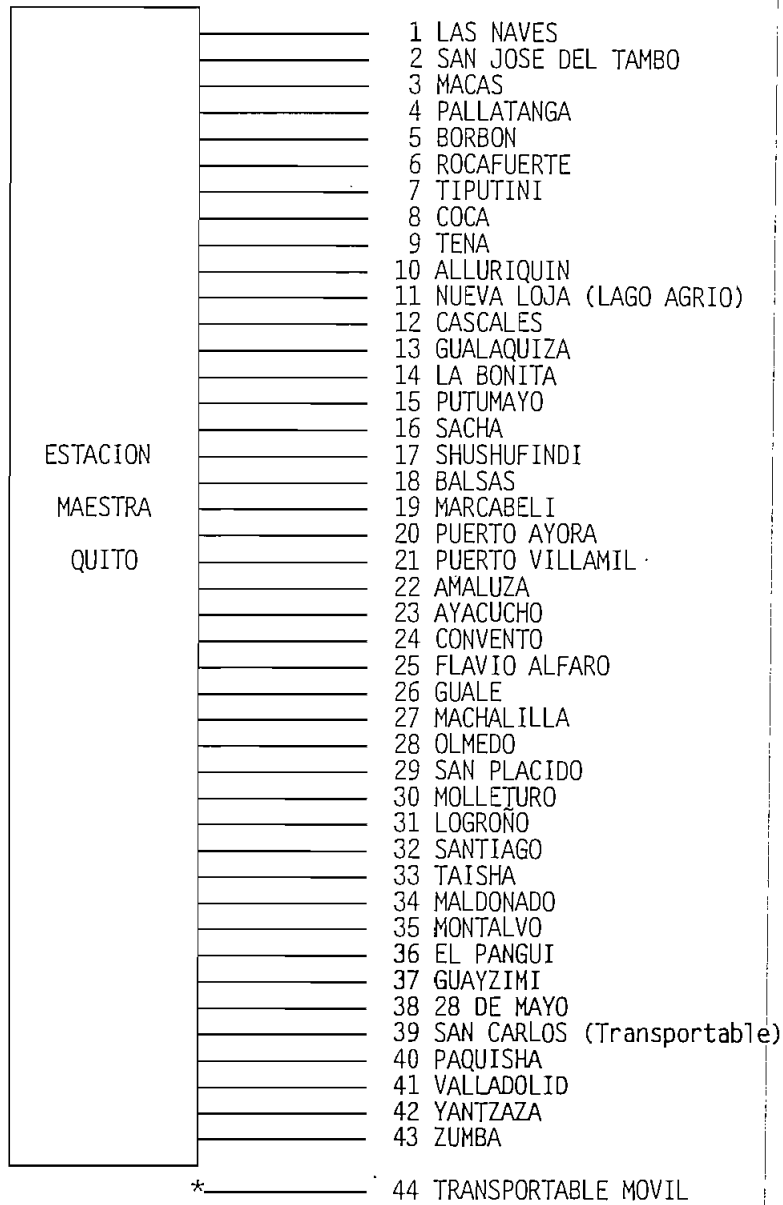
El sistema DOMSAT tendrá una configuración tipo estrella, con un nodo central ubicado en Quito y cuarenta y tres estaciones remotas, localizadas en las poblaciones rurales a las que se trata de servir. Las comunicaciones comerciales de las 43 poblaciones rurales, con el resto del país, se harán a través de la estación maestra ubicada en Quito, la que se conectará con la central de tránsito nacional. Además se incluye una estación terrena transportable móvil para labores de soporte o emergencia.

Se utilizará el satélite geostacionario INTELSAT VII. En el gráfico 2.15 se puede observar las poblaciones que van a ser servidas por el proyecto DOMSAT.

Para los servicios que básicamente se suministrarán por medio del sistema, se utilizarán esquemas de modulación con tecnología digital, combinadas con técnicas digitales de multiplicación de circuitos (DCME) y/o codificación de baja velocidad, con la posibilidad de transmitir hasta 4 circuitos (canal de voz + señalización), por cada canal de 64 Kbit/s.

"Las estaciones terrenas funcionarán como estaciones de área, para servir a

¹⁵ SISTEMA DOMSAT, EMETEL, 1992



negrilla: Poblaciones de la provincia de Zamora-Chinchipe servidas por DOMSAT

Gráfico 2.15 : Poblaciones a ser servidas por el proyecto DOMSAT

las localidades indicadas y a las comunidades aledañas¹⁶.

b. El segmento terrestre del Sistema

Las estaciones terrenas del sistema cumplen con las especificaciones mandatorias de INTELSAT para estaciones estándar "A" y "Z", (maestra y remotas, respectivamente), según se establece en los módulos IESS (INTELSAT EARTH STATION STANDARDS) respectivos, regulaciones de UIT, recomendaciones del CCITT y CCIR.

La información relacionada con los datos técnicos de las estaciones maestra y remotas, se indican en el cuadro 2.2.

TIPO DE ESTACION	MAESTRA	REMOTA 1	REMOTA 2	REMOTA 3
FIGURA DE MERITO G/T	35,0 dB/°K	28,0 dB/°K	26,0 dB/°K	24,0 dB/°K
DIAMETRO DE LAS ANTENAS	18 m	7,5 m	6,0 m	4,5 m
PERDIDAS DE APUNTAMIENTO EN EL ENLACE ASCENDENTE	0,5 dB	0,5 dB	0,5 dB	0,5 dB
PERDIDAS DE APUNTAMIENTO EN EL ENLACE DESCENDENTE	0,5 dB	0,5 dB	0,5 dB	0,5 dB
TRANSMISION: AISLAMIENTO POR POLARIZACION CRUZADA	30,5 dB	30,5 dB	30,5 dB	30,5 dB
RECEPCION: AISLAMIENTO POR POLARIZACION CRUZADA	30,5 dB	19,0 dB	19,0 dB	19,0 dB

Cuadro 2.2 : Parámetros de las estaciones terrenas

c. El segmento espacial

Como se indicó antes, el sistema estará operando con un satélite del tipo INTELSAT VII en un transpondedor de haz hemisférico de 72 MHz de ancho de banda, el cual nuestro país ya ha adquirido a INTELSAT. La duración del

¹⁶ SISTEMA DOMSAT, EMETEL, 1992

servicio se ha acordado con INTELSAT en 15 años.

Los parámetros de un transpondedor de 72 MHz de haz hemisférico de un satélite INTELSAT VII aparecen en el Cuadro 2.3¹⁷.

ANCHO BANDA DISPONIBLE	72 MHz
LOCALIZACION DEL SATELITE	310° LONGITUD ESTE
FRECUENCIA DEL ENLACE ASCENDENTE	6 GHz
FRECUENCIA DEL ENLACE DESCENDENTE	4 GHz
PIRE DISPONIBLE EN EL ENLACE DESCENDENTE	33,0 dBW
DENSIDAD DE FLUJO DE SATURACION	-73,0 dBW/m ²
SENSIBILIDAD DEL EQUIPO RECEPTOR	-7,5 dB/°K

Cuadro 2.3 : Parámetros de transmisión del satélite INTELSAT VII

d. Criterios de calidad para el sistema digital

Se ha tomado como criterio de diseño para el proyecto DOMSAT, los parámetros para portadoras IDR de INTELSAT, de acuerdo a la Recomendación 552-2, 614, 579-1 CCIR que se resumen a continuación:

- Para condiciones de cielo despejado: 10^{-7} BER (99.96 % del año).
- Para condiciones de cielo degradado: 10^{-3} BER (menos que 0.04 % del año).

¹⁷ Documento IESS-410

e. Capacidad del proyecto DOMSAT

La antena de la estación Maestra de Quito, será utilizada tanto para el tráfico doméstico como para el internacional, por lo tanto debe ser normalizada tipo "A".

Una vez que se encuentre en funcionamiento el sistema DOMSAT, se reorientará la antena actual de Galápagos al satélite INTELSAT VII, posición 329° E, por ser ésta una solución práctica y económica para cursar el tráfico doméstico de esta provincia.

En la etapa inicial del proyecto se incluye el tráfico internacional con cuatro (4) portadoras IDR hacia los Estados Unidos y su correspondiente retorno en el mismo transpondedor. Si EMETEL resuelve instalar la transmisión de Televisión en la estación maestra, una de estas portadoras IDR serán utilizadas para cursar el tráfico intraregional del Grupo Andino, caso contrario se adquirirá una portadora IDR adicional y todo su equipamiento conexo para este propósito.

En el cuadro 2.4 se presentan los datos de las portadoras IDR y de televisión

TIPO DE PORTADORA	VELOCIDAD DE INFORMACION	ANCHO BANDA OCUPADA	ANCHO BANDA ASIGNADA	C/N (dB)
IDR	64 kB/s	51,2 kHz	67,5 kHz	9,7
IDR	128 kB/s	102,4 kHz	135,5 kHz	9,7
IDR	512 kB/s	436,9 kHz	517,5 kHz	9,7
IDR	2048 kB/s	1720,0 kHz	2002,5 kHz	9,7
TV		15,75 MHz	17,5 MHz	10,0

Cuadro 2.4 : Criterios de calidad para portadoras IDR y TV

f. Plazo estimado de ejecución del contrato

Las estaciones terrenas del sistema DOMSAT deben ser entregadas en funcionamiento, en un plazo máximo de DIECIOCHO MESES contados a partir de la entrega por parte de EMETEL, el 28 de mayo de 1994, al contratista del Permiso de Importación legalizado y la Carta de Crédito confirmada. La fecha prevista para la entrega es por lo tanto noviembre de 1995.

2.5. ESTIMACION DE LA DEMANDA

Para la planificación de redes telefónicas debe disponerse necesariamente de previsiones, tanto de abonados como de tráfico. Esto permitirá que oportunamente se instalen y/o construyan los equipos de conmutación, transmisión, la infraestructura de planta externa y obras civiles, de acuerdo a los objetivos y a las previsiones realizadas.

"La previsión del número de abonados es una actividad extremadamente compleja y, en consecuencia, no se puede esperar que llegará a formularse ningún tipo de teoría o método general de previsión que corresponda a todas las necesidades particulares. Más bien se debe utilizar una combinación compleja de métodos sencillos."¹⁸

Entre los aspectos que determinan o intervienen en la demanda telefónica, sobresalen los socioeconómicos: contexto tecnológico, contexto político, cultura, factores económicos y demográficos y número de consumidores.

La previsión de la demanda telefónica se puede hacer a varios niveles: todo el país, por provincias, zonas urbanas y rurales, barrios, etc. Ya que las

¹⁸ Manual del GAS 10: DATOS DE PLANIFICACIÓN Y METODOS DE PREVISION Vol 1, CCITT

previsiones a cualquier nivel deben tener estrecha relación con los niveles superiores e inferiores, se utilizan fundamentalmente dos métodos para lograr dicha coherencia:

- Métodos descendentes: van de lo general a lo particular, es decir, se establecen previsiones al nivel más elevado (todo el país), las cuales se descomponen para las zonas geográficas menores.
- Métodos ascendentes: van de lo particular a lo general, es decir comienzan con previsiones para las zonas básicas, las cuales se van agregando para pasar a niveles más elevados.

En el caso de nuestro país, los métodos descendentes presentan las siguientes ventajas sobre los ascendentes:

- Algunos datos iniciales (Producto Interno Bruto per Cápita, ingresos y gastos por hogar, etc.) sólo están disponibles a nivel nacional. En muchos casos, en nuestro país, no existen datos para áreas elementales (provincias y parroquias).
- Los métodos descendentes son más confiables que los ascendentes, ya que los datos socioeconómicos a nivel nacional son menos propensos a error porque corresponden a un gran número de posibles usuarios, es decir funcionan los métodos estadísticos. En los métodos ascendentes intervienen fenómenos particulares, los cuales se anulan o compensan en los métodos del tipo descendente.
- En el caso de un país con recursos económicos limitados, como el nuestro, se debe establecer a nivel nacional un marco con objetivos de servicio generales. Esto permitirá una planificación tanto técnica como económica de los proyectos de telefonía en el país.

Por todo lo mencionado, se decidió seguir los métodos utilizados por EMETEL para pronosticar la demanda de servicio telefónico.

Estas razones determinan que para hacer la estimación de la demanda telefónica en la provincia de Zamora-Chinchipe, se deba hacer primero una estimación a nivel de nuestro país, la misma que se va repartiendo a nivel provincial, cantonal, hasta llegar a nivel de cabeceras parroquiales

Los resultados han sido corregidos, siguiendo los criterios de TELECONSULT, pero con una actualización de los parámetros, para conseguir una meta de densidad telefónica a nivel nacional, preestablecida por el autor para el presente trabajo de tesis.

2.5.1. Demanda de líneas principales

2.5.1.1. Métodos a nivel nacional

a. Correlación entre densidad telefónica y el producto interno bruto P.I.B

El producto interno bruto per cápita (P.I.B.P) es la variable más utilizada para la estimación de la demanda telefónica en un país.

Las previsiones de demanda, para el presente estudio, se han hecho para un período de 15 años, debido a que este valor se considera la vida útil de los equipos de conmutación y transmisión. Tomando en cuenta la fecha del presente estudio, las previsiones se harán para el año 2010. Esto ha hecho necesario proyectar el P.I.B.P para dicho año, utilizando el método de mínimos cuadrados. Se ha tomado los datos del P.I.B.P de TELECONSULT¹⁹ entre los

¹⁹ ESTUDIO DE DEMANDA, Vol II, Teleconsult, junio 1991.

años 1950 y 1983 y del Banco Central²⁰ entre 1983 y 1993, con lo que se ha conseguido una actualización del estudio hecho por TELECONSULT en 1991, que sólo tomaba los datos del P.I.B.P hasta el año de 1988.

La relación entre el P.I.B.P y el tiempo se considera una curva exponencial, como la siguiente:

$$\text{PIBP} = a \cdot e^{bt} \quad (2.24)$$

donde:

PIBP: P.I.B.P en el año t

La ec. 2.24 se puede escribir como:

$$\begin{aligned} \ln \text{PIBP} &= \ln (a \cdot e^{bt}) \\ \ln \text{PIBP} &= \ln a + bt \cdot \ln e \\ \ln \text{PIBP} &= \ln a + bt \end{aligned} \quad (2.25)$$

Haciendo:

$$\begin{aligned} y &= \ln \text{PIBP} \\ a_0 &= \ln a \\ a_1 &= b \\ x &= t \\ y &= a_0 + a_1 \cdot x \end{aligned} \quad (2.26)$$

Para una recta como 2.26, las ecuaciones de mínimos cuadrados son:

²⁰ INFORMACION ESTADISTICA MENSUAL, Dirección General de Estudios del Banco Central, diciembre 1994

$$\Sigma y = a_0 \cdot n + a_1 \cdot \Sigma x$$

$$\Sigma xy = a_0 \cdot \Sigma x + a_1 \cdot \Sigma x^2$$

$$a_0 = \frac{(\Sigma y)(\Sigma x^2) - (\Sigma x)(\Sigma xy)}{n\Sigma x^2 - (\Sigma x)^2} \quad (2.27)$$

$$a_1 = \frac{n \Sigma xy - (\Sigma x)(\Sigma y)}{n\Sigma x^2 - (\Sigma x)^2} \quad (2.28)$$

Aplicando los datos de P.I.B.P consultados y utilizando las ecuaciones del método de mínimos cuadrados, se llegó a los siguientes resultados:

$$\begin{aligned} n &= 45 \text{ (años considerados, desde 1950 hasta 1994)} \\ \Sigma x &= 1035 \text{ (la suma de los años tomados en consideración, 1950 es el año 1)} \\ \Sigma y &= 113,908 \text{ (la suma de los logaritmos naturales de los P.I.B.P)} \\ \Sigma(x^2) &= 31395 \\ (\Sigma x)^2 &= 1071225 \\ \Sigma(xy) &= 2801,883 \end{aligned}$$

de donde se obtienen las constantes a_0 y a_1 .

$$a_0 = 1,97978$$

$$a_1 = 0,02398$$

Por lo que la ecuación del P.I.B.P en función del tiempo es:

$$\ln \text{ PIBP} = 1.97978 + 0.02398 t \quad (2.29)$$

Con esta ecuación se recalcula el P.I.B.P, y estos datos serán usados en la estimación de la densidad nacional.

Los datos utilizados y los resultados se muestran en el cuadro 2.5.

De los resultados del cuadro 2.5, se observa que el crecimiento del P.I.B.P es menor que el obtenido del estudio de TELECONSULT, esto se debe a que el crecimiento del P.I.B.P ha sido un tanto menor al supuesto en dicho estudio.

b. Relación entre la densidad telefónica nacional y el P.I.B.P

Esta se representa mediante una relación logarítmica lineal entre dos variables, la densidad telefónica (D: líneas principales en servicio por cada 100 habitantes) y el P.I.B.P.

La ecuación es de la forma:

$$D = a.PIBP^b \quad (2.30)$$

$$\log D = \log a + b \log PIBP \quad (2.31)$$

donde:

D : densidad telefónica

PIBP : producto interno bruto per cápita (a precios constantes de 1975)

a y b : constantes que toman en cuenta datos históricos

Haciendo:

$$x = \log PIBP$$

$$y = \log D$$

$$a_0 = \log a$$

No.	AÑO	PIBP DATOS	PIBP CALCULADO
1	1950	7.462	7.417
2	1951	7.407	7.597
3	1952	8.039	7.781
4	1953	8.09	7.970
5	1954	8.612	8.164
6	1955	8.754	8.362
7	1956	8.788	8.565
8	1957	8.856	8.772
9	1958	8.834	8.985
10	1959	8.984	9.203
11	1960	9.198	9.427
12	1961	9.376	9.656
13	1962	9.534	9.890
14	1963	9.433	10.13
15	1964	9.817	10.376
16	1965	9.822	10.628
17	1966	9.746	10.886
18	1967	10.087	11.15
19	1968	10.164	11.42
20	1969	10.077	11.698
21	1970	10.398	11.981
22	1971	10.714	12.272
23	1972	11.892	12.57
24	1973	14.462	12.875
25	1974	14.942	13.188
26	1975	15.31	13.508
27	1976	16.247	13.836
28	1977	16.818	14.171
29	1978	17.421	14.515
30	1979	17.828	14.868
31	1980	18.172	15.228
32	1981	18.352	15.598
33	1982	18.041	15.977
34	1983	17.035	16.364
35	1984	17.729	16.761
36	1985	18.03	17.168
37	1986	18.129	17.585
38	1987	16.631	18.012
39	1988	17.943	18.449
40	1989	17.569	18.897
41	1990	17.686	19.355
42	1991	18.153	19.825
43	1992	18.382	20.306
44	1993	18.345	20.799
45	1994	18.656	21.304

No.	AÑO	PIBP DATOS	PIBP CALCULADO
46	1995		21.821
47	1996		22.35
48	1997		22.893
49	1998		23.448
50	1999		24.017
51	2000		24.600
52	2001		25.197
53	2002		25.809
54	2003		26.435
55	2004		27.077
56	2005		27.734
57	2006		28.407
58	2007		29.097
59	2008		29.803
60	2009		30.526
61	2010		31.267

Cuadro 2.5: Proyección del PIBP a nivel nacional.

$$a_1 = b$$

Se tiene:

$$y = a_0 + a_1 x \quad (2.32)$$

Tomando los datos de densidad telefónica a nivel nacional para los períodos 1963-1985²¹ y 1986-1993²², los datos de P.I.B.P calculados (cuadro 2.5) y aplicando nuevamente el método de los mínimos cuadrados, se obtuvo los siguientes resultados:

$$\Sigma x = 36,0159 \text{ (suma de los logaritmos de los P.I.B.P)}$$

$$\Sigma y = 11,2905 \text{ (suma de los logaritmos de las densidades)}$$

$$\Sigma(x^2) = 42,1123$$

$$\Sigma(xy) = 13,7687$$

Con lo que se obtienen las constantes:

$$a_0 = -2,4488$$

$$a_1 = 2,42127$$

Por lo tanto la expresión es:

$$\log D = -2.4488 + 2.42127 \log \text{PIBP} \quad (2.33)$$

Con esta expresión se calcula la densidad para cada año, los resultados se muestran en el cuadro 2.6. El valor de densidad telefónica nacional proyectado para el año 2010 es de 14,83. Este dato difiere del propuesto por TELECONSULT de 18,67 para el mismo año, ya que tanto el P.I.B.P como la

²¹ Datos de TELECONSULT

²² Datos obtenidos en la Subgerencia General de Planificación de EMETEL

No.	AÑO	PIBP CALCULADO	DENSIDAD DATOS	DENSIDAD CALCULADA
1	1963	10.13	0.86	0.968
2	1964	10.376	0.91	1.026
3	1965	10.628	0.93	1.088
4	1966	10.886	0.99	1.153
5	1967	11.15	1.08	1.222
6	1968	11.42	1.2	1.295
7	1969	11.698	1.37	1.372
8	1970	11.981	1.48	1.454
9	1971	12.272	1.75	1.541
10	1972	12.57	1.87	1.633
11	1973	12.875	1.97	1.724
12	1974	13.188	2.08	1.834
13	1975	13.508	2.27	1.943
14	1976	13.836	2.44	2.06
15	1977	14.171	2.48	2.183
16	1978	14.515	2.6	2.314
17	1979	14.868	2.75	2.452
18	1980	15.228	2.8	2.599
19	1981	15.598	2.89	2.754
20	1982	15.977	3.02	2.918
21	1983	16.364	2.99	3.093
22	1984	16.761	3.03	3.278
23	1985	17.168	3.13	3.474
24	1986	17.585	3.3	3.681
25	1987	18.012	3.7	3.902
26	1988	18.449	4	4.135
27	1989	18.897	4.4	4.382
28	1990	19.355	4.4	4.644
29	1991	19.825	4.6	4.922
30	1992	20.306	4.9	5.216
31	1993	20.799	5.3	5.528
32	1994	21.304		5.858
33	1995	21.821		6.208
34	1996	22.350		6.579
35	1997	22.893		6.972
36	1998	23.448		7.389
37	1999	24.017		7.831
38	2000	24.600		8.299
39	2001	25.197		8.795
40	2002	25.809		9.321
41	2003	26.435		9.879
42	2004	27.077		10.469
43	2005	27.734		11.094
44	2006	28.407		11.758
45	2007	29.097		12.461
46	2008	29.803		13.206
47	2009	30.526		13.995
48	2010	31.267		14.832

Cuadro 2.6: Proyección de la densidad telefónica nacional en función del PIBP.

densidad telefónica han tenido un crecimiento más lento que el supuesto por TELECONSULT.

La proyección de población de nuestro país indica que en el año 2.010 habrán 17'066.642 habitantes, proyectando para dicho año la densidad telefónica de 14,83, se tendrá 2'530.983 líneas principales en todo el Ecuador.

2.5.1.2. Método a nivel provincial: relación entre líneas principales y población

Datos históricos demuestran que las provincias con mayor número de habitantes, tienen mayor número de líneas principales que aquellas con un menor número de habitantes. Además, las provincias con menor población y un menor desarrollo telefónico, tienden a igualar éste con el de las provincias más pobladas²³.

La relación entre las variables población²⁴ y líneas principales, según estudios de EMETEL, se da mediante una ecuación del tipo:

$$\log LP = a + b \log P \quad (2.34)$$

donde:

LP : líneas principales

P : población

La existencia de líneas principales, en función de la población tiene distinto

²³ Ing. Luis Lasso, MEMORIA SOBRE EL ESTUDIO DE DEMANDA TELEFONICA 1985-2010, IETEL, 1987

²⁴ Idem 22

tratamiento para la población concentrada que para la dispersa.

a. Líneas principales y población concentrada

EMETEL, para la determinación de las ecuaciones de líneas principales para la población concentrada a nivel provincial, tomó los datos de población y líneas principales en el año de 1990, y mediante el método de mínimos cuadrados determinó la ecuación²⁵:

$$\log LP = -2.2047 + 1,1841 \log P \quad (2.35)$$

Entonces, EMETEL supone que en el año 2050 el país habrá alcanzado un desarrollo telefónico tal, que la densidad será independiente de la población y que la población concentrada tendrá una densidad de 45 por cada 100 habitantes.

$$\log LP = -0.348 + \log P \quad (2.36)$$

La ecuación de EMETEL, solamente para la población concentrada a nivel provincial para el año 2010, la obtuvo proyectando una ecuación intermedia entre las de 1990 y 2050:

$$\log LP = -1,5858 + 1,1227 \log P \quad (2.37)$$

Los resultados de líneas principales correspondientes a la población concentrada nacional, proyectada al año 2010 se encuentran en el cuadro 2.7.

En el literal c. de este punto se realizará una corrección de estos resultados, con el fin de cumplir los objetivos de densidad planteados para esta tesis.

²⁵ Los datos de población proyectada hasta el año 2010, se tomaron del Documento SGP-11-Nov-87, IETEL

PROVINCIA	POBLACION CONCENTRADA	L.P ²⁶ 2010	FACTOR ²⁷ CORRECCION	L.P CORREGIDAS	DENSIDAD 2010
Carchi	105126	11274	1.287	14510	13.80
Imbabura	231069	27295	1.287	35129	15.20
Pichincha	3201274	522067	1.287	671901	20.99
Cotopaxi	116930	12705	1.287	16352	13.98
Tungurahua	297898	36303	1.287	46722	15.68
Bolívar	55159	5466	1.287	7035	12.75
Chimborazo	202302	23510	1.287	30258	14.96
Cañar	103122	11033	1.287	14200	13.77
Azuay	449478	57610	1.287	74145	16.50
Loja	316383	38841	1.287	49989	15.80
Esmeraldas	395217	49862	1.287	64173	16.24
Manabí	971398	136852	1.287	176129	18.13
Los Ríos	525398	68643	1.287	88344	16.81
Guayas	4497297	764661	1.287	984119	21.88
El Oro	675539	91023	1.287	117147	17.34
Napo	71468	7310	1.287	9408	13.16
Sucumbios	62164	6251	1.287	8046	12.94
Pastaza	52422	5162	1.287	6644	12.67
Morona Santiago	80076	8306	1.287	10690	13.35
Zamora Chinchipe	78982	8179	1.287	10527	13.33
Galápagos	23416	2089	1.287	2689	11.48
TOTAL	12512118	1894442		2438157	

Cuadro 2.7: Líneas principales (población concentrada) a nivel provincial (2010)

b. Líneas principales y población dispersa.

EMETEL estimó para el año 1990 una densidad telefónica para la población dispersa de 0,3.

La ecuación de EMETEL para la población dispersa a nivel provincial, en el año 2.010, es:

$$\log LP = -1,8015 + \log P \quad (2.38)$$

Esto significa que la población dispersa, independientemente de la población, en el año 2010 tendrá un densidad de 1,58. Este valor se ha determinado como

²⁶ Valor obtenido al aplicar la fórmula 2.37 a la población dispersa

²⁷ Factor de corrección que se verá en el literal c. del punto 2.5.1.2

un objetivo de densidad tomando en cuenta el desarrollo de otros países más desarrollados. En el cuadro 2.8 se encuentran los resultados del cálculo de líneas principales correspondientes a la población dispersa nacional en el año 2.010. De igual manera que para la población concentrada, en el literal c. se realizará una corrección de resultados para la población dispersa.

PROVINCIA	POBLACION DISPERSA	L. P ²⁸ 2010	FACTOR ²⁹ CORRECCION	L. P CORREGIDAS	DENSIDAD 2010
Carchi	65274	1031	1.287	1327	2.03
Imbabura	141912	2242	1.287	2886	2.03
Pichincha	597655	9440	1.287	12150	2.03
Cotopaxi	293093	4630	1.287	5959	2.03
Tungurahua	225435	3561	1.287	4584	2.03
Bolívar	125143	1977	1.287	2545	2.03
Chimborazo	220497	3483	1.287	4483	2.03
Cañar	172399	2723	1.287	3505	2.03
Azuay	296585	4685	1.287	6030	2.03
Loja	186615	2948	1.287	3795	2.03
Esmeraldas	139866	2210	1.287	2845	2.03
Manabí	492494	7779	1.287	10012	2.03
Los Ríos	340965	5386	1.287	6932	2.03
Guayas	534618	8444	1.287	10868	2.03
El Oro	125491	1983	1.287	2553	2.03
Napo	120048	1897	1.287	2442	2.03
Sucumbíos	84719	1339	1.287	1724	2.03
Morona Santiago	101818	1609	1.287	2071	2.03
Zamora Chinchipe	88680	1401	1.287	1804	2.03
Galápagos	573	10	1.287	13	2.27
Zona no delimitada	200644	3170	1.287	4080	2.03
TOTAL	4554524	71948		92608	

**Cuadro 2.8: Líneas principales (población dispersa)
a nivel provincial (2010)**

c. Corrección de resultados en el año 2010

Los resultados de la aplicación de las fórmulas a la población concentrada y dispersa de las provincias del país, deberán ser corregidos para tener en el año

²⁸ Valor obtenido al aplicar la densidad de 1,58 a la población dispersa.

²⁹ Factor encontrado en el literal c. del punto 2.5.1.2

2.010 un total de 2'530.983 líneas principales, de acuerdo al objetivo de densidad nacional planteado para esta tesis. El factor de corrección se da por la relación:

$$f = \frac{2'530.983}{(a + b)} \quad (2.39)$$

donde:

a : LP población concentrada (fórmula de EMETEL)

b : LP población dispersa (fórmula EMETEL)

Los datos de EMETEL según las fórmulas (2.37) y (2.38), aplicadas a todas las provincias del país, dan 1'894.442 líneas principales para la población concentrada (cuadro 2.7) y 71.948 para la población dispersa (cuadro 2.8). Esto da un factor de corrección de 1,287.

Por lo tanto los resultados de las fórmulas 2.37 y 2.38 deben ser multiplicados por el factor 1,287. Esto significa que para la provincia de Zamora-Chinchipe los valores ajustados son: 10.527 líneas principales concentradas y 1.804 líneas principales dispersas, en el año 2010, a nivel provincial. Estos valores serán los utilizados para el presente trabajo de tesis.

d. Determinación de la densidad a nivel provincial en el año 1995.

Para determinar la densidad telefónica a nivel provincial, para un año cualquiera entre 1990 y 2010 , se utiliza la fórmula de tendencia geométrica³⁰.

$$dn = d1 (1 + A)^{n-1990} \quad (2.40)$$

³⁰ Documento SGP-022/01, junio de 1987, EMETEL

donde:

d_n : densidad en el año n

d_1 : densidad en el año 1, en el presente caso: 1990

A : tasa de crecimiento

n : año n

El factor A se encuentra, despejándolo de la ecuación 2.40 para el año 2010, mediante la siguiente procedimiento:

$$d_2 = d_1 (1 + A)^{z-1990}$$

donde:

d_2 : densidad en el año 2010

z : año final del estudio, en el presente caso: 2010

$$\log d_2 = \log [d_1 (1 + A)^{z-1990}]$$

$$\log d_2 = \log d_1 + (z - 1990) \log (1 + A)$$

$$\log (1 + A) = \frac{\log d_2 - \log d_1}{z - 1990}$$

Sea:

$$x = \log d_2 - \log d_1$$

Entonces:

$$(1 + A) = 10^{x/(z-1990)}$$

$$A = 10^{x/(z-1990)} - 1$$

(2.41)

El año intermedio que interesa para el presente estudio es 1995, ya que determina la demanda actual de servicio.

Los valores de d_1 se obtuvieron de datos de EMETEL (densidades reales para el año 1990). Los valores de d_2 se tomaron de los cuadros 2.7 y 2.8. A dichos datos se aplicaron las ecuaciones 2.40 y 2.41, y los resultados se encuentran en el cuadro 2.9 y 2.10.

PROVINCIA	POBLACION CONCENTRADA	D1 CONCENTRADA 1990	D2 CONCENTRADA 2010	Dn CONCENTRADA 1995	LP CONCENTRADA 1995
Carchí	91087	5.42	13.8	6.85	6237
Imbabura	204368	5.77	15.2	7.35	15023
Pichincha	1705671	12.37	20.99	14.12	240811
Cotopaxí	97786	6.39	13.98	7.77	7600
Tungurahua	221707	7.56	15.68	9.07	20115
Bolívar	53668	4.5	12.75	5.84	3134
Chimborazo	168934	8.58	14.96	9.86	16656
Cañar	81555	4.54	13.77	5.99	4887
Azuay	296937	7.91	16.5	9.51	28228
Loja	221988	6.23	15.8	7.86	17453
Esmeraldas	200838	6.63	16.24	8.29	16659
Manabí	605399	4.93	18.13	6.83	41332
Los Ríos	300479	5.97	16.81	7.73	23238
Guayas	2419528	8.29	21.88	10.57	255658
El Oro	379989	5.51	17.34	7.34	27887
Napo	36495	3.73	13.16	5.11	1866
Sucumbíos	31744	3.73	12.94	5.09	1616
Pastaza	25766	5.64	12.67	6.90	1780
Morona Santiago	41456	5.62	13.35	6.98	2893
Zamora Chinchipe	47895	2.76	13.33	4.09	1960
Galápagos	10254	4.26	11.48	5.46	560
TOTAL	7243544				735593

**Cuadro 2.9: Proyección de densidad (pob. concentrada)
a nivel provincial (1995)**

e. Corrección de resultados en el año 1995

El total de población ecuatoriana para el año 1995 es de 11'481.801. El total de líneas principales (sumando las correspondientes a la población concentrada y a la población dispersa) es de 756.110. Esto determina que la densidad

nacional en 1995 sería de 6,585, pero este valor debe ajustarse a la densidad nacional proyectada por el P.I.B.P, que según el cuadro 2.6, para 1995 es 6,208. Esto determina que el factor de corrección es de 0,9427. Las líneas principales para la provincia de Zamora Chinchipe, para la fecha presente del estudio serán:

$$\text{población concentrada} = 1960 * 0,9427 = 1848$$

$$\text{población dispersa} = 258 * 0,9427 = 244$$

PROVINCIA	POBLACION DISPERSA	D1 ³¹ DISPERSA 1990	D2 DISPERSA 2010	Dn DISPERSA 1995	LP DISPERSA 1995
Carchi	78038	0.30	2.03	0.48	378
Imbabura	121110	0.30	2.03	0.48	586
Pichincha	360796	0.30	2.03	0.48	1746
Cotopaxi	239573	0.30	2.03	0.48	1160
Tungurahua	214854	0.30	2.03	0.48	1040
Bolívar	149523	0.30	2.03	0.48	724
Chimborazo	260572	0.30	2.03	0.48	1261
Cañar	143682	0.30	2.03	0.48	696
Azuay	306404	0.30	2.03	0.48	1483
Loja	242098	0.30	2.03	0.48	1172
Esmeraldas	165052	0.30	2.03	0.48	799
Manabí	616735	0.30	2.03	0.48	2985
Los Ríos	331802	0.30	2.03	0.48	1606
Guayas	513378	0.30	2.03	0.48	2485
El Oro	114399	0.30	2.03	0.48	554
Napo (Sucumbios)	146244	0.30	2.03	0.48	708
Pastaza	22728	0.30	2.03	0.48	110
Morona Santiago	72513	0.30	2.03	0.48	351
Zamora Chinchipe	53266	0.30	2.03	0.48	258
Galápagos	1358	0.30	2.27	0.50	7
Zonas no delimitadas	84132	0.30	2.03	0.48	408
TOTAL	4238257				20517

**Cuadro 2.10: Proyección de densidad (pob. dispersa)
a nivel provincial (1995)**

2.5.1.3. Método a nivel de cantones

a. Población concentrada

Es el mismo procedimiento básico que a nivel provincial, pero en este caso se

³¹ Densidad considerada en el literal b. del punto 2.5.1.2

clasifican a los cantones en cuatro tipos, de acuerdo a su grado de desarrollo, existiendo una ecuación para cada tipo. La clasificación de los cantones se puede ver en el cuadro 2.11. La densidad a tomar en cuenta es la que tuvieron las parroquias en el año de 1990.

Todos los cantones de la provincia de Zamora-Chinchipe son del tipo 1, debido a que la densidad telefónica es menor que 2, a excepción del cantón Zamora que por ser capital de provincia es de tipo 4.

TIPO	CARACTERISTICA
1	densidad telefónica en 1990 entre $0 < D < 2$
2	densidad telefónica en 1990 entre $2 < D < 5$
3	densidad telefónica en 1990 $D > 5$
4	cabecera cantonal que es capital provincial

Cuadro 2.11 : Clasificación de cantones y cabeceras parroquiales

Las ecuaciones de EMETEL para la población concentrada en el año 1990 son las siguientes:

ALTERNATIVA:

$$1. \text{Log LP} = - 2,1030 + 1,1537 \log P \quad (2.42)$$

$$2. \text{Log LP} = - 1,4742 + 1,0456 \log P \quad (2.43)$$

$$3. \text{Log LP} = - 1,7025 + 1,106 \log P \quad (2.44)$$

$$4. \text{Log LP} = - 1,7761 + 1,1287 \log P \quad (2.45)$$

Los resultados de aplicar las ecuaciones 2.42 y 2.45 a la población concentrada de la provincia a nivel de cantones para 1990, se encuentran en el cuadro 2.12. Debe tomarse en cuenta que los valores de densidad proyectada no tienen que ver con los valores de densidad que determinan la clasificación de las

parroquias.

Las ecuaciones de EMETEL para la población concentrada en el año 2010 son las siguientes:

ALTERNATIVA:

$$1. \text{Log LP} = - 1,518 + 1,1025 \log P \quad (2.46)$$

$$2. \text{Log LP} = - 1,0988 + 1,0304 \log P \quad (2.47)$$

$$3. \text{Log LP} = - 1.251 + 1,0707 \log P \quad (2.48)$$

$$4. \text{Log LP} = - 1,3001 + 1,0858 \log P \quad (2.49)$$

CANTON	POBLACION CONCENTRADA 1990	TIPO	L.P. CONC. 1990	D1 1990
ZAMORA	24022	4	1474	6.14
CHINCHIPE	4862	1	142	2.92
NANGARITZA	992	1	23	2.32
YACUAMBI	2257	1	59	2.61
YANTAZA	6213	1	188	3.03
EL PANGUI	1404	1	34	2.42
TOTAL	39750		1920	

Cuadro 2.12: Líneas principales (pob. concentrada) a nivel cantonal (1990)

Los resultados de aplicar las ecuaciones 2.46 y 2.49 a la población concentrada de la provincia en el año 2010 se encuentran en el cuadro 2.14.

b. Población dispersa

EMETEL determina que para 1990 al igual que a nivel provincial, la densidad para la población dispersa sea 0,3. Los resultados se ven en el cuadro 2.13.

CANTON	POBLACION DISPERSA 1990	L.P DISPERSA 1990	D1 1990
ZAMORA	18381	56	0.30
CHINCHIPE	6710	21	0.30
NANGARITZA	1827	6	0.30
YACUAMBI	3317	10	0.30
YANTZAZA	8003	25	0.30
EL PANGUI	5071	16	0.30
TOTAL	43309	134	

Cuadro 2.13: Líneas principales (pob. dispersa) a nivel cantonal (1990)

CANTON	POBLACION CONCENTRADA 2010	TIPO	L.P CONCENTRADA 2010	FACTOR CORRECCION	L.P CORREGIDAS	DENSIDAD 2010
ZAMORA	45225	4	5685	1.272	7232	15.99
CHINCHIPE	9478	1	736	1.272	937	9.89
NANGARITZA	2354	1	159	1.272	203	8.62
YACUAMBI	3377	1	236	1.272	301	8.91
YANTZAZA	15571	1	1271	1.272	1617	10.38
EL PANGUI	2977	1	206	1.272	263	8.83
TOTAL	78982		8293		10553	13.36

Cuadro 2.14: Líneas principales (pob. concentrada) a nivel cantonal (2010)

La ecuación 2.38 determina que todos los cantones tengan una densidad telefónica de 1,58 para la población dispersa en el año 2.010. Los resultados se encuentran en el cuadro 2.15.

c. Corrección para el año 2010

Los valores obtenidos, tanto de población concentrada (con las ec. 2.46 y 2.49), como dispersa (con la ec. 2.38) a nivel cantonal (cuadros 2.14 y 2.15), deberán ser corregidos con un factor para la provincia de Zamora:

CANTON	POBLACION DISPERSA 2010	L.P ³² DISPERSA 2010	FACTOR ³³ CORRECCION	L.P CORREGIDAS	DENSIDAD 2010
ZAMORA	43636	690	1.272	878	2.01
CHINCHIPE	7632	121	1.272	154	2.02
NANGARITZA	4336	69	1.272	88	2.03
YACUAMBI	5351	85	1.272	109	2.04
YANTAZA	16971	269	1.272	343	2.02
EL PANGUI	10754	170	1.272	217	2.02
TOTAL	88680	1404		1789	2.02

**Cuadro 2.15: Líneas principales (pob. dispersa) 2010
a nivel cantonal (2010)**

$$f = \frac{12.331^{34}}{(a + b)} \quad (2.50)$$

donde:

a : LP población concentrada cantonal (fórmula de EMETEL)

b : LP población dispersa cantonal (fórmula EMETEL)

De los cuadros 2.14 y 2.15, las líneas principales concentradas y dispersas de la provincia son 8.293 y 1.404. Por lo tanto el factor de corrección determinado por la ec. 2.50 es 1,272. Los resultados respectivos se han añadido a los cuadros correspondientes.

La población total a nivel cantonal para el año 2010 se presenta en el cuadro 2.16.

³² Obtenido con el valor de densidad de 1,58

³³ Su cálculo se muestra en el literal c. del punto 2.5.1.3.

³⁴ Resultado de las líneas principales corregidas de los cuadros 2.7 y 2.8

CANTON	L.P CONCENTRADA 2010	L.P DISPERSA 2010	L.P TOTALES 2010
ZAMORA	7232	878	8110
CHINCHIPE	937	154	1091
NANGARITZA	203	88	291
YACUAMBI	301	109	410
YANTZAZA	1617	343	1960
EL PANGUI	263	217	480
TOTAL	10553	1789	12342

Cuadro 2.16: Líneas principales (pob. total) a nivel cantonal (2010)

d. Determinación de la densidad cantonal en el año 1995

Se utiliza las ecuaciones 2.40 y 2.41. Los datos de d_1 provienen de los cuadros 2.12 y 2.13 y los datos de d_2 de los cuadros 2.14 y 2.15. La densidad proyectada se muestra en el cuadro 2.17 para la población concentrada y el cuadro 2.18 para la población dispersa, con este valor se calcula el número de líneas principales.

CANTON	POBLACION CONCENTRADA 1995	D1 1990	D2 2010	Dn 1995	L.P CONCENTRADA 1995	FACTOR CORRECCION	L.P CORREGIDAS
ZAMORA	28356	6.14	15.99	7.80	2211	0.648	1433
CHINCHIPE	5976	2.92	9.89	3.96	237	0.648	154
NANGARITZA	1271	2.32	8.62	3.22	41	0.648	27
YACUAMBI	2528	2.61	8.91	3.55	90	0.648	59
YANTZAZA	8013	3.03	10.38	4.12	330	0.648	214
EL PANGUI	1751	2.42	8.83	3.35	59	0.648	39
TOTAL	47895				2968		1926

Cuadro 2.17: Líneas principales (pob. concentrada) a nivel cantonal (1995)

CANTON	POBLACION DISPERSA 1995	D1 1990	D2 2010	Dn 1995	L.P DISPERSA 1995	FACTOR CORRECCION	L.P CORREGIDAS
ZAMORA	23561	0.30	2.01	0.48	114	0.648	74
CHINCHIPE	7261	0.30	2.02	0.48	36	0.648	24
NANGARITZA	2341	0.30	2.03	0.48	12	0.648	8
YACUAMBI	3798	0.30	2.04	0.48	19	0.648	13
YANTZAZA	9981	0.30	2.02	0.48	49	0.648	32
EL PANGUI	6324	0.30	2.02	0.48	31	0.648	21
TOTAL	53266				261		172

**Cuadro 2.18: Líneas principales (población dispersa)
1995 a nivel cantonal**

e. Corrección de resultados en el año 1995

Los resultados deben ser corregidos, para tener un total de 2092 líneas principales (resultados del punto c. de 2.5.2.2).

$$f = \frac{2.092}{(a + b)} \quad (2.51)$$

donde:

a : LP concentrada cantonal = 2968 (cuadro 2.17)

b : LP población dispersa = 261 (cuadro 2.18)

Por lo que el factor resulta ser 0,648. Los resultados corregidos se han añadido a los cuadros correspondientes.

Las líneas principales totales a nivel cantonal requeridas para el año de 1995 se muestran en el cuadro 2.19.

CANTON	L.P CONCENTRADA 1995	L.P DISPERSA 1995	L.P TOTALES 1995
ZAMORA	1433	74	1507
CHINCHIPE	154	24	178
NANGARITZA	27	8	35
YACUAMBI	59	13	72
YANTZAZA	214	32	246
EL PANGUI	39	21	60
TOTAL	1926	172	2098

**Cuadro 2.19: Líneas principales (población total)
1995 a nivel cantonal**

2.5.1.4. Método a nivel parroquial

Es muy similar al método provincial y cantonal.

a. Población concentrada

Utiliza la misma clasificación del cuadro 2.11, por lo que todas las parroquias serán del tipo 1, a excepción de la parroquia de Zamora, que por ser capital de la provincia es tipo 4 y de las cabeceras cantonales que son de tipo 2.

Las ecuaciones de EMETEL para el año de 1990 son:

$$1. \text{Log LP} = -1,5229 + \log P \quad (2.52)$$

$$2. \text{Log LP} = -0,8879 + 0,8955 \log P \quad (2.53)$$

$$3. \text{Log LP} = -1,1278 + 1,0028 \log P \quad (2.54)$$

$$4. \text{Log LP} = -1,4467 + 1,0751 \log P \quad (2.55)$$

Los resultados de aplicar las ecuaciones 2.52, 2.53 y 2.55 a la población concentrada de las parroquias en el año 1990 se hallan en el cuadro 2.20.

CANTON	PARROQUIA	POBLACION	TIPO	L. P	DENSIDAD
ZAMORA	Zamora	24022		1098	4.57
	Zamora	9141	4	649	7.10
	Cumbaratza	1248	1	38	3.04
	Guadalupe	325	1	10	3.08
	Imbana	337	1	11	3.26
	Paquisha	581	1	18	3.10
	Sabanilla	125	1	4	3.20
	Timbara	99	1	3	3.03
	Zumbi	2166	1	65	3.00
Nambija	10000	1	300	3.00	
CHINCHIPE	Zumba	4862		232	4.77
	Zumba	3190	2	178	5.58
	Chito	186	1	6	3.23
	El Chorro	201	1	7	3.48
	El Porvenir	196	1	6	3.06
	La Chonta	147	1	5	3.40
	Palanda	458	1	14	3.06
	Pucapamba	83	1	3	3.61
Valladolid	401	1	13	3.24	
NANGARITZA	Guayzimi	992		63	6.35
	Guayzimi	992	2	63	6.35
YACUAMBI	28 de Mayo	2257		88	3.90
	28 de Mayo	481	2	33	6.86
	La Paz	1242	1	38	3.06
	Tutupali	534	1	17	3.18
YANTZAZA	Yantzaza	6213		303	4.88
	Yantzaza	5019	2	267	5.32
	Chicaña	266	1	8	3.01
	Encuentros	928	1	28	3.02
EL PANGUI	El Panguí	1404		86	6.13
	El Panguí	1404	2	86	6.13
TOTAL		39750		1870	4.70 ³⁵

**Cuadro 2.20: Líneas principales (población concentrada)
1990 a nivel parroquial**

³⁵ La densidad total es la relación entre las líneas principales y la población total

Las ecuaciones de EMETEL para el año de 2010 son:

$$1. \text{ Log LP} = - 1,1313 + \text{ log P} \quad (2.56)$$

$$2. \text{ Log LP} = - 0,7079 + 0,9303 \text{ log P} \quad (2.57)$$

$$3. \text{ Log LP} = - 0,8679 + 1,0019 \text{ log P} \quad (2.58)$$

$$4. \text{ Log LP} = - 1,0805 + 1,0501 \text{ log P} \quad (2.59)$$

Los resultados de aplicar las ecuaciones 2.56, 2.57 y 2.59 a la población concentrada de las parroquias en el año 2010 se hallan en el cuadro 2.21.

b. Población dispersa.

La densidad para la población dispersa a nivel parroquial en el año 1990 es 0,3. Los resultados de aplicar esta densidad a la población parroquial dispersa se hallan en el cuadro 2.22.

También la densidad de la población dispersa a nivel parroquial en el año 2010 es de 1,58. Los resultados correspondientes a aplicar esta densidad a la población dispersa parroquial de la provincia en el año 2010 se encuentran en el cuadro 2.23.

c. Corrección para el año 2010

De igual manera que a los niveles provincial y cantonal, los resultados a nivel parroquial se deben corregir, para tener una densidad a nivel nacional de 14,83 en el año 2010. Se calcularon seis factores de corrección para las parroquias de los seis cantones. Los factores tendrán la siguiente forma.

$$f = \frac{a}{(b + c)} \quad (2.60)$$

CANTON	PARROQUIA	POBLACION	L.P	DENSIDAD
ZAMORA		18381	58	
	Zamora	1710	6	0.351
	Cumbaratza	4595	14	0.305
	Guadalupe	2901	9	0.310
	Imbana	1620	5	0.309
	Paquisha	1791	6	0.335
	Sabanilla	294	1	0.340
	Timbara	1302	4	0.307
Zumbi	4168	13	0.312	
CHINCHIPE		6710	25	
	Zumba	2823	9	0.319
	Chito	496	2	0.403
	El Chorro	65	1	1.538
	El Porvenir	751	3	0.399
	La Chonta	165	1	0.606
	Palanda	1596	5	0.313
	Pucapamba	64	1	1.563
Valladolid	750	3	0.400	
NANGARITZA		1827	6	
	Guayzimi	1827	6	0.328
YACUAMBI		3317	11	
	28 de Mayo	1541	5	0.324
	La Paz	1242	4	0.322
	Tutupali	534	2	0.375
YANTZAZA		8003	26	
	Yantzaza	3845	12	0.312
	Chicaña	1818	8	0.330
	Encuentros	2340	8	0.342
El PANGUI		5071	16	
	El Panguí	5071	16	0.316
TOTAL		43309	142	0.328

**Cuadro 2.21: Líneas-principales (población dispersa)
1990 a nivel parroquial**

CANTON	PARROQUIA	POBLAC.	TIPO	L.P	L.P CORREG.	DENSIDAD	1,2*TRAFICO DE ORIGEN*	TRAFICO SALIENTE	TRAFICO ENTRANTE	TRAFICO TOTAL
ZAMORA	✓ Zamora	45225		4852	7099	15.70	221.450	118.79	119.42	238.21
	✓ Cumbaratza	23642	4	3254	4758	20.13	145.300	67.43	72.41	139.84
	✓ Guadalupe	2961	1	219	321	10.84	8.961	6.57	5.79	12.36
	✓ Imbana	771	1	57	84	10.89	2.342	2.03	1.60	3.62
	✓ Paquisha	801	1	60	88	10.99	2.448	2.11	1.67	3.77
	✓ Sabanilla	1378	1	102	150	10.89	4.183	3.39	2.80	6.18
	✓ Timbara	296	1	22	33	11.15	0.915	0.88	0.63	1.51
	✓ Zumbi	235	1	18	27	11.49	0.742	0.73	0.51	1.24
	✓ Nambija	5141	1	380	556	10.82	15.531	10.54	9.70	20.24
			10000	1	740	1082	10.82	41.029	25.11	24.31
CHINCHIPE	Zumba	9478		941	968	10.21	27.420	19.16	17.02	36.18
	✓ Chito	7575	2	797	817	10.79	22.837	14.62	13.86	28.47
	✓ El Chorro	212	1	16	17	8.02	0.515	0.53	0.36	0.88
	✓ El Porvenir	229	1	17	18	7.86	0.548	0.56	0.38	0.93
	✓ La Chonta	223	1	17	18	8.07	0.544	0.56	0.38	0.93
	✓ Palanda	167	1	13	14	8.38	0.419	0.44	0.29	0.72
	✓ Pucapamba	521	1	39	40	7.68	1.226	1.15	0.85	2.00
	✓ Valladolid	95	1	8	9	9.47	0.260	0.28	0.18	0.46
		456	1	34	35	7.68	1.073	1.02	0.74	1.76
NANGARITZA	Guayzimi	2354		269	231	9.81	6.618	5.07	4.35	9.42
		2354	2	269	231	9.81	6.618	5.07	4.35	9.42
YACUAMBI	28 de Mayo	3377		278	313	9.27	9.09	7.60	6.13	13.73
	✓ La Paz	512	2	65	73	14.29	1.917	1.69	1.31	3.00
	✓ Tutupali	2003	1	149	168	8.38	5.019	4.01	3.35	7.35
		862	1	64	72	8.36	2.157	1.90	1.48	3.37
YANTAZA	Yantzaza	15571		1508	1663	10.68	46.58	28.68	27.44	56.11
	✓ Chicaña	13039	2	1320	1456	11.17	40.343	23.50	23.24	46.73
	✓ Encuentros	564	1	42	46	8.21	1.393	1.29	0.96	2.25
		1968	1	146	161	8.18	4.849	3.89	3.24	7.12
EL PANGUI	El Panguí	2977		221	271	9.12	7.931	5.95	5.17	11.12
		2977	2	221	271	9.12	7.931	5.95	5.17	11.12
TOTAL		78982		8069	10546	13.35	319.100	185.25	179.55	364.80

Cuadro 2.22: Líneas principales (población concentrada)
2010 a nivel parroquial

³⁶ Las definiciones y los métodos para el cálculo del tráfico de origen, saliente y entrante, se verá en el punto 2.5.2

CANTON	PARROQUIA	POBLAC.	L.P	L.P CORREG.	DENSIDAD	1.2*T.D	TRAFICO SALIENTE	TRAFICO ENTRANTE	TRAFICO TOTAL
ZAMORA	Zamora	43636	694	1015	2.33		33.00	27.26	60.25
	Zamora	4059	65	95	2.34	3.823	3.27	2.60	5.86
	Cumbaratza	10908	173	253	2.32	10.189	7.72	6.67	14.39
	Guadalupe	6887	109	159	2.31	6.422	5.16	4.29	9.45
	Imbana	3846	61	89	2.32	3.593	3.09	2.45	5.54
	Paquisha	4252	68	99	2.34	3.999	3.40	2.71	6.11
	Sabanilla	699	12	18	2.51	0.698	0.71	0.48	1.19
	Timbara	3091	49	72	2.32	2.886	2.55	1.97	4.52
Zumbi	9894	157	230	2.32	9.246	7.09	6.08	13.17	
CHINCHIPE	Zumba	7632	124	127	1.66		5.28	3.67	8.95
	Zumba	3211	51	52	1.63	2.208	2.02	1.52	3.53
	Chito	564	9	9	1.63	0.389	0.42	0.27	0.69
	El Chorro	74	2	2	2.77	0.080	0.10	0.05	0.15
	El Porvenir	854	14	14	1.68	0.604	0.63	0.42	1.04
	La Chonta	188	3	3	1.63	0.129	0.16	0.09	0.24
	Palanda	1816	29	30	1.64	1.255	1.22	0.87	2.08
	Pucapamba	72	2	2	2.84	0.079	0.10	0.05	0.15
	Valladolid	853	14	14	1.68	0.604	0.63	0.42	1.04
NANGARITZA	Guayzimi	4336	69	59	1.37		2.31	1.76	4.07
	Guayzimi	4336	69	59	1.37	2.559	2.31	1.76	4.07
YACUAMBI	28 de Mayo	5351	86	97	1.81		3.86	2.79	6.65
	28 de Mayo	2486	40	45	1.81	1.879	1.75	1.30	3.04
	La Paz	2003	32	36	1.80	1.505	1.43	1.04	2.47
	Tutupali	862	14	16	1.83	0.657	0.68	0.45	1.13
YANTZAZA	Yantzaza	16971	269	296	1.75		10.52	8.42	18.94
	Yantzaza	8154	129	142	1.74	5.966	4.86	4.00	8.86
	Chicaña	3856	61	67	1.74	2.821	2.51	1.93	4.44
	Encuentros	4961	79	87	1.76	3.650	3.15	2.49	5.63
EL PANGUI	El Panguí	10754	170	209	1.94		6.70	5.70	12.40
	El Panguí	10754	170	209	1.94	8.632	6.70	5.70	12.40
	TOTAL	88680	1412	1803	2.03		61.66	49.60	111.30

**Cuadro 2.23: Líneas principales (población dispersa)
2010 a nivel parroquial**

donde:

a = LP corregidas totales de cada cantón (datos del punto 2.5.2.3)

b = LP población concentrada total de cada cantón mediante fórmulas de EMETEL (cuadro 2.22)

c = Lp población dispersa total de cada cantón mediante fórmulas de EMETEL (cuadro 2.23)

En el cuadro 2.24 se encuentran los factores obtenidos para cada cantón y que se aplican a las parroquias en los cuadros 2.22 y 2.23 para obtener las líneas principales para el año 2010.

CANTON	a	b	c	FACTOR
ZAMORA	8110	4852	694	1.462
CHINCHIPE	1091	941	124	1.024
NANGARITZA	291	269	69	0.861
YACUAMBI	410	278	86	1.126
YANTAZA	1960	1508	269	1.103
EL PANGUI	480	221	170	1.228

Cuadro 2.24: Factores de corrección para las parroquias año 2010

d. Determinación de la densidad parroquial en el año 1995

Se utiliza las ecuaciones 2.40 y 2.41. Los datos de d1 provienen de los cuadros 2.20 y 2.21 y los datos de d2 de los cuadros 2.22 y 2.23. La densidad proyectada se muestra en el cuadro 2.25 para la población concentrada y en el cuadro 2.26 para la población dispersa, con este valor se calcula el número de líneas principales.

CANTON	PARROQUIA	POBLAC.	O1 1990	O2 2010	O _n 1995	L.P 1995	L.P CORREG.	DENSIDAD CORREG.	1.2*T.O	T.S	T.E	T.T
ZAMORA	Zamora	28356				1794	1412		58.11	40.37	36.24	76.61
	Zamora	12101	7.10	20.13	9.21	1115	875	7.23	37.81	23.94	22.82	46.76
	Cumbaratza	1599	3.04	10.84	4.18	67	53	3.31	2.00	1.83	1.38	3.20
	Guadalupe	416	3.08	10.89	4.22	18	15	3.61	0.56	0.58	0.38	0.96
	Imbana	433	3.26	10.99	4.42	20	16	3.70	0.59	0.61	0.41	1.01
	Paquisha	744	3.10	10.89	4.24	32	26	3.49	0.97	0.96	0.67	1.62
	Sabanilla	160	3.20	11.15	4.37	7	6	3.75	0.22	0.25	0.15	0.39
	Timbara	127	3.03	11.49	4.23	6	5	3.94	0.18	0.21	0.12	0.33
	Zumbi	2776	3.00	10.82	4.13	115	91	3.28	3.45	2.96	2.34	5.30
	Nambija	10000	3.00	10.82	4.13	414	325	3.25	12.33	9.03	7.97	16.99
CHINCHIPE	Zumba	5976				353	164		6.40	5.79	4.32	10.11
	Zumba	4166	5.58	10.79	6.58	275	124	2.98	4.79	3.96	3.23	7.19
	Chito	202	3.23	8.02	4.05	9	5	2.48	0.20	0.23	0.13	0.36
	El Chorro	217	3.48	7.86	4.27	10	5	2.30	0.20	0.23	0.14	0.36
	El Porvenir	212	3.06	8.07	3.90	9	5	2.36	0.20	0.23	0.13	0.36
	La Chonta	159	3.40	8.38	4.26	7	4	2.52	0.16	0.19	0.11	0.29
	Palanda	496	3.06	7.68	3.85	20	9	1.81	0.38	0.41	0.26	0.66
	Pucapamba	90	3.61	9.47	4.59	5	3	3.33	0.11	0.14	0.07	0.21
	Valladolid	434	3.24	7.68	4.02	18	9	2.07	0.37	0.40	0.25	0.65
NANGARITZA	Guayzimi	1271	6.35	9.81	7.08	90	33	2.60	1.31	1.25	0.90	2.15
	Guayzimi	1271	6.35	9.81	7.08	90	33	2.60	1.31	1.25	0.90	2.15
YACUAMBI	28 de Mayo	2528				122	66		2.569	2.56	1.775	4.33
	28 de Mayo	494	6.86	14.29	8.24	41	22	4.45	0.78	0.78	0.54	1.31
	La Paz	1422	3.06	8.38	3.94	56	30	2.11	1.23	1.19	0.85	2.03
	Tutupali	612	3.18	8.36	4.05	25	14	2.29	0.57	0.59	0.39	0.98
YANTZAZA	Yantzaza	8013				476	231		8.93	7.26	5.94	13.21
	Yantzaza	6523	5.32	11.17	6.40	418	202	3.10	7.74	6.03	5.12	11.15
	Chicaña	332	3.01	8.21	3.87	13	7	2.11	0.29	0.32	0.19	0.51
	Encuentros	1158	3.02	8.18	3.87	45	22	1.90	0.91	0.91	0.63	1.54
EL PANGUI	El Panguí	1751	6.13	9.12	6.77	119	52	2.97	2.01	1.84	1.38	3.21
	El Panguí	1751	6.13	9.12	6.77	119	52	2.97	2.01	1.84	1.38	3.21
TOTAL		47895				2954	1958	4.09	79.33	57.24	49.18	106.40

Cuadro 2.25: Líneas principales (población concentrada)
2010 a nivel parroquial

CANTON	PARROQUIA	POBLAC.	D1 1990	D2 2010	Dn 1995	L.P 1995	L.P CORREG.	1.2*T.O	T.S	T.E	T.T
ZAMORA		23561				127	104	6.274	6.523	4.314	10.83
	Zamora	2191	0.351	2.34	0.56	13	11	0.661	0.708	0.454	1.16
	Cumbaratza	5890	0.305	2.32	0.51	30	24	1.451	1.440	1.003	2.44
	Guadalupe	3719	0.310	2.31	0.51	20	16	0.966	0.998	0.666	1.66
	Imbana	2077	0.309	2.32	0.51	11	9	0.543	0.593	0.371	0.96
	Paquiasha	2296	0.335	2.34	0.54	13	11	0.662	0.709	0.454	1.16
	Sabanilla	377	0.340	2.51	0.56	3	3	0.177	0.213	0.117	0.33
	Timbara	1669	0.307	2.32	0.51	9	8	0.482	0.531	0.328	0.85
Zumbi	5342	0.312	2.32	0.52	28	22	1.330	1.331	0.919	2.25	
CHINCHIPE		7261				44	23	1.391	1.642	0.920	2.56
	Zumba	3055	0.319	1.63	0.48	15	7	0.428	0.477	0.290	0.76
	Chito	537	0.403	1.63	0.57	4	2	0.121	0.150	0.078	0.22
	El Chorro	70	1.538	2.77	1.78	2	1	0.057	0.075	0.035	0.11
	El Porvenir	813	0.399	1.68	0.57	5	3	0.182	0.218	0.120	0.33
	La Chonta	179	0.606	1.63	0.78	2	1	0.060	0.079	0.037	0.11
	Palanda	1727	0.313	1.64	0.47	9	5	0.304	0.350	0.205	0.55
	Pucapamba	69	1.563	2.84	1.81	2	1	0.057	0.075	0.035	0.11
	Valladolid	811	0.400	1.68	0.57	5	3	0.182	0.218	0.120	0.33
NANGARITZA		2341	0.328	0.33	0.33	8	3	0.184	0.221	0.121	0.34
	Guayzimi	2341	0.328	0.33	0.33	8	3	0.184	0.221	0.121	0.34
YACUAMBI		3798				14	9	0.549	0.657	0.362	1.01
	28 de Mayo	1764	0.324	0.32	0.32	6	4	0.244	0.286	0.163	0.44
	La Paz	1422	0.322	0.32	0.32	5	3	0.183	0.220	0.121	0.34
	Tutupali	612	0.375	0.38	0.38	3	2	0.121	0.151	0.078	0.22
YANTAZA		9981				33	17	1.042	1.1801	0.704	1.88
	Yantzaza	4795	0.312	0.31	0.31	15	8	0.491	0.541	0.334	0.87
	Chicaña	2268	0.330	0.33	0.33	8	4	0.245	0.287	0.163	0.45
	Encuentros	2918	0.342	0.34	0.34	10	5	0.307	0.352	0.206	0.55
EL PANGUI		6324				20	9	0.553	0.603	0.378	0.98
	El Panguí	6324	0.316	0.32	0.32	20	9	0.553	0.603	0.378	0.98
	TOTAL	53266	0.328	0.33	0.33	246	165	9.993	10.826	6.798	17.62

Cuadro 2.26: Líneas principales (población dispersa)
1995 a nivel parroquial

e. Corrección de los resultados en el año 1995

Los resultados deben ser corregidos, para tener las líneas principales totales por cantón, resultados del cuadro 2.19.

$$f = \frac{a}{(b + c)} \quad (2.61)$$

donde:

- a : LP corregidas totales de cada cantón (datos del cuadro 2.19)
- b : LP población concentrada total de cada cantón mediante fórmulas de EMETEL (cuadro 2.25)
- c : LP población dispersa total de cada cantón mediante fórmulas de EMETEL (cuadro 2.26)

Los factores encontrados se encuentran en el cuadro 2.27 y se aplican a las líneas principales en los cuadros 2.24 y 2.25. Los valores de líneas principales corregidos son los considerados como demanda actual de la provincia de Zamora Chinchipe.

2.5.2. Tráfico telefónico

El método de EMETEL básicamente utiliza como zona elemental de tráfico un cantón. Se usan ecuaciones del CCITT, pero con coeficientes ajustados en ciertos casos para que los resultados reflejen las mediciones de tráfico hechas por EMETEL en las regiones.

CANTON	a	b	c	FACTOR
ZAMORA	1507	1794	127	0.784
CHINCHIPE	178	353	44	0.448
NANGARITZA	35	90	8	0.357
YACUAMBI	72	122	14	0.529
YANTAZA	246	476	33	0.483
EL PANGUI	60	119	20	0.432

Cuadro 2.27: Factores de corrección para las parroquias año 1995

a. Tipo de cantón

Los cantones del Ecuador, en general se clasifican en cinco grupos, basándose en las recomendaciones del CCITT y su aplicabilidad al país³⁷.

En el cuadro 2.28 se describen las clasificaciones tanto del CCITT como la adoptada por EMETEL para el Ecuador.

b. Tráfico de origen por línea principal

El CCITT da la siguiente definición del tráfico de origen: "Tráfico generado por fuentes situadas dentro de la red considerada, cualquiera que sea su destino"³⁸.

El tráfico de origen (T_o) por línea principal se calcula utilizando la recomendación CCITT-24840, pero con ciertos factores de corrección, ya que EMETEL ha determinado, mediante mediciones de tráfico en centrales de nuestro país, que los valores obtenidos con las ecuaciones son muy altos. Las

³⁷ Los criterios del pronóstico de tráfico se han tomado del Documento SGP-022/01 de EMETEL

³⁸ CCITT, libro Azul. II.3, rec. E.600 pag, 162

ecuaciones del CCITT y los factores de corrección se presentan en el cuadro 2.29.

TIPO DE CANTON	CLASIFICACION CCITT	CLASIFICACION PARA EL ECUADOR (P = HAB. AÑO 2.000)
1	Centro Administrativo (centro territorial)	$p > 1'000.000$
2	Capital (ciudad)	$60.000 < p < 1'000.000$
3	Ciudad de provincias (población de mediana importancia)	$20.000 < p < 60.000$
4	Pequeña localidad industrial. (aldea agrícola con importante instalación industrial)	$5.000 < p < 20.000$
5	Pequeña localidad rural (aldea agrícola)	$p < 5.000$

Cuadro 2.28 : Clasificación de zonas de tráfico

El cálculo del tráfico de origen (T_o) permite dimensionar los órganos internos de una central y determinar el tráfico saliente y entrante con lo que se puede determinar el número de canales de larga distancia para cada parroquia.

Como no existen ecuaciones propias para la determinación del tráfico de origen por línea principal a nivel de parroquias, se utilizaron las correspondientes a cantones, vistas en el cuadro 2.29. Se utilizó el mismo criterio visto en el cuadro 2.28 para la determinación del tipo de parroquia, en función de la población.

TIPO DE CANTON	FACTOR DE AJUSTE	ECUACION CCITT	
1	0.74	$X (0.056 + 0.083 X 0.912^D)$	(2.62)
2	0.77	$X (0.048 + 0.061 X 0.889^D)$	(2.63)
3	0.81	$X (0.036 + 0.047 X 0.890^D)$	(2.64)
4	0.86	$X (0.025 + 0.035 X 0.904^D)$	(2.65)
5	1	$X (0.020 + 0.020 X 0.846^D)$	(2.66)

Cuadro 2.29 : Tráfico de origen de acuerdo al tipo de población

La fórmula 2.66 se ha aplicado para todas las parroquias (población concentrada) de la provincia, que son del tipo 5, a excepción de las parroquias: Zamora, Yantzaza, Zumba, que sobrepasan los 5000 habitantes en el año 2000 y por lo tanto son del tipo 4 y por lo tanto se aplica la fórmula 2.65. Para la población dispersa toda la población es de tipo 5.

Como criterio se sobredimensiona el tráfico de origen en un 20%. Este valor permite tener un margen de seguridad y es un valor fruto de la experiencia³⁹.

En los cuadros 2.12, 2.13, 2.14 y 2.15 se encuentran los cálculos de esta variable.

c. Proporción de tráfico originado y terminado por categoría de tráfico

El CCITT, da las siguientes definiciones⁴⁰:

³⁹ Valor sugerido en la Subgerencia de Planificación de EMETEL

⁴⁰ Idem (28)

- **Tráfico entrante:** "Tráfico generado por fuentes exteriores a la red considerada y que entra en esta red, cualquiera que sea su destino"
- **Tráfico saliente:** "Tráfico que cualquiera que haya sido su origen, sale de la red considerada y está destinado a sumideros externos a dicha red"

Las variaciones de las proporciones de tráfico durante el período 1985-2010, en base al tráfico de origen, se calculan según la fórmula⁴¹:

$$T_s = (1.31 - 0.099 \ln N) \times T_o \quad (2.67)$$

donde:

T_s : Tráfico saliente de larga distancia

T_o : Tráfico de origen (obtenido con las ec. 2.62 a 2.66, según el tipo de cantón o parroquia)

N : Número de líneas principales

Para determinar la relación entre el tráfico saliente y el tráfico entrante de larga distancia, se utiliza otra ecuación⁴²:

$$T_E = (0.47 + 0.0713 \ln N) \times T_s \quad (2.68)$$

donde:

T_E : Tráfico entrante de larga distancia

⁴¹ Lasso Luis, MEMORIA SOBRE EL ESTUDIO DE DEMANDA TELEFONICA 1985-2010, IETEL, 1987

⁴² Idem (31)

T_s : Tráfico saliente de larga distancia

N : Número de líneas principales

El tráfico total de larga distancia (T_T) para una determinada parroquia será la suma del tráfico entrante y el saliente.

$$T_T = T_s + T_E$$

Los cálculos de T_s , T_E y T_T se han añadido a los cuadros 2.22, 2.23, 2.25 y 2.26.

CAPITULO 3

DISEÑO DE LA RED DIGITAL DE LA PROVINCIA DE ZAMORA-CHINCHIPE

En este capítulo se dimensiona la red de conmutación, tomando en cuenta los resultados del estudio de demanda del capítulo anterior, así como su topología. Además se realiza la selección del medio o los medios de transmisión apropiados para la realidad de la provincia, para finalmente presentar el diseño de la red de transmisión.

3.1. DIMENSIONAMIENTO DE CONMUTACION

3.1.1. Conceptos básicos del diseño de redes

El autor considera necesario presentar, a manera de introducción de este capítulo, una serie de conceptos involucrados en la planificación de redes.

" Una red de telecomunicaciones se puede definir como un sistema de nodos de conmutación y de trayectos de transmisión (los trayectos de transmisión incluyen a los enlaces entre nodos, así como las líneas de abonados) "".

La planificación de redes telefónicas es un proceso cuyo objetivo es optimizarlas para el presente y el futuro. Esta optimización de la red dependerá de los objetivos de cada Administración. El proceso de planificación debe tomar en cuenta el avance de la tecnología o los cambios en la política de la Administración, por lo que la planificación no es una actividad que se haga de una vez para siempre, siendo un proceso iterativo.

Una condición fundamental que debe cumplir la planificación de la red es la

¹ MANUAL DEL GAS 10 : Datos de planificación y métodos de previsión, Vol. 1, CCITT

flexibilidad. Se deberá elegir una alternativa entre varias consideradas, basándose en ciertos criterios y previsiones. Si las futuras circunstancias justificasen tomar otro rumbo, la alternativa elegida debe permitirlo.

3.1.1.1. Planificación de redes

En el proceso de planificación de una red existen tres tipos de planes y cada nivel de planificación se basa en el nivel inferior.

a. Planes estratégicos

Son aquellos que establecen la tendencia general, conceptual y tecnológica de la red. Influyen de manera importante en su evolución a largo plazo, típicamente tienen una duración de 10 a 20 años.

Los planes estratégicos dirigen proyectos de gran envergadura que necesitan de largos períodos de tiempo para su realización. Una vez iniciado su proceso, no pueden modificarse con facilidad.

b. Planes fundamentales

Se conciben para un período menor a 10 años y generalmente se refieren a partes más pequeñas de la red, tal como un centro de conmutación particular o un sistema de transmisión. Contendrán más detalles específicos que los planes estratégicos.

c. Planes de realización

Orientan a los grupos de ingeniería y aprovisionamiento. Su objetivo principal es el de llevar a cabo un cambio específico de la red, en un tiempo de hasta tres años. Exigen la determinación del proceso de atribución presupuestaria, coordinación y aprovisionamiento.

Cuanto mayor sea el intervalo de tiempo, la planificación es más susceptible de sufrir algún cambio. A medida que se reducen los tiempos de planificación, generalmente las previsiones son más fiables y los planes más específicos. Aunque planificar únicamente a corto plazo, sin visión alguna de futuro hará que la red sea optimizada solamente para un futuro inmediato.

La red en su conjunto no puede optimizarse mediante el simple proceso de optimización de sus partes individuales.

3.1.1.2. Aspectos técnicos

La planificación de la red debe definirse teniendo en cuenta los siguientes aspectos técnicos: conmutación, encaminamiento, numeración, tarifación, transmisión, señalización, sincronización y disponibilidad.

a. Planes de conmutación

El equipo de conmutación tiene la función de interconectar pares de enlaces de comunicaciones, mediante la interacción de los elementos conmutadores y los componentes de control. El diseño de conmutación debe especificar las capacidades necesarias en cada uno de los nodos de conmutación de la red. Deben especificarse las capacidades de tráfico, señalización, funcionamiento a 2 ó 4 hilos y potencia.

b. Planes de encaminamiento

El plan de encaminamiento tiene el objetivo de establecer en forma satisfactoria una conexión entre dos puntos cualesquiera de la red, de acuerdo a los objetivos de calidad de servicio. Los aspectos que determinan la calidad de servicio², son:

² Roger Freeman, INGENIERIA DE SISTEMAS DE TELECOMUNICACIONES, Grupo Noriega Ed., 1991

- 1.- Calidad de transmisión (nivel, diafonía, eco, etc.).
- 2.- Retardo del tono de marcar y retardo postmarcaje.
- 3.- Grado de servicio³.
- 4.- Incidencia de fallas y deficiencias en el servicio.
- 5.- Adaptación del sistema al abonado.
- 6.- Errores de facturación.

El plan de encaminamiento debe utilizar de manera óptima las instalaciones de conmutación y transmisión ya existentes.

c. Planes de numeración

El plan de numeración tiene la finalidad de establecer un sistema de números de teléfono único. Debe elaborarse al principio del proceso de planificación para evitar en el futuro modificaciones costosas de los dispositivos de conmutación.

d. Planes de tasación

Describen el método de facturación al abonado por el uso de las telecomunicaciones. En forma general el sistema de tasación debe incorporar, si no todos, al menos uno de los elementos de distancia, volumen de tráfico y duración de la llamada.

e. Planes de transmisión

Un plan de transmisión suministra los canales para el transporte de la señal de voz y de datos. También especifica la calidad de transmisión para los enlaces

³ El grado de servicio es la probabilidad de encontrar congestiones en el período más activo (hora pico).

de la red teniendo en cuenta todos los tipos de degradación que puedan presentarse (la cantidad tolerable de atenuación, la distorsión de frecuencia y de fase, y la diafonía). Generalmente, la red de larga distancia se diseñará con normas de funcionamiento más exigentes que la red local.

"La planificación de la transmisión depende de decisiones tales como el tamaño de las centrales locales, el tamaño y diámetro del cable (cuando se emplea cobre), los requisitos de 2 ó 4 hilos y el número de nodos en la jerarquía de conmutación"⁴.

f. Planes de señalización

La señalización permite a las redes de telecomunicaciones realizar su función, por ejemplo, las funciones de encaminamiento y tarificación.

g. Planes de sincronización

El objetivo de este plan es el de establecer y mantener el sincronismo de la red, con el fin de que la tasa de llamadas erróneas, debidas a falta de sincronismo, se mantenga dentro de parámetros establecidos para cumplir con la calidad del servicio.

h. Planes de disponibilidad y supervivencia

Tienen el objetivo de suministrar al abonado un servicio continuo de alta calidad. La disponibilidad se refiere al tiempo que un componente de la red es capaz de realizar sus funciones. La supervivencia se refiere a la capacidad de la red para suministrar un servicio en condiciones desfavorables, tales como el fallo de un componente o la sobrecarga de tráfico.

⁴ MANUAL DEL GAS 10 : Datos de planificación y métodos de previsión, Vol. 1, CCITT

La interdependencia de los planes técnicos, se presenta resumida en el gráfico 3.1.

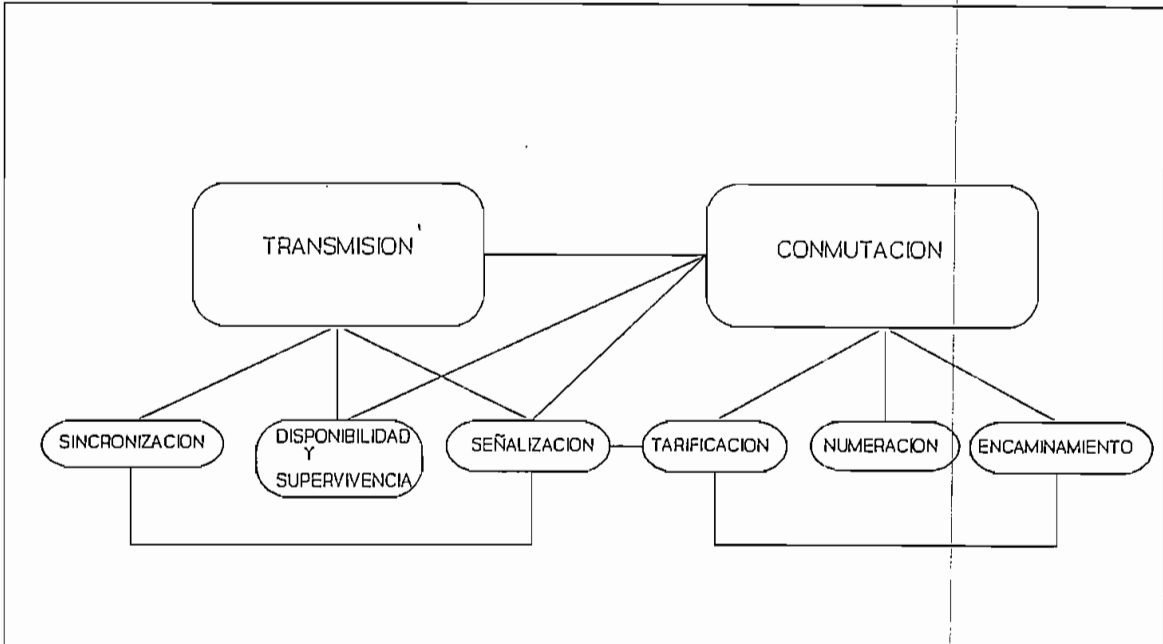


Gráfico 3.1 : Aspectos técnicos de la planificación de redes

3.1.1.3. Redes telefónicas

Se dividen en varias categorías, según su estructura: redes locales (incluidas las redes rurales y urbanas), redes de larga distancia (dentro de las fronteras nacionales) y redes internacionales.

a. Redes locales

Una red local consta de los siguientes elementos:

- equipos telefónicos de abonados

- bucle de abonado (conecta el aparato de abonado a la central local)
- unidades terminales distantes
- centrales locales
- cables de enlace que unen centrales locales
- centrales de tránsito locales, si son necesarias

b. Redes rurales

Las redes rurales presentan características especiales debido al tipo de territorio que sirven, normalmente una población muy dispersa alrededor de una población de tamaño pequeño o medio. La central local situada en la población, puede servir también como centro de conexión de instalaciones remotas, tales como concentradores, unidades de línea remotas o unidades de conmutación remota situadas en poblaciones cercanas.

La tecnología seleccionada depende de la densidad de población y de la geografía de la zona a servir. En las zonas más pobladas y accesibles se utilizarán centrales locales y remotas, pero la única solución práctica para zonas aisladas o con población muy dispersa es la comunicación radioeléctrica o por satélite.

Las redes rurales a menudo utilizan una arquitectura en estrella, por lo que son vulnerables a la interrupción del servicio en caso de producirse una avería en el conmutador individual o en el sistema de transmisión. La sustitución de centrales remotas por centrales locales y la utilización de varios encaminamientos basados en diferentes tecnologías de transmisión, son las opciones, que aunque costosas, deben ser consideradas por el responsable de la planificación para mejorar la supervivencia de la red.

c. Redes urbanas

En una concentración urbana, a menudo hay varias centrales locales y es poco

frecuente la presencia de centrales remotas, que tienen una mayor utilización en las zonas periféricas. La densidad de población es superior a la de zonas rurales y éste es un factor fundamental a la hora de determinar el número, ubicación y capacidad de las centrales locales. Si hay un número suficiente de centrales locales en una zona urbana, puede que se necesite conmutadores de tránsito. Un conmutador de tránsito cursa el tráfico de una red local a través de un conmutador que tiene conexiones con todas las centrales locales, reduciendo consiguientemente el número de rutas directas entre los elementos de conmutación. La decisión de montar un conmutador de tránsito debe basarse en la proyección futura de una matriz de tráfico entre conmutadores.

d. Redes de larga distancia e internacionales

Las redes de larga distancia conectan las redes locales con los centros de tránsito. Es necesario realizar una previsión a largo plazo de los niveles de tráfico entre las centrales locales, a fin de determinar una estructura óptima de la red de tránsito, lo cual incluye: el número de niveles, el número de centros de tránsito en cada nivel y su capacidad. Las tecnologías modernas proporcionan la posibilidad de combinar las funciones de central local, tránsito local y tránsito de larga distancia.

La red internacional es una extensión de la red de larga distancia más allá de las fronteras nacionales. Se compone de centros de tránsito y enlaces con otras redes internacionales.

3.1.1.4. Arquitectura de redes de conmutación

La mayoría de las redes son de dos tipos diferentes, en estrella o de retícula. La estructura simplificada de estos tipos se muestra en el gráfico 3.2.

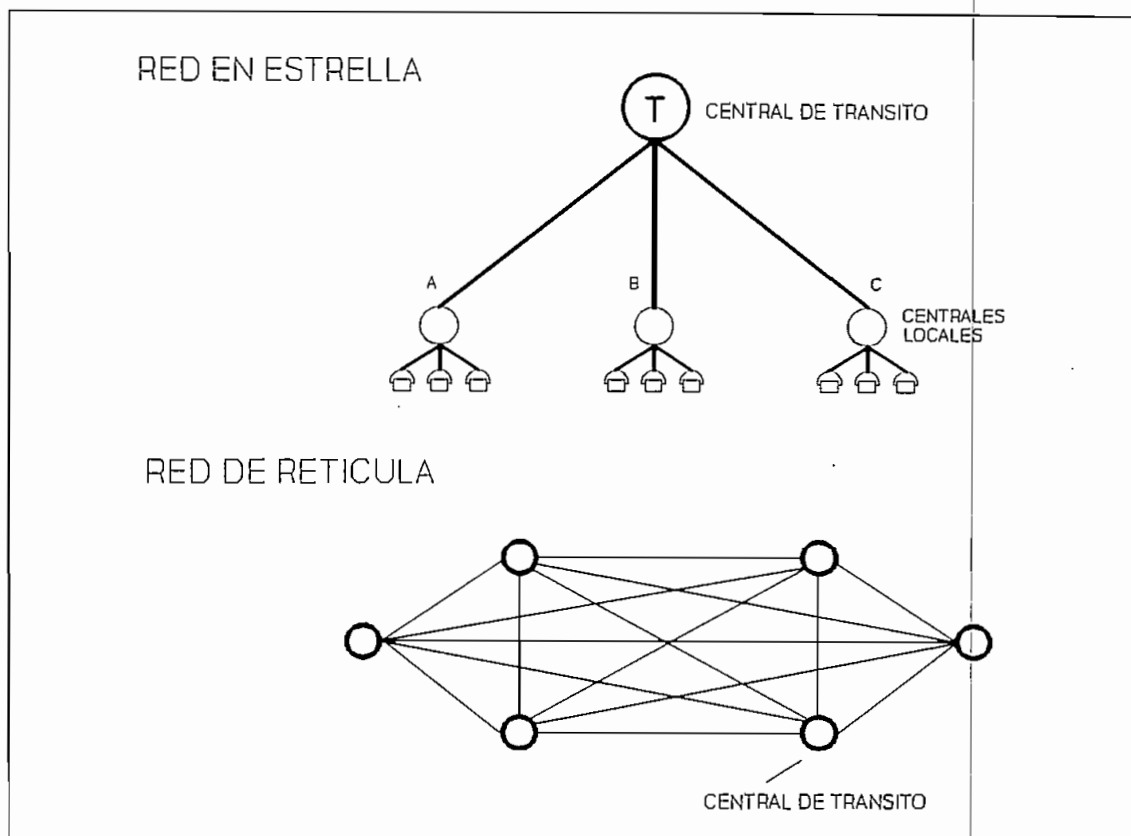


Gráfico 3.2 : Arquitectura de redes de conmutación

Las redes en estrella son generalmente de carácter jerárquico y pueden tener cinco o más niveles. El nivel más bajo es la central local. Suministra un servicio básico dentro de límites geográficos definidos y se encuentra conectada al siguiente nivel superior o centro primario. De forma similar, los centros primarios están conectados a centros secundarios. Si es preciso, el orden de los niveles sigue subiendo. La estructura jerárquica tiene una forma piramidal disminuyendo el número de centros a medida que aumenta el nivel.

En una red en estrella, los centros de tránsito se utilizan como puntos

intermedios para conectar dos centrales locales. En este caso las centrales locales no necesitan interconectarse directamente pero, desde luego, se encuentran conectadas con la central de tránsito.

En una red de telecomunicaciones puede haber presentes varias configuraciones en estrella múltiple y por capas. Por ejemplo, las conexiones del bucle de abonado con la central local, de la central local con la central de tránsito local y de las centrales locales con las centrales de tránsito de larga distancia.

En una red de retícula, todos los centros de conmutación se conectan directamente entre sí. Se trata de un ejemplo de red no jerárquica.

Una red de telecomunicaciones real, no es exclusivamente en estrella o de retícula. Como ejemplo se puede poner la red en nuestro país. Cuando el tráfico entre centros del mismo nivel jerárquico es relativamente pequeño, se utiliza una estructura en estrella. La estructura en retícula es más apropiada cuando hay un tráfico elevado de llamadas entre centrales, justificando de esta forma el establecimiento de enlaces directos. Se necesita una matriz de carga de tráfico entre centrales para planificar correctamente la evolución de una red en estrella-retícula.

3.1.2. Dimensionamiento de conmutación

El dimensionamiento de conmutación consiste en determinar el tamaño (capacidad de abonados) de las centrales y el número de circuitos de interconexión entre las centrales locales y la central de tránsito correspondiente. En general el dimensionamiento se basa principalmente en el estudio de demanda, aunque ciertos criterios utilizados están basados en la experiencia del diseñador.

El dimensionamiento de conmutación se realiza para la vida útil de las

centrales, la cual en términos generales es de 15 años.

Tomando en cuenta este criterio y la fecha de realización del presente estudio, se debe realizar el dimensionamiento para el año 2.010.

3.1.2.1. Criterio general

Tomando en cuenta la estrecha relación que existe entre la red de conmutación y la red de transmisión, el siguiente criterio general se tomará en cuenta.

El autor propone utilizar las poblaciones servidas por el proyecto DOMSAT como nodos centrales de pequeñas redes en estrella, para servir a las áreas de influencia de cada población.

A raíz de la visita realizada por una comisión de EMETEL a todas las poblaciones incluidas en el proyecto (entre el 7 y el 17 de diciembre de 1993 y en la cual el autor tuvo la oportunidad de estar presente), se cambió la distribución inicial de DOMSAT. Las estaciones terrenas irán en Zumba, Guayzimi, El Pangui, Valladolid, Yantzaza, San Carlos⁵, 28 de Mayo y Paquisha. Cabe mencionar que las poblaciones de Chicaña y Los Encuentros han sido excluidas del proyecto, porque, como se podrá ver en el punto 3.3.2.6, se puede servir a estas poblaciones desde Yantzaza a través de una repetidora.

Esta propuesta requiere de un redimensionamiento del proyecto DOMSAT para la provincia de Zámora-Chinchipe, lo cual es posible, ya que un tipo de estación terrena puede ser transformado en otro de mayor capacidad, solamente con el cambio del múltiplex y en algunos casos también de la antena parabólica.

⁵ El caso del asentamiento de San Carlos, población cercana a Nambija, y asimismo el lugar más recomendado para la instalación de una central telefónica, requiere de una consideración especial, ya que no se tienen datos oficiales de población. La población actual se estima en 10,000 mineros. No se espera que dicha población aumente debido a que el auge minero fue hace unos pocos años y en la actualidad dicha actividad ha decaído.

La capacidad de los nodos centrales deberá ser la suficiente para poder manejar el tráfico adicional de las áreas aledañas. En el cuadro 3.1 se muestra el número de canales que tienen actualmente⁶ y los que deben poseer los nodos de las redes, para poder manejar el tráfico propio y el de las zonas periféricas.

Nodo	Periféricas	Tráfico total	Canales actual	Canales requerida	Canales Domsat
Zamora 145,71 Er1	Sabanilla 2,71 Er1 Imbana 9,32 Er1 Timbara 5,77 Er1 Guadalupe 13,08 Er1 Cumbaratza 26,76 Er1 Zumbi 33,41 Er1	236,76 Er1	60	259	-
Zumba 32,02 Er1	La Chonta 0,97 Er1 El Chorro 1,09 Er1 Chito 1,57 Er1 Pucabamba 0,61 Er1	36,26 Er1	16	40	60
Valladolid 2,82 Er1	El Porvenir 1,98 Er1 Palanda 4,09 E	8,88 Er1	4	17	16
28 de Mayo 6,04 Er1	La Paz 9,82 Er1 Tutupali 4,51 Er1	20,37 Er1	8	31	30
Yantzaza 55,60 Er1	Chicaña 6,69 Er1 Los Encuentros 12,77 Er1	75,06 Er1	30	91	120
Paquisha 12,03 Er1	-	12,03 Er1	4	20	30
San Carlos 49,42 Er1	-	49,42 Er1	8	63	60
Guayzimi 13,49 Er1	-	13,49 Er1	8	22	30
El Pangui 23,52 Er1	-	23,52 Er1	30	34	30
Tráfico Total		475,79 Er1			

Cuadro 3.1 : Redes en estrella para la provincia

Con respecto a la utilización del segmento espacial, existe el suficiente ancho de banda en el transpondedor del satélite como para aceptar un incremento de tal magnitud.

La topología ha sido determinada por la distribución geográfica de las

⁶ Los 60 canales corresponden al enlace analógico Loja-Zamora. Son nominales, pues aproximadamente se hallan en funcionamiento 14.

parroquias de la provincia. Los datos de tráfico de larga distancia para cada parroquia son resultado de los cuadros 2.22 y 2.23 (para el año 2010).

Los costos del redimensionamiento del proyecto DOMSAT para esta provincia, se muestran en el capítulo 4.

3.1.2.2. Dimensionamiento de centrales

Del estudio de demanda se obtuvo el número de líneas principales para todas las parroquias de la provincia. Este parámetro es fundamental en el dimensionamiento de conmutación, ya que permite determinar la capacidad de las centrales.

En el cuadro 3.2 se puede observar las líneas principales existentes en la actualidad en la provincia de Zamora-Chinchipe y la comparación con las líneas que se requieren según el estudio de demanda. Los datos vienen de los cuadros 2.25 y 2.26 (suma de las líneas principales concentradas y dispersas, para el año de 1995).

En el cuadro 3.3 (resultado de los cuadros 2.22 y 2.23) se muestra la proyección de líneas principales para cada parroquia para el año 2010, valores que se usaron para el dimensionamiento de las centrales. Debe tomarse en cuenta que, como ya se mencionó, líneas principales son las que van conectadas a un abonado, por lo tanto, la capacidad de las centrales (líneas de central) debe ser mayor.

Como criterio⁷, se considera que el número de líneas de central debe ser un

⁷ Sugerido en la Subgerencia General de Planificación de EMETEL.

PARROQUIA	POBLACION TOTAL	LINEAS PRINCIPALES EXISTENTES	LINEAS PRINCIPALES RECOMENDADAS
ZAMORA	51917		1516
Zamora	14292	600	886
Cumbaratza	7489	-	77
Guadalupe	4135	-	31
Imbana	2510	-	25
Paquisha*	3040	-	37
Sabanilla	537	-	9
Timbara	1796	-	13
Zumbi	8118	-	113
San Carlos	10000	2	325
CHINCHIPE	13237		187
Zumba*	7221	-	131
Chito	739	-	7
El Chorro	287	-	6
El Porvenir	1025	-	8
La Chonta	338	-	5
Palanda	2223	-	14
Pucapamba	159	-	4
Valladolid*	1245	-	12
NANGARITZA	3612		36
Guayzimi*	3612	-	36
YACUAMBI	6326		75
28 de Mayo*	2258	-	26
La Paz	2844	-	33
Tutupali	1224	-	16
YANTZAZA	17994		248
Yantzaza*	11318	-	210
Chicaña	2600	-	11
Encuentros*	4076	-	27
EL PANGUI	8075		61
El Panguí*	8075	-	61
TOTAL	101161	602	2123

Cuadro 3.2: Situación actual de las telecomunicaciones de Zamora-Chinchipe y la demanda calculada para 1995

(*) Poblaciones servidas por el proyecto DOMSAT

CANTON	POBLACION TOTAL	LINEAS PRINCIPALES	LINEAS PRINCIPALES x 1.1
ZAMORA	88861	8114	8930
Zamora	27701	4853	5339
Cumbaratza	13869	574	632
Guadalupe	7658	243	268
Imbana	4647	177	195
Paquisha*	5630	249	274
Sabanilla	995	51	57
Timbara	3326	99	109
Zumbi	15035	786	865
San Carlos*	10000	1082	1191
CHINCHIPE	17110	1095	1206
Zumba*	10786	869	956
Chito	776	26	29
El Chorro	303	20	22
El Porvenir	1077	32	36
La Chonta	355	17	19
Palanda	2337	70	77
Pucapamba	167	11	13
Valladolid*	1309	49	54
NANGARITZA	6690	290	319
Guayzimi*	6690	290	319
YACUAMBI	8728	410	452
28 de Mayo*	2998	118	130
La Paz	4006	204	225
Tutupali	1724	88	97
YANTZAZA	32542	1959	2156
Yantzaza*	21193	1598	1758
Chicaña	4420	113	125
Encuentros	6929	248	273
EL PANGUI	13731	480	528
El Pangui*	13731	480	528
TOTAL	167662	12348	13591

Cuadro 3.3: Requerimientos de la provincia para el 2010

(*) Poblaciones servidas por DOMSAT

10% mayor al número de líneas principales. Por esta razón se ha añadido al cuadro 3.3 una columna con los valores de líneas principales de las parroquias de la provincia, multiplicada por 1.1.

Tomando en cuenta que las centrales de conmutación públicas que utiliza EMETEL tienen como mínimo una capacidad de 200 abonados, para el presente estudio se asignaron centrales a aquellas poblaciones servidas por DOMSAT, que requieran una cantidad de líneas de central (en el año 2010) igual ó superior a dicho número. Los resultados se muestran en el cuadro 3.4. Para el resto de poblaciones, en el punto 3.1.2.3 se determinará de qué manera pueden ser servidas.

POBLACION	LINEAS DE CENTRAL
Zamora	10000 (1)
Paquisha	300
San Carlos	1200
Zumba	1500 (2)
Guayzimi	350
28 de Mayo	500 (3)
Yantzaza	2000
El Panguí	600

Cuadro 3.4: Asignación de líneas de central

Cabe recalcar el porqué de ciertos valores en el Cuadro 3.4.

- (1) Zamora debe manejar además del propio tráfico, el de las poblaciones de: Timbára, Guadalupe, Cumberatza, Zumbi, Imbana y Sabanilla. Se ha considerado los valores de líneas de concentrador asignados en el punto 3.1.2.3.
- (2) Zumba debe servir a: Chito, El Chorro, La Chonta y Pucapamba
- (3) 28 de Mayo debe servir a: La Paz y Tutupali. El estudio de demanda no

sugería una central, debido al número de líneas principales (130), pero sí para La Paz, por lo que se decidió instalar una central en 28 de Mayo y un concentrador en La Paz (punto 3.1.2.3.).

Debe tomarse en cuenta el hecho que las centrales para San Carlos y Yantzaza están siendo adquiridas por EMETEL mediante un crédito coreano, por ser estas centrales nuevas se esperaría que funcionen con señalización No. 7. De igual manera, la central de Zamora debe ser cambiada por una digital, que sustituya la CPR-100 (analógica) que actualmente sirve a la ciudad.

Las centrales de Zumba, Paquisha, Guayzimi, El Panguí y 28 de Mayo, podrían ser del tipo CPR y provendrían de otras poblaciones del país, que actualmente las utilicen. Estas centrales utilizan la señalización R2 Compelled, lo cual requiere de un convertidor de señalización hacia el satélite, que utiliza la No. 7.

3.1.2.3. Asignación de concentradores remotos

Concentradores remotos son dispositivos que están comunicados (mediante algún medio de transmisión) con una central pública y permiten el servicio a una concentración de abonados distante de dicha central. Se utilizan cuando cerca de una zona primaria (capital provincial, cantonal o población de importancia) servida de una central, existen otros grupos de abonados, relativamente alejados.

Los concentradores remotos se diferencian de una central, en que carecen de memoria y las operaciones de manejo de tráfico, señalización, tarificación las realiza justamente la central a la que están conectados. Los abonados remotos pertenecen a esa central.

Se asignaron concentradores a aquellas poblaciones cuyo requerimiento de líneas principales sea igual ó superior a 150 (es la menor capacidad

disponible) y se encuentren en la zona de influencia de una cabecera cantonal ó población de importancia a la cual se haya asignado previamente una central. Los resultados se pueden observar en el cuadro 3.5.

POBLACION	CONCENTRADOR
Cumbaratza	650
Guadalupe	300
Imbana	200
Zumbi	900
La Paz	250
Los Encuentros	300

Cuadro 3.5: Asignación de concentradores remotos

Para las poblaciones restantes, debido a su baja población, no se ha contemplado la provisión de centrales públicas o concentradores, ya que el tráfico puede ser manejado por centrales privadas pequeñas cuya adquisición la harían los propios habitantes de cada población.

3.2. TOPOLOGIA DE LA RED DE CONMUTACION

3.2.1. Alternativas para la red de conmutación

El objetivo de este punto es determinar cuál es la mejor alternativa, para el manejo del tráfico telefónico de la provincia.

Dentro del diseño del sistema de conmutación para la provincia de Zamora-Chinchipe, se han señalado tres alternativas.

3.2.1.1. Alternativa No. 1

Para esta opción se ha realizado el diseño tomando en consideración los proyectos originales de EMETEL, es decir el proyecto DOMSAT, tal cual fue

diseñado. Esto significa que todas las estaciones terrenas DOMSAT y sus respectivas centrales se interconectarán a la central de tránsito en Quito. Dicha central, cuyo proceso de adquisición se está realizando a la presente fecha, será la **ERICSSON AX10**, que utilizará señalización No. 7 para el enlace entre centrales.

La principal desventaja de esta alternativa es que se tiene una alta utilización de doble salto⁸ y del sistema nacional, dando una alta ocupación de la central de Quito. Por ejemplo, un abonado de Yantzaza (DOMSAT) al comunicarse con uno de Zamora, hará que la llamada parta de Yantzaza, llegue al satélite, del satélite vaya a la estación terrena de Quito, y de ésta regrese, utilizando la microonda terrestre, hasta la capital Zamora. Un abonado de Yantzaza (DOMSAT) al comunicarse con uno de Paquisha (DOMSAT), hará que la llamada vaya de Yantzaza al satélite, del satélite a la estación terrena de Quito, de ésta nuevamente al satélite y de ahí a Paquisha.

La ventaja de esta alternativa es que todo el sistema de conmutación está comprado.

3.2.1.2. Alternativa No. 2

Para esta opción el cambio radica en que se debería aumentar una estación HUB (maestra) en Loja, a la cual se dirigirían todas las estaciones terrenas de la provincia. Con respecto a la alternativa anterior no existe cambio en el dimensionamiento de centrales y sistemas de baja capacidad.

La ventaja radica en que una buena parte del tráfico se queda en Loja, que es un centro de influencia mucho más inmediato que Quito o Guayaquil.

⁸ Utilizar la central de Quito para comunicar dos estaciones terrenas de DOMSAT

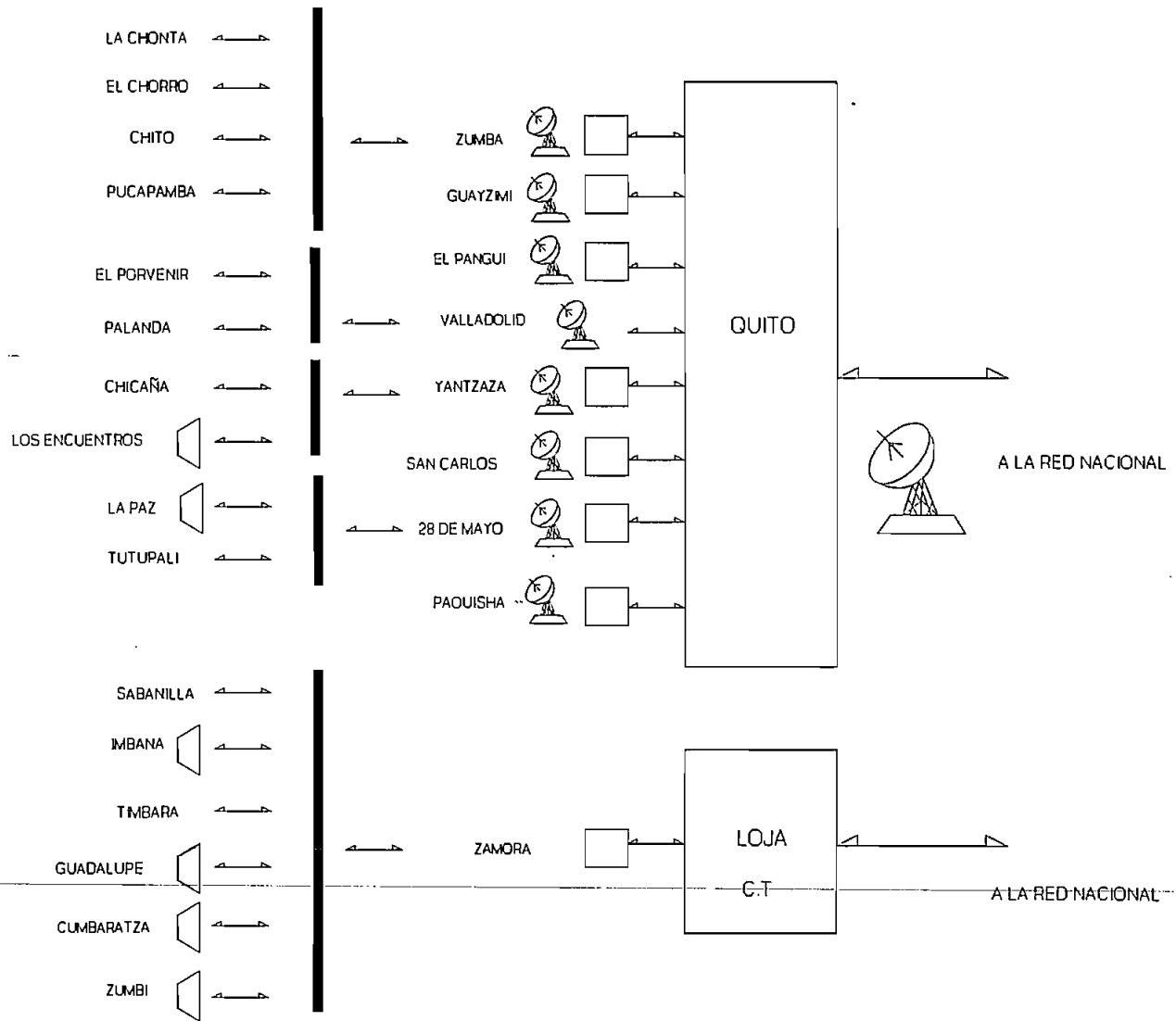
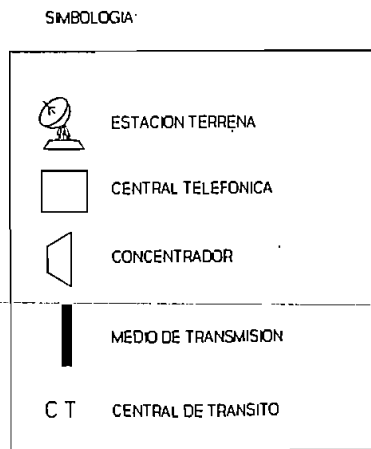


Gráfico 3.3: Alternativa de conmutación No.1

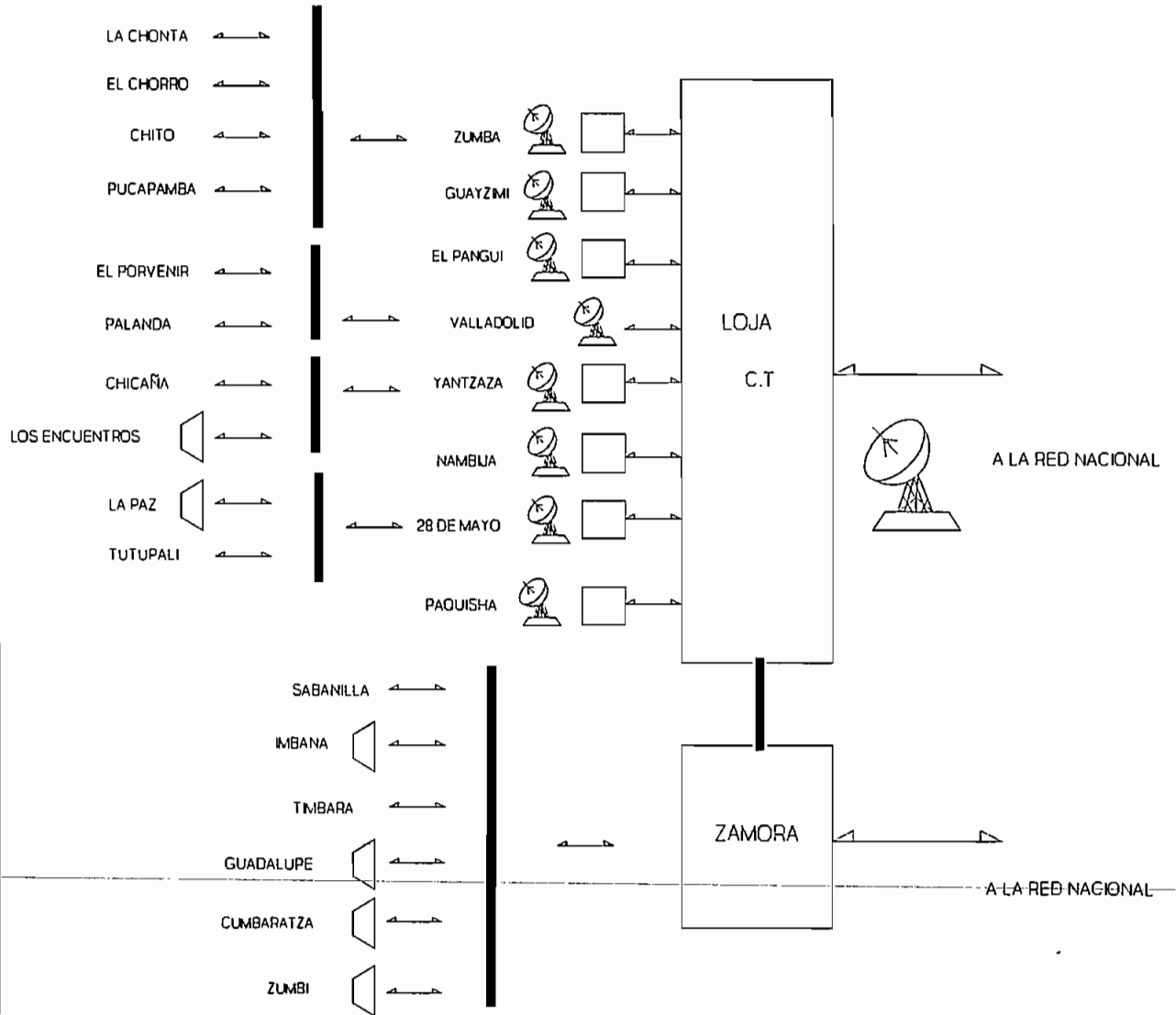
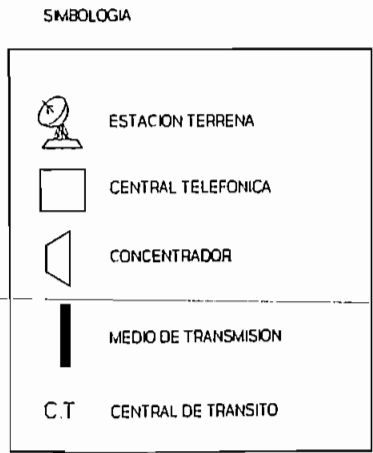


Gráfico 3.4: Alternativa de conmutación No.2

Como desventaja se tiene el costo de la nueva estación maestra para Loja.

3.2.1.3. Alternativa No. 3

Esta opción sería tal vez la más lógica y consiste en localizar una estación HUB en la capital de la provincia, Zamora, con lo cual ésta sería el centro de tránsito, tanto de estaciones terrenas como de enlaces físicos. Es la solución más recomendada técnicamente para conmutación y transmisión, ya que Zamora es el centro real de influencia de la provincia. Tampoco existe para esta alternativa un redimensionamiento de centrales y sistemas de transmisión.

Como ventaja se tiene que el tráfico se dirige en su mayoría a Zamora, con lo que se elimina significativamente el doble salto.

Como desventajas se tiene que se debería incrementar en una zona la numeración del país, lo cual no está contemplado en los planes de EMETEL, además de los costos que significan la adquisición de una central de tránsito y una estación HUB para Zamora.

3.2.2. Evaluación de las alternativas de conmutación

A simple vista, la alternativa No. 3 es la técnicamente más recomendada, ya que al ser Zamora un centro de tránsito aliviaría tanto el tráfico de la central de Loja, a la que actualmente pertenece, como el tráfico de DOMSAT a través de la central de Quito. El bajo número de abonados de la zona es lo que hace poco práctica a ésta alternativa, tomando en cuenta que el costo de una central de tránsito para esta zona sería de alrededor de unos 450.000 U.S.D. En conclusión: comprar una central de tránsito para ser instalada en Zamora es un proyecto demasiado costoso en la práctica, aunque teóricamente es la mejor solución.

Queda entonces analizar la primera y la segunda alternativa. En la alternativa

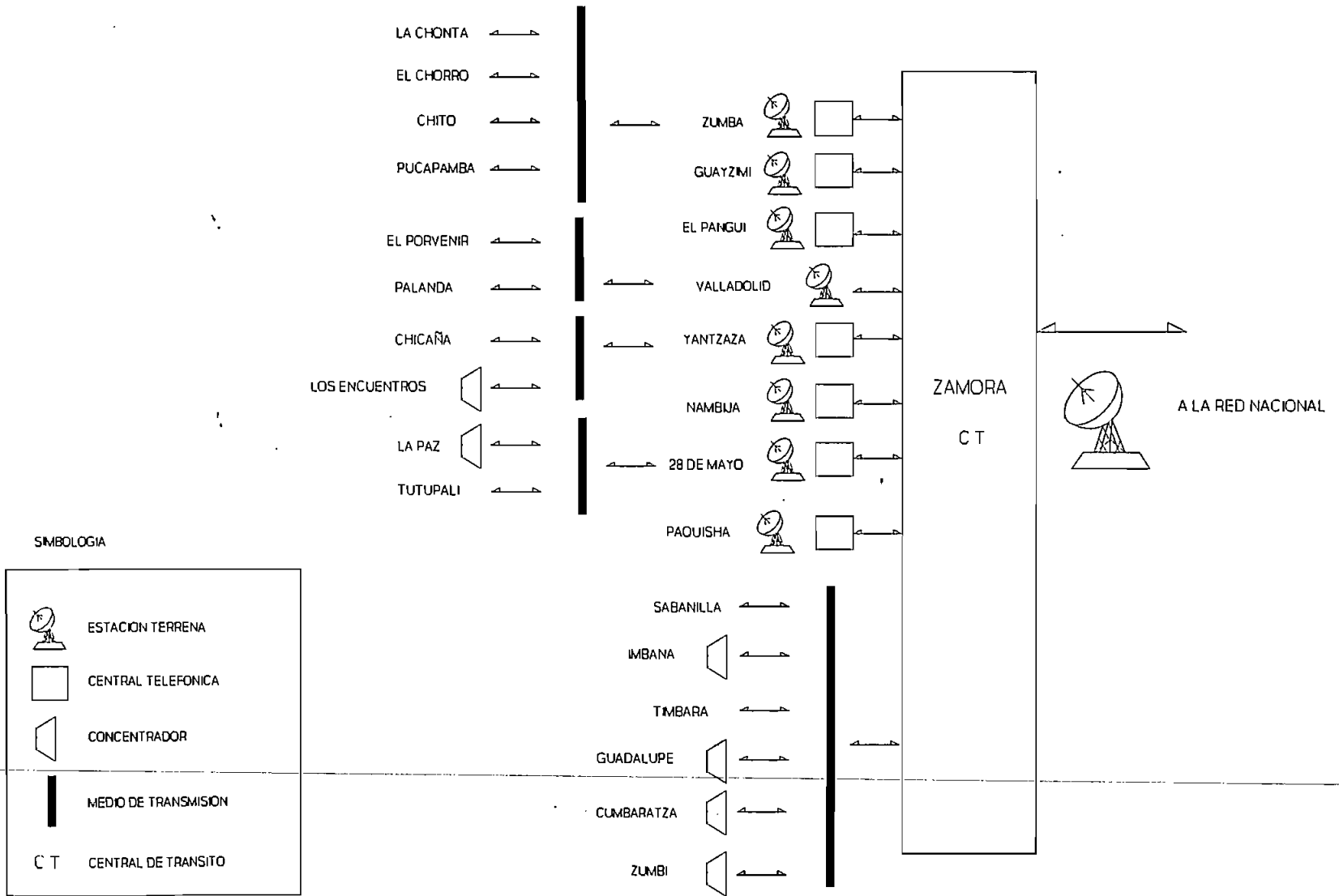


Gráfico 3.5: Alternativa de conmutación No.3

1, donde se tiene que todo el tráfico de DOMSAT se hará través de la estación terrena Quito, mucha parte de este tráfico DOMSAT va a ser regresado a los centros de interés para la provincia de Zamora-Chinchipe.

El tráfico total de larga distancia, estimado para el año 2010, para toda la provincia, según el cuadro 3.1, es de 476 Erlangs. Según se verá en el punto 3.2.3⁹, el 40% del tráfico total de la provincia se estima quedará en Loja y Zamora. Por lo tanto, se calcula un tráfico de 190 Erlangs entre las poblaciones de la provincia y las ciudades de Loja y Zamora. Considerando una probabilidad de pérdida del 1%, se tiene que dicho tráfico equivaldría a 211 canales. Este tráfico va a ser generado por la provincia de Zamora, por medio de DOMSAT va a circular a Quito, va a regresar (a través de la microonda terrestre) y tener como destino final Loja y la provincia de Zamora.

El costo de un canal de 140 Mb/s, de los que conforman la microonda terrestre del país, es aproximadamente 80.000 USD por terminal, o 160.000 USD por enlace. Un canal de 140 Mb/s contiene 1920 canales de voz, lo que implica que el costo de cada canal de voz es 83,33 USD (por enlace). Los 211 canales de voz de la provincia de Zamora-Chinchipe costarían 17583,33 USD, por enlace. Este costo, ver cuadro 3.6, será el de cada uno de los tramos de los que consta la red nacional (microonda terrestre).

Por lo tanto el equivalente de transmisión es 351666.6 USD. Este es el costo (se muestra en el capítulo No. 4) de una estación Hub ya sea de 30, 60 ó 120 ch., que según la Alternativa No. 2 se puede instalar en Loja, con el beneficio adicional de aliviar el tráfico de la central de Quito. No existe el riesgo de congestión para la central de Loja, ya que dispone de la suficiente capacidad libre. Una ventaja adicional es la posibilidad de cursar el tráfico DOMSAT de las poblaciones de:

⁹ Valor obtenido según el criterio de afinidad de la provincia, asumido en el punto 3.3

- Marcabellí (El Oro)
- Balsas (El Oro)
- Amaluza (Loja)
- Macas (Morona-Santiago)
- Gualaquiza (Morona-Santiago)

Todas estas características hacen a la alternativa No. 2 la más práctica, tanto técnica como económicamente.

ENLACE	COSTO (U.S.D)
Quito - Atacazo	17583.33
Atacazo - Bombolí	17583.33
Bombolí - El Carmen (Manabí)	17583.33
El Carmen (Manabí) - Bijahual	17583.33
Bijahual - Quevedo	17583.33
Quevedo - Pailón	17583.33
Pailón - Babahoyo	17583.33
Babahoyo - Santa Ana	17583.33
Santa Ana - El Carmen	17583.33
El Carmen - Guayaquil	17583.33
Guayaquil - Balao ¹⁰	35166.67
Balao - Machala	17583.33
Machala - Reppen	17583.33
Reppen - Huachaurco	17583.33
Huachaurco - Huachinchambo	17583.33
Huachinchambo - Loja	17583.33
Loja-Huachinchambo	17583.33
Huachinchambo- El Consuelo	17583.33
El Consuelo - Zamora	17583.33

Cuadro 3.6 : Costo equivalente de transmisión de los tramos de la microonda nacional para la provincia

3.2.3. Análisis de la topología de la red de conmutación

Para hacer el dimensionamiento de la red de conmutación, es necesario

¹⁰ Este tramo es muy largo por lo que se usan dos enlaces con diversidad de espacio, por lo que el costo es doble

conocer, aparte del estudio de demanda de la provincia, el grado de afinidad¹¹ de la zona con las otras regiones telefónicas del país. Esta es una variable muy difícil de cuantificar, ya que los valores verdaderos solamente se podrían conocer cuando un sistema a nivel de toda la provincia se encuentre funcionando¹². De acuerdo a estudios realizados en la Subgerencia de Ingeniería de EMETEL, se puede estimar que el grado de afinidad que se tiene para la provincia de Zamora-Chinchipe, es el que se muestra en el cuadro siguiente:

Centro de tránsito	Afinidad
Quito	20%
Guayaquil	20%
Manta	5%
Ambato	5%
Ibarra	5%
Machala	5%

Cuadro 3.7: Afinidad del tráfico de la provincia con los centros de tránsito de la red nacional

El 40% de llamadas restante, se estima se quedarán dentro de la zona de influencia que incluye a Loja y a la propia provincia.

Debe tomarse en cuenta, que por las condiciones geográficas, para los habitantes de la zona norte (Zamora, 28 de Mayo, Paquisha, Guayzimi, San Carlos, etc.) el centro de influencia es la capital Zamora. Para los habitantes de la zona centro-sur (Valladolid, Zumba) el centro de influencia más inmediato es Loja, ya que las vías de comunicación terrestres hacia dichas zonas, vienen

¹¹ El porcentaje del tráfico total de larga distancia, que se dirige a otra zona telefónica.

¹² La manera más recomendada de estimar el grado de afinidad de las poblaciones de la provincia, es realizar un estudio socio-económico en la zona.

precisamente desde Loja.

La comunicación de larga distancia será básicamente a esos centros de influencia. Por ejemplo, en raras ocasiones un abonado de Valladolid va a querer comunicarse con uno de Guayzimi.

Es muy probable que una vez que esté funcionando el sistema, el grado de afinidad cambie, afirmación basada en la experiencia de EMETEL en proyectos anteriores. Para prevenir esta situación, es necesario tener la suficiente reserva en lo que se refiere a la red de transmisión, es decir debe existir un sobredimensionamiento destinado a cubrir cualquier cambio en el grado de afinidad previsto, para evitar congestiones futuras.

Una red de conmutación óptima presenta canales directos entre todos los centros de tránsito. La red nacional de conmutación no presenta esta situación, por lo que para la provincia de Zamora-Chinchiipe no se tendrá canales de comunicación directos a todos los centros de tránsito.

En el gráfico 3.6 se observa la red de conmutación de la provincia de Zamora-Chinchiipe con los centros de tránsito de la red nacional. El tráfico se ha obtenido del cuadro 3.1.

3.3. COMPARACION DE LOS MEDIOS DE TRANSMISION

La provincia de Zamora-Chinchiipe, para los fines del diseño de la red de transmisión, se la ha dividido en cinco zonas principales, debido a la geografía accidentada de la provincia (punto 3.1.2.1). Estas zonas corresponden a: Zamora, 28 de Mayo, Yantzaza, Valladolid y Zumba.

En dichas zonas la propuesta más adecuada, es instalar en cada una de ellas una pequeña red en estrella, siendo los nodos centrales poblaciones servidas

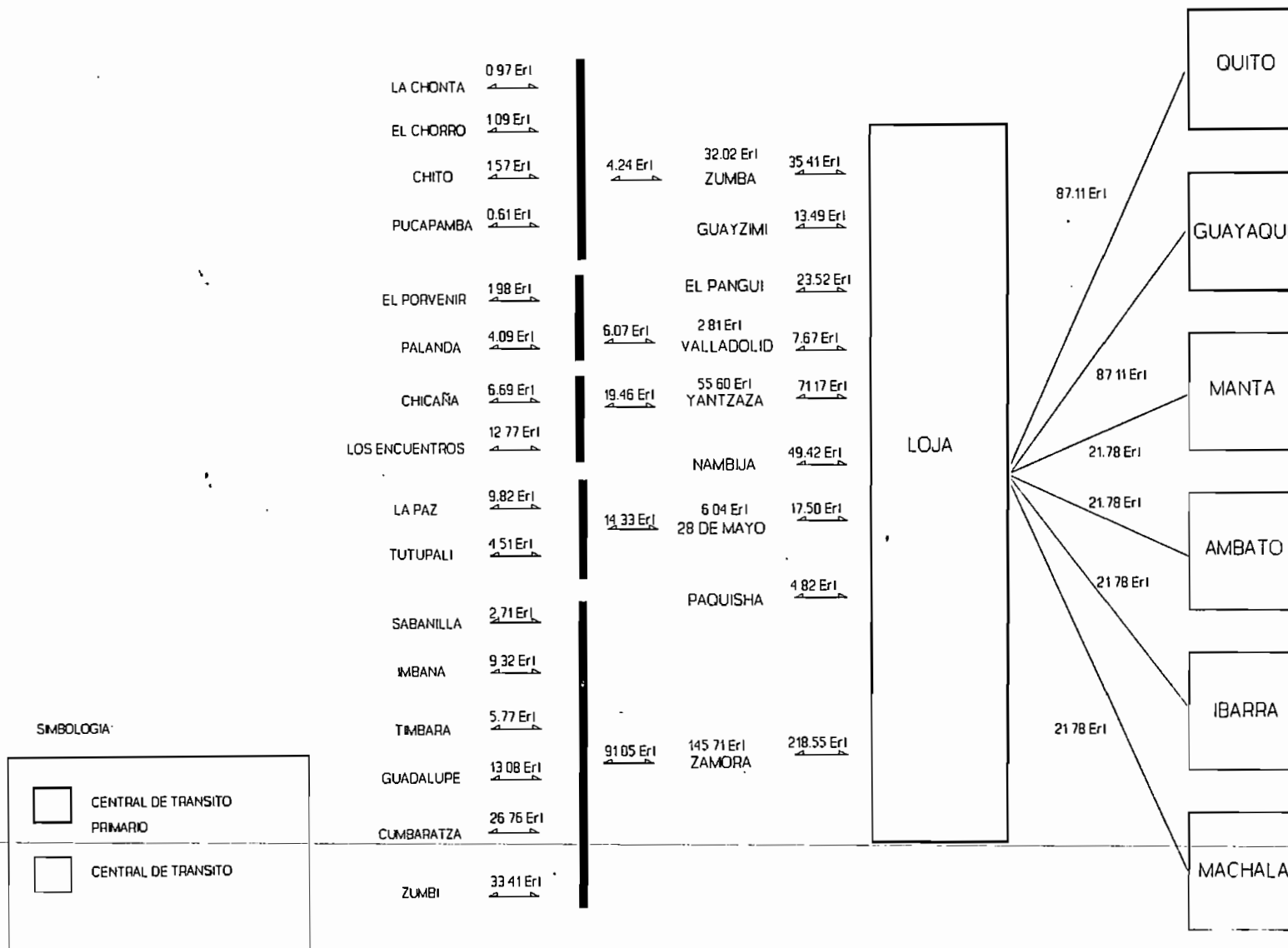


Gráfico 3.6: Topología de la red de conmutación

por DOMSAT, las poblaciones restantes solamente van a cursar el tráfico local.

Debe tomarse en cuenta que también se debe realizar el enlace entre el actual centro de tránsito (Loja) y Zamora. Este enlace consta de los tramos Loja-Cerro Huachinchambo, Cerro Huachinchambo-Cerro El Consuelo y Cerro El Consuelo-Zamora. El enlace actualmente existente consiste en una microonda analógica de 60 canales de capacidad, la cual tendría que cambiarse por un enlace digital.

Para elegir el medio de transmisión más adecuado para cada caso, es necesario primero hacer una comparación entre ellos, de acuerdo a los parámetros: número de abonados, distancia, geografía, infraestructura, etc. Este análisis debe hacerse para cada una de las zonas.

3.3.1. Análisis de los medios de transmisión

En el cuadro 3.8¹³ se presenta un resumen de la utilización del múltiplex por división en tiempo (TDM); de una manera general se muestran las alternativas de transmisión más comunes según la capacidad de información transmitida.

La transmisión por pares balanceados se limita a velocidades de hasta 2048 kbit/s y la distancia promedio entre repetidores es de 2 a 4 km, por lo que técnicamente para trayectos mayores a 10 km no resulta práctico debido a la cantidad de repeticiones.

En la década de los 70, para obtener mayores velocidades que las conseguidas mediante pares balanceados se recurrió a los cables coaxiales. Durante la década de los años 80 las fibras ópticas ganaron la batalla contra los coaxiales

¹³ Tomado de varias fuentes

y hoy en día, prácticamente sólo se instalan fibras ópticas¹⁴.

Por esta razón no se toma en cuenta la transmisión por cables coaxiales para este proyecto.

Orden TDM	Jerarquía Europea		Jerarquía Americana		Jerarquía Japonesa		Características de transmisión		Estado de desarrollo
	No. canales	VTx	No. canales	VTx	No. canales	VTx	Medio	Distancia repetidores	
1	30x64 kbit/s	2.048 kbit/s	24x64 kbit/s	1.544 kbit/s	24x64 kbit/s	1.544 kbit/s	Cable de pares simétricos	≤ 4 km	muy usado
							Radio 12.7-12.9 GHz. Mod. ASK	~ 20 km	
2	4x2.048 kbit/s	8.448 kbit/s	4x1.544 kbit/s	6.312 kbit/s	4x1.544 kbit/s	6.312 kbit/s	Cable de pares simétricos	≤ 4 km	uso
							Radio 12.7-13.25 GHz. Mod. PSK 2 fases	~ 20 km	difundido
3	4x8.448 kbit/s	34.368 kbit/s	7x6.312 kbit/s	44.736 kbit/s	5x6.312 kbit/s	32.064 kbit/s	Cable microcoaxial 0.65/2.8mm	≤ 2 km	sistemas en uso comercial
							Fibra óptica	> 50 km	
							Radio 12.7-13.25 GHz. Mod. PSK 4 fases	~ 20 km	
4	4x34.36 kbit/s	139.264 kbit/s	6x44.736 kbit/s	274.176 kbit/s	3x32.064 kbit/s	97.728 kbit/s	Cable coaxial fino 1.2/4.4mm	≤ 2 km	uso comercial común
							Radio ≥ 18 GHz Mod. PSK	≤ 5 km	
							Fibra óptica	> 50 km	
5					4x97.728 kbit/s	397.200 kbit/s	Radio ≥ 8 GHz Mod PSK	≤ 2 km	uso comercial en enlaces grandes
							Guía de onda: 20-120 GHz	10 a 20Km	
							Fibra óptica: 3X10 ⁶ GHz	1 a 2 km	
6	4x135 kbit/s	620 kbit/s	4x155 kbit/s	620 kbit/s	6x97 kbit/s	620 kbit/s	Radio 18 GHz	≤ 4 km	por aprobar CCITT
							Fibra óptica	> 50, km	

Cuadro 3.8: Utilización del múltiplex por división de tiempo

El dotar a las poblaciones que carecen de servicio, de estaciones terrenas para enlaces satelitales, es una opción desechada por resultar económicamente poco conveniente. Únicamente para el enlace Loja-Zamora es una opción factible.

La fibra óptica en la actualidad tiene una gran capacidad para la transmisión de información y generalmente es recomendada para sistemas de mediana y alta capacidad. Tomando en cuenta los requerimientos de la fibra en cuanto se refiere a su instalación, ya sea aérea o en canalización, la situación geográfica de la provincia, la accidentada infraestructura vial y la relativamente escasa

¹⁴ SISTEMAS DE TRANSMISION DIGITAL, Siemens

demanda telefónica, el autor ha decidido plantear la posibilidad de un enlace vía fibra óptica solamente entre la ciudad de Loja, actual centro de tránsito y la ciudad de Zamora. Esto debido a que se trata de un enlace de mediana capacidad.

Para el resto de poblaciones y tomando en cuenta las situaciones mencionadas anteriormente, se considera poco recomendable la utilización de la fibra óptica como medio de transmisión, pues las soluciones de radioenlaces y líneas de pares balanceados son más adecuadas.

3.3.2. Selección de los medios de transmisión

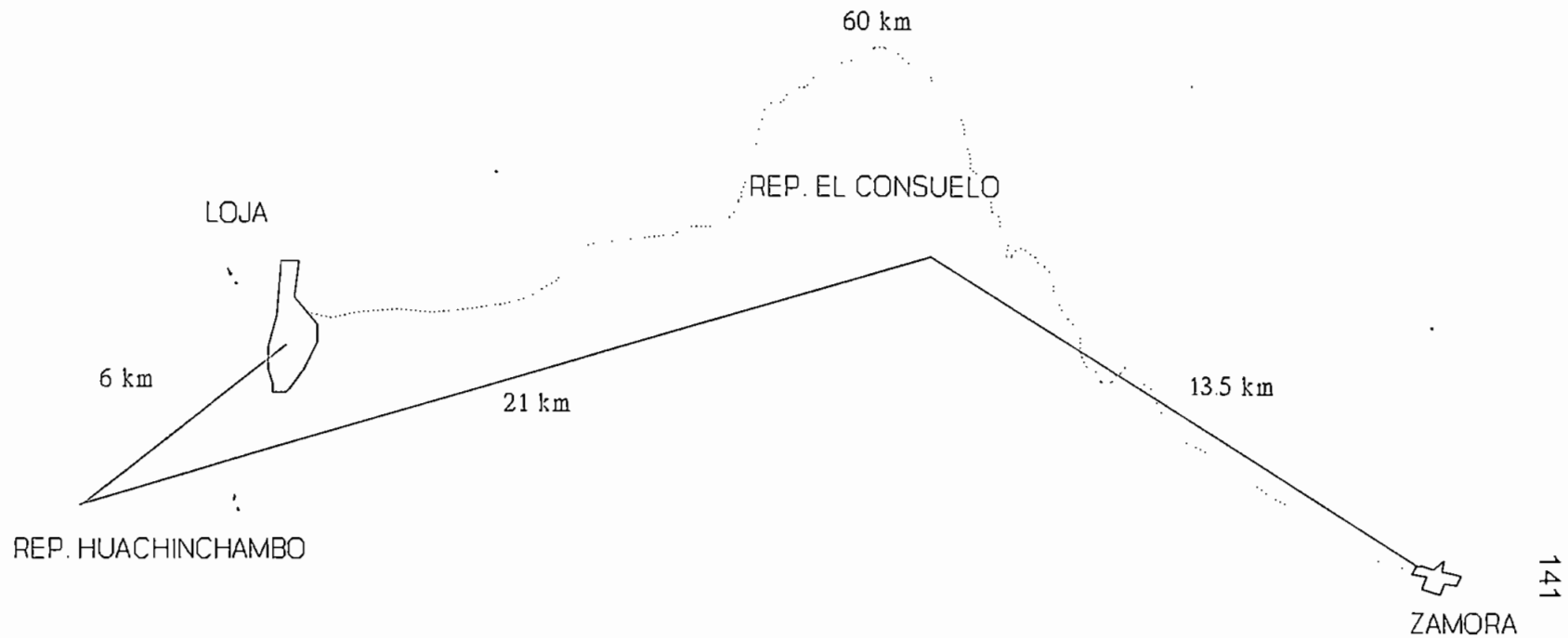
Para la selección del medio de transmisión más adecuado se debe hacer una comparación técnico-económica de las alternativas delimitadas en el punto 3.3.1, para cada uno de los enlaces de que consta la red de transmisión, ya que cada uno presenta condiciones distintas.

Se recomienda al lector mantener una revisión paralela con los costos presentes en el ANEXO 5.

3.3.2.1. Enlace Loja-Zamora

Los datos de distancias terrestres y de líneas de vista correspondientes a este enlace se encuentran en el gráfico 3.7.

Tomando en cuenta que los datos obtenidos del estudio de demanda indican que el tráfico total de larga distancia de Zamora (incluidas las poblaciones de sus alrededores, a las cuales va a servir) será de aproximadamente 237 Erlangs en el año 2010, considerando una probabilidad de pérdida del 1%, se requiere de 259 canales para servir a dicha zona. Las capacidades normalizadas que se tiene para los enlaces digitales son: 2 Mbit/s (30 canales), 8 Mbit/s (120 canales) y 34 Mbit/s (480 canales), lo que determina que el enlace



SIMBOLOGIA:



	LINEA DE VISTA
	CAMINO EXISTENTE

Gráfico 3.7: Enlace Loja-Huachinchambo-El Consuelo-Zamora

debería ser de 34 Mbit/s (480 canales).

Debido a la distancia terrestre del enlace, 60 km, no se recomienda hacerlo por medio de cable PCM, ya que se requeriría de un elevado número de regeneradores, lo cual técnicamente hace de ésta la peor solución.

Queda entonces analizar la factibilidad de realizar el enlace ya sea por fibra óptica, por radio o vía satélite.

Técnicamente, las tres soluciones son factibles. El enlace por fibra óptica requeriría de un mejoramiento del camino que une Loja con Zamora, el cual en sus últimos 20 km (del lado de Zamora) no se encuentra asfaltado y que en la actualidad soporta constantes derrumbes, debido a la permanente presencia de humedad en la zona. En todo caso se recomendaría la instalación de fibra óptica de forma aérea, lo que presenta menos problemas, para esta distancia, que la fibra canalizada.

El costo del enlace por fibra óptica aérea, según se puede revisar en el ANEXO 5, es 1'252.500 U.S.D (es un enlace de 34 Mbit/s y de 60 km de largo). Se ha considerado que el cableado utilizará la infraestructura del sistema Nacional Interconectado que une Loja con Zamora. Esto determina que el valor presente del costo del enlace por fibra óptica aérea, que incluye el mantenimiento durante 15 años, será 3'131.250 U.S.D.

Para la realización del enlace por radio, se debe tomar en cuenta que consta de tres tramos (Loja-Huachinchambo-El Consuelo-Zamora). El enlace sería de 34 Mbit/s (transmisión a 8 GHz, aproximadamente). Se debería construir una vía de acceso al punto de El Consuelo en donde se encuentran actualmente las antenas de EMETEL, ya que el mantenimiento se lo hace solamente vía helicóptero. Dicho camino de acceso debería tener por lo menos 4 km de longitud, si se toma en cuenta la más corta de las trochas que existen para el acceso a El Consuelo, que no se usa actualmente para el mantenimiento

debido a su mal estado. Además se deberían instalar celdas solares en el Consuelo¹⁵. Contemplando estos aspectos, el valor presente aproximado (del costo al final de los 15 años de vida del proyecto) será de 2'989.000 U.S.D¹⁶.

El enlace vía satélite requeriría de un enlace de 480 canales entre Zamora y Loja. Con el fin de ahorrar el ancho de banda del transpondedor, se recomienda utilizar equipos multiplicadores de circuitos (DCME)¹⁷. Generalmente se tienen relaciones de 4 a 1. La capacidad mínima del enlace entre Loja y Zamora es de 259 canales, utilizando un DCME de 4 a 1, se requerirían 65 canales en el segmento espacial. La jerarquía de transmisión más cercana a este valor es 6 Mbit/s (multiplexando 3 trenes de 2 Mbit/s, cada uno de 30 canales, en uno de 90 canales, mediante un multiplexador estadístico). Con esto se consigue un ahorro de los recursos satelitales del país, además de dar un sobredimensionamiento al enlace (ya que se estarán enviando $90 \times 4 = 360$ canales).

El valor presente del costo de este proyecto, se muestra en el capítulo 4, sería alrededor de 2'194.800 U.S.D, tomando en cuenta el costo del arriendo del transpondedor. Resulta ser la alternativa más barata y además técnicamente es recomendable porque el país tiene la suficiente reserva de segmento espacial.

Al comparar los costos de las tres alternativas (las tres son técnicamente recomendadas), se puede ver que el enlace por fibra óptica y el enlace de radio son alternativas demasiado costosas en comparación al enlace vía satélite, por lo que se recomienda realizar con esta última opción el enlace.

¹⁵ En el ANEXO 5 se muestran los costos de los elementos mencionados.

¹⁶ Tomando en cuenta que el costo de la instalación de los equipos es el 10% de su valor, y que el costo del mantenimiento anual de los equipos y del camino es también el 10%.

¹⁷ DCME = Digital circuit multiplication equipment.

3.3.2.2. Red de Zamora

Esta red permitirá servir a seis poblaciones en las inmediaciones de la capital de la provincia. Consta de dos zonas plenamente identificadas. La primera con las poblaciones de Timbara, Cumbaratza, Zumbi, Guadalupe, mientras que la segunda la forman Sabanilla e Imbana.

Primera zona

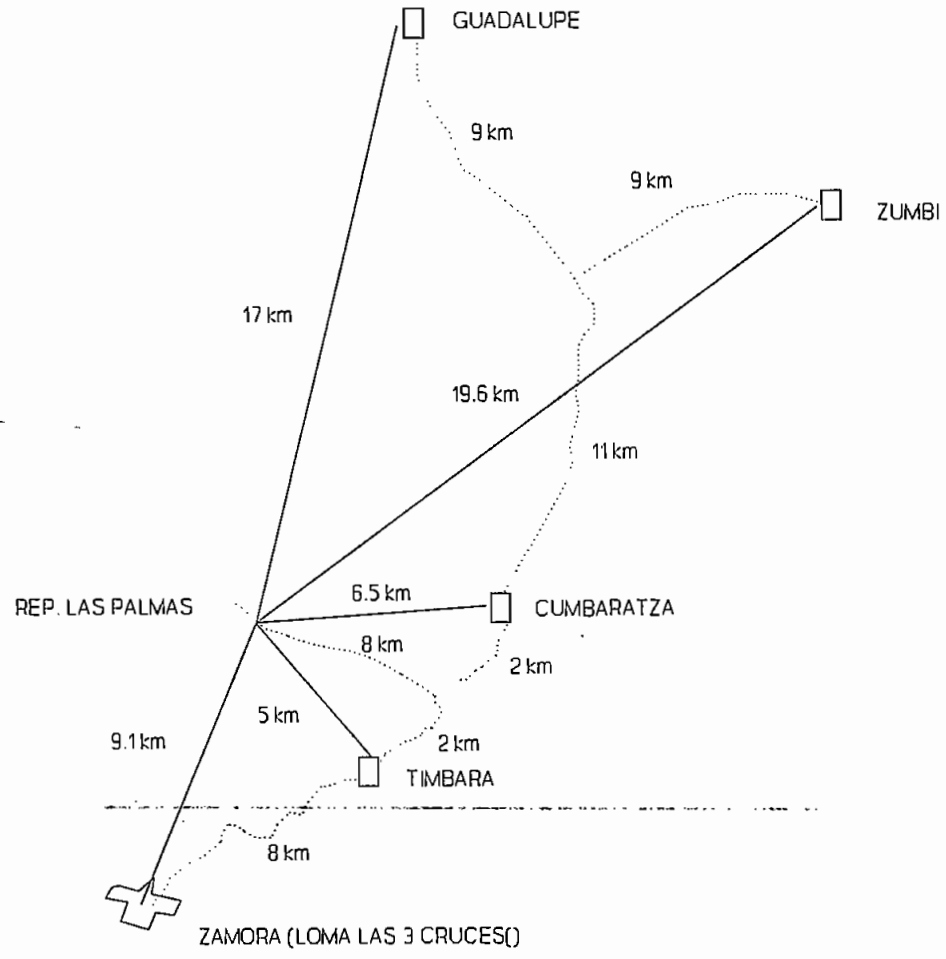
Para la primera zona, mediante el estudio de las cartas topográficas, se llegó a determinar que existe línea de vista desde una elevación denominada Las Palmas, al norte de la población de Zamora, con las poblaciones de Timbara, Cumbaratza, Zumbi y Guadalupe. En Zamora, los equipos se deberían ubicar en la loma llamada Las Tres Cruces, que es el único punto con línea de vista a Las Palmas. Esto se puede observar en el gráfico 3.8. Lo anterior permite ubicar una repetidora en Las Palmas para servir a las poblaciones mencionadas. Existe una vía de acceso que pasa justamente por el punto elegido para la repetidora.

De acuerdo al gráfico y tomando en cuenta las distancias terrestres entre las poblaciones, se podría hacer un enlace de cable PCM entre Timbara y Cumbaratza, ya que requeriría de solamente un regenerador, mientras que para las otras poblaciones, técnicamente esto no es aconsejado porque el número de regeneradores sería mayor, con las consiguientes molestias para el mantenimiento posterior de la red.

Para Guadalupe, Zumbi y Cumbaratza, se recomienda entonces realizar los enlaces vía radio.

Segunda zona.

Como se puede observar en el gráfico 3.9, las poblaciones de Sabanilla e



SIMBOLOGIA:



	LINEA DE VISTA
	CAMINO EXISTENTE

Gráfico 3.8: Zamora, zona No. 1

Imbana tienen línea de vista con la repetidora de El Consuelo. Si bien Sabanilla se encuentra a 4,4 km de dicha repetidora, debido al difícil acceso a ella, se recomienda hacer el enlace vía radio. Imbana se encuentra a 25,6 km de Sabanilla, distancia que hace que el enlace más adecuado sea igualmente el radio. Como se conoce, existe línea de vista entre El Consuelo y el edificio de EMETEL en Zamora.

De los sistemas multiacceso digitales existentes en el mercado, el SR500 de SRTelecom¹⁸, es el que presenta las mejores características, en cuanto a tecnología, capacidad de troncales, de abonados y de estaciones remotas. Sus principales características son:

1. Tecnología digital.
2. Toma 60 troncales directamente de la central telefónica.
3. La estación central (CS)¹⁹ puede manejar hasta 640 abonados remotos.
4. Posee estaciones periféricas en varias capacidades:
 - Estación en gabinete (COS)²⁰, hasta 32 abonados a la estación central.
 - Estación en rack (RMO)²¹, hasta 256 abonados.
 - Micro estación (μ OS)²², hasta 2 abonados.
5. El número de estaciones periféricas es de hasta 511.

¹⁸ En el ANEXO 2 se puede encontrar las características técnicas de los sistemas de radio de baja capacidad considerados para dar solución a las comunicaciones en estas zonas rurales.

¹⁹ CS = Central Station, estación central del sistema, va conectada a la central telefónica.

²⁰ COS = Cabinet OutStation, estación remota en gabinete

²¹ RMO = Rack Mounted Outstation, estación remota en rack

²² μ OS = Micro OutStation, microestación remota

6. El sistema permite que los abonados conectados a una misma estación remota se comuniquen entre sí, sin acceder a las troncales de la central, de tal forma es menor el tráfico soportado por ésta.

Debe tomarse en cuenta que por el número de abonados de Zumbi (865) y de Cumbaratza (632), estas poblaciones no serán parte del SR500. Se recomienda ubicar en estas dos poblaciones concentradores. De acuerdo a los tráficos totales de Zumbi (33,41 Erl) y de Cumbaratza (26,76 Erl), y de acuerdo a las Tablas de Erlang (considerando una probabilidad de pérdida del 1%), se requieren respectivamente de 45 y 38 canales para dichas poblaciones. Por lo tanto para cada población se requieren 2 enlaces E1.

Por lo tanto, Imbana, Sabanilla y Guadalupe formarán parte del sistema multiacceso digital SR500. El hecho de instalar un SMD, hace que lo más práctico sea también servir a Timbara, aprovechando la línea de vista de esta población con el cerro Las Palmas.

La configuración del SR500, tendrá la estación central en Zamora y la ubicación de las centrales remotas se muestra en el cuadro 3.9:

Parroquia	Líneas Principales	Estación Periférica
Guadalupe	268	RMO
Imbana	195	RMO
Sabanilla	57	RMO
Timbara	109	RMO

Cuadro 3.9 : Configuración del sistema SR500 para Zamora

El número total de abonados a ser manejado por el SR500 es de 629 (en el año 2010), lo cual cae dentro de la capacidad del sistema.

Debe tomarse en cuenta que el SR500, aparte de servir a la población concentrada de las parroquias indicadas, permitirá dar servicio a los abonados

dispersos de las mismas. Por ejemplo, de las 268 líneas principales totales para Guadalupe, (tómese en cuenta que se hallan multiplicadas por un factor de 1.1, según se mencionó en el punto 3.1.2.2), 159 corresponden a la población dispersa. La población dispersa de las parroquias se podrá servir directamente desde las estaciones periféricas (por medio de cable telefónico) o mediante la adición de estaciones remotas del tipo COS y μ OS. Se hace por esto necesario que para llegar a los abonados remotos, EMETEL deberá determinar su ubicación en el proceso de promoción del servicio.

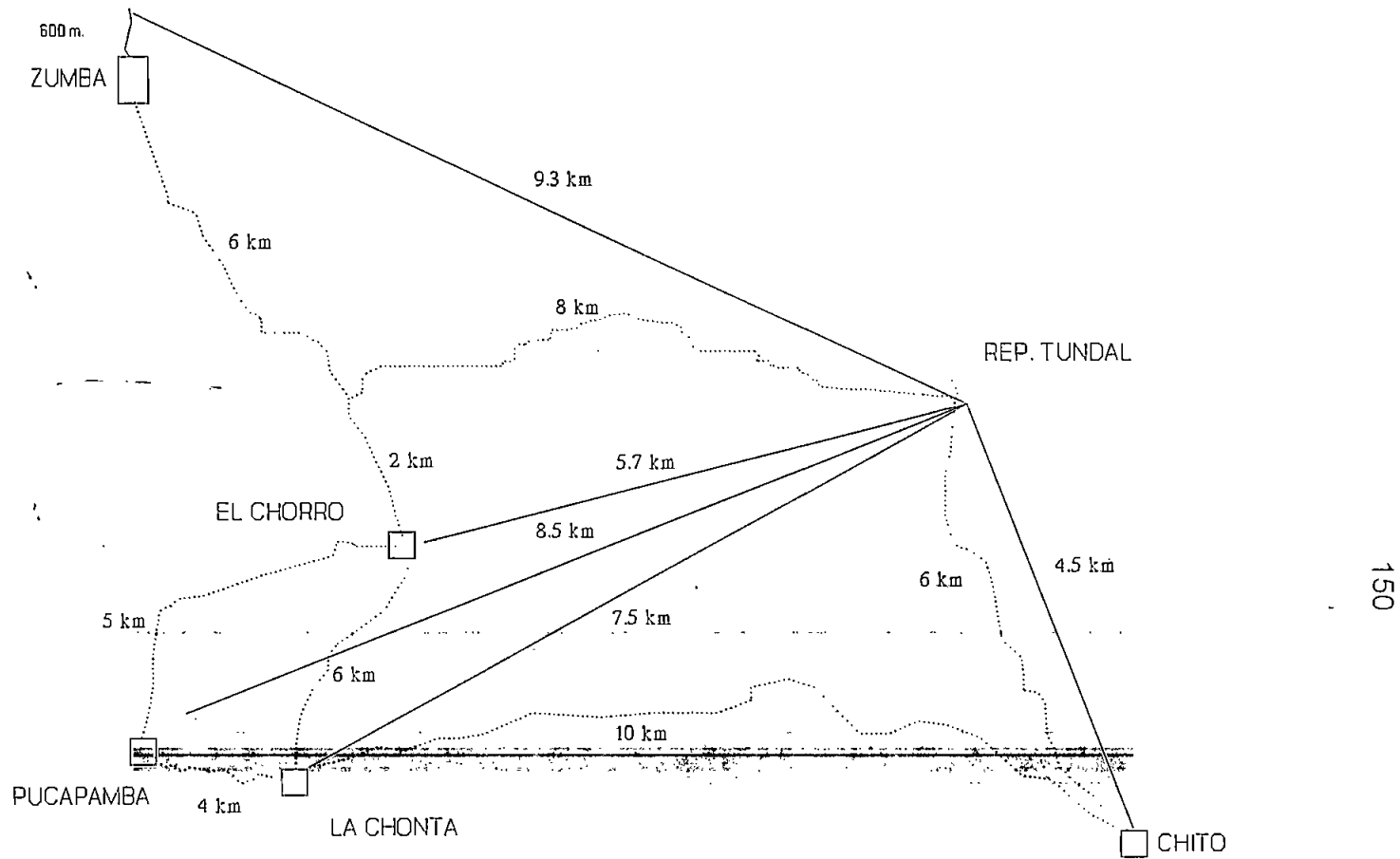
3.3.2.3. Red de Zumba

La zona de Zumba es la parte más septentrional del Ecuador. Al igual que la zona de Valladolid, son las más abandonadas de toda la provincia. Las vías de acceso dejan de ser pavimentadas poco después de Vilcabamba y son transitables por automóvil en época de verano. En invierno son abundantes los derrumbes a lo largo del camino y además la composición arcillosa del terreno hace que en esta época, aquel se vuelva intransitable.

Como se puede observar en el gráfico correspondiente (gráfico 3.10) se podría realizar enlaces terrestres El Chorro - Pucapamba y Pucapamba - La Chonta, vía cable PCM, por las cortas distancias. Debe tomarse en cuenta que para esto deberían mejorarse las vías terrestres, aún cuando existe una infraestructura de postes en la zona, debido al servicio eléctrico.

Para el resto de poblaciones de la zona, al existir línea de vista con la elevación El Tundal, lo más lógico es realizar enlaces de radio, ya que las distancias terrestres son relativamente largas para instalar cable PCM. Esto hace que si se va a instalar un SMD, es preferible servir por medio del mismo a las otras poblaciones con la que también existe línea de vista.

Por lo tanto se recomienda el instalar otro sistema multiacceso digital. Si bien el número de abonados a ser servidos (83) es reducido para la capacidad del



SIMBOLOGIA:

————	LINEA DE VISTA
.....	CAMINO EXISTENTE

Gráfico 3.10: Zona de Zumba

SR500 (640 abonados), se recomienda este sistema porque permitirá el servicio a los abonados dispersos, incluyendo en éstos a los de Zumba (según el cuadro 2.23 son 52 en el año 2010). Al igual que el punto anterior, la ubicación de los abonados remotos será determinada por EMETEL, con el fin de terminar si se servirán por cable o por medio de μ OS.

La estación central del SR500 estará en Zumba y las periféricas se muestran en el cuadro 3.10 .

Parroquia	Líneas Principales	Estación Periférica
Chito	29	COS
El Chorro	22	COS
La Chonta	19	COS
Pucapamba	13	COS

Cuadro 3.10 : Configuración del sistema SR500 para Zumba

3.3.2.4. Red de Valladolid

Las características de las vías terrestres de la zona, iguales a las de la zona de Zumba, y las distancias entre las poblaciones hacen que la vía óptima de transmisión sea el radio. Véase el gráfico 3.11.

Se recomienda instalar un sistema multiacceso digital SR500 de SRTelecom, cuya estación central estará en Valladolid. La ubicación de las estaciones periféricas se muestra en el cuadro 3.11.

Parroquia	Líneas Principales	Estación Periférica
El Porvenir	36	RMO
Palanda	77	RMO

Cuadro 3.11: Configuración del sistema SR500 para Valladolid

De igual manera que en las redes anteriores, la asignación de las micro estaciones periféricas se hará posteriormente con lo que se podrá servir a los abonados dispersos (incluido de la capital Valladolid según el cuadro 2.23, serán 14 en el año 2010)

3.3.2.5. Red de 28 de Mayo

Esta zona tiene vías terrestres que se encuentran en relativamente mejor estado que las de Zumba y Valladolid, pero las distancias entre poblaciones, hacen que la mejor vía de transmisión sea igualmente el radio. Desde la elevación de Moradillas existe línea de vista con 28 de Mayo, Tutupali y La Paz (gráfico 3.12).

Es un caso parecido al anterior, por lo que también se recomienda instalar un sistema multiacceso digital. Debe tomarse en cuenta que la ciudad de La Paz requiere de un concentrador de abonados, debido a su población. El sistema multiacceso cumpliría esa función.

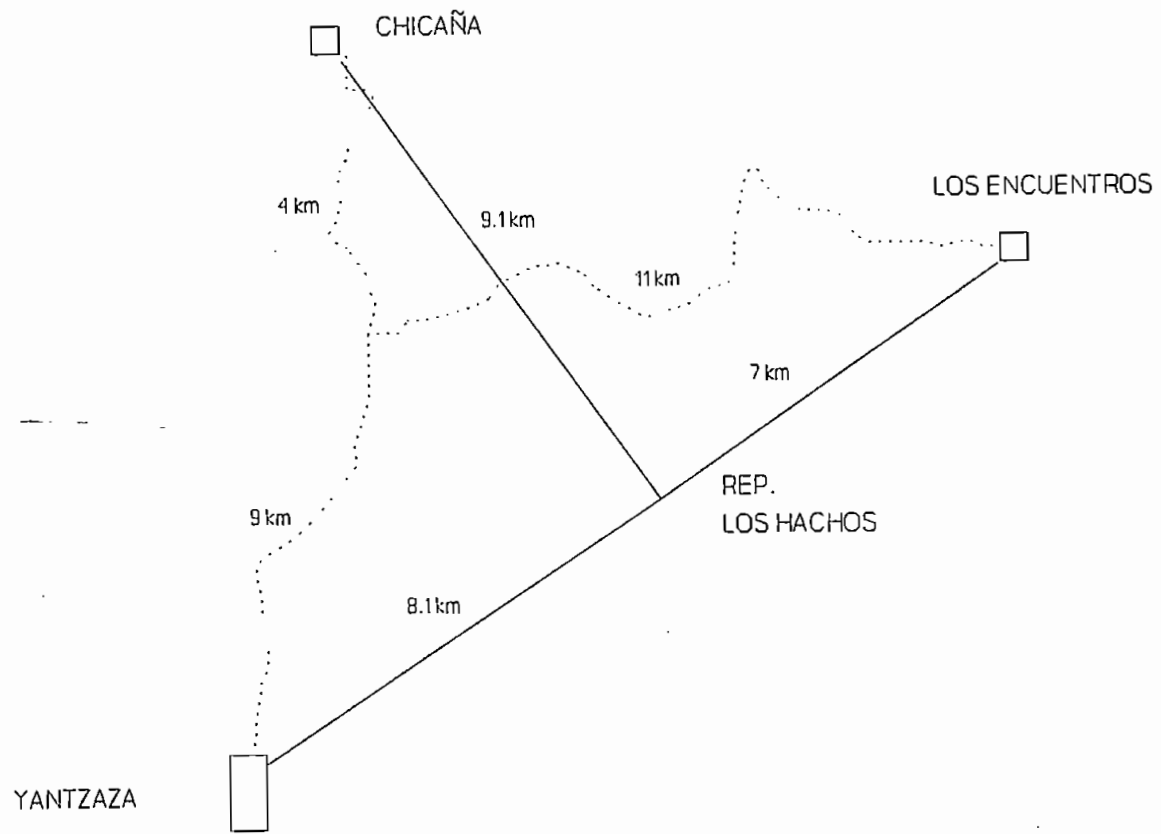
Parroquia	Líneas Principales	Estación Periférica
La Paz	225	RMO
Tutupali	97	RMO

Cuadro 3.12: Configuración del sistema SR500 para Valladolid

3.3.2.6. Red de Yantzaza

Las distancias terrestres desde Yantzaza a Chicaña y desde Yantzaza a Los Encuentros, que se visualizan en el gráfico 3.13, justifican que el enlace se haga vía radio.

De la población de Yantzaza, servida por DOMSAT y a través de una repetidora



SIMBOLOGIA:

—	LINEA DE VISTA
.....	CAMINO EXISTENTE

Gráfico 3.13: Zona de Yantzaza

a ubicarse en el cerro Los Hachos, se tiene línea de vista con Chicaña y Los Encuentros.

Presenta una situación parecida a la de 28 de Mayo y Valladolid, justifica por el número de abonados un sistema del tipo SR500 de SRTelecom. La estación central se ubicará en Yantzaza y la configuración del sistema se presenta en el cuadro 3.13²³.

Parroquia	Líneas Principales	Estación Periférica
Chicaña	125	RMO
Los Encuentros	273	RMO

Cuadro 3.13: Configuración del sistema SR500 para Yantzaza

3.4 DISEÑO DE LA RED DE TRANSMISION

3.4.1. Cálculo del enlace vía satélite Loja-Zamora

Como se mencionó en el punto 3.3.2.1, el número de canales del enlace es 90.

La velocidad de la información para 90 canales es:

$$V_{inf} = 90 \times 64 \text{ kbit/s}$$

$$V_{inf} = 5760 \text{ kbit/s}$$

La velocidad normalizada sería 6 Mbit/s.

La velocidad de transmisión se da por la fórmula:

²³ Se debe tomar en cuenta que sólo es necesario un RMO (256 abonados), ya que de las 273 líneas principales, 87 corresponden a abonados dispersos, a los cuales se servirá con micro estaciones remotas.

$$V_{Tx} = (V_{inf} + \text{overhead})/FEC \quad (3.1)$$

donde:

$$\begin{aligned} \text{overhead} &= 96 \text{ kbit/s (para señalización y alarmas)} \\ FEC &= 3/4 \end{aligned}$$

Se utiliza un factor de corrección de errores (FEC) de 3/4, para utilizar un ancho de banda menor al que se tendría con uno de 1/2.

$$V_{Tx} = (6 \text{ Mbit/s} + 0,096 \text{ Mbit/s}) * 4/3$$

$$V_{Tx} = 8,128 \text{ Mbit/s}$$

El ancho de banda ocupado se encuentra según la fórmula:

$$AB_{\text{ocupado}} = V_{Tx} \cdot 0,6 \quad (3.2)$$

$$AB_{\text{ocupado}} = 4,877 \text{ MHz}$$

El ancho de banda asignado, está dado por la fórmula:

$$AB_{\text{asignado}} = V_{Tx} \cdot 0,7 \quad (3.3)$$

$$AB_{\text{asignado}} = 5,690 \text{ MHz} \quad (\text{debe ser un múltiplo de } 22,5 \text{ kHz, que es el valor mínimo de separación de los canales en INTELSAT}).$$

Por lo tanto, el ancho de banda asignado es:

$$AB_{\text{asignado}} = 5,6925 \text{ MHz}$$

Las antenas trabajarán en una frecuencia de transmisión de 6 GHz y de recepción de 4 GHz, que son las frecuencias de trabajo del INTELSAT VII.

Las potencias disponibles de los amplificadores de alta potencia (HPA), son: 1, 5, 10, 20 y 50 W en tecnología de estado sólido y 125 W en tecnología de tubos TWT (traveling wave tube). En lo posible, no se recomienda el uso de TWT debido al costo del mantenimiento anual (alrededor de 10.000 U.S.D), muy superior al de mantenimiento de amplificadores con tecnología de estado sólido.

Se realizaron los cálculos correspondientes a la estación terrena transmisora y receptora con las fórmulas mostradas en el punto 2.3.5.

Los cálculos correspondientes al satélite se realizaron utilizando el programa de INTELSAT SS0G 600. Es un formato general, a ser llenado por los futuros usuarios del servicio satelital con los datos de los enlaces. El programa calcula la relación portadora/ruido del enlace (C/N total) con los datos de las estaciones terrenas transmisoras y receptoras y del satélite. El valor recomendado de C/N total es de 9.7 dB, con el que INTELSAT garantiza una BER de 10^{-6} con cielo despejado. El PIRE de la estación transmisora se debe variar hasta obtener el valor C/N más cercano al recomendado.

Es importante mantener una relación entre el porcentaje del ancho de banda utilizado y el porcentaje del PIRE disponible en el satélite, ya que INTELSAT asigna al Ecuador un ancho de banda y un PIRE determinados. Si el porcentaje del PIRE es mayor que el porcentaje del ancho de banda, se requeriría arrendar a INTELSAT un segmento de ancho de banda adicional.

Ejemplo de cálculo:

Enlace ascendente

Para antenas de 7 m de diámetro, la ganancia, según la fórmula 2.20 es:

$$G_{TX} = 10 \log [(\pi \cdot D / l_{TX})^2 \cdot n]$$

n = rendimiento (se ha tomado para esta tesis un valor de rendimiento del 66%)

$$l_{TX} = 0,05 \text{ m (para 6 GHz)}$$

Por lo tanto:

$$G_{TX} = 51,06 \text{ dBi}$$

Para el cálculo del PIRE de la estación terrena, se utiliza la fórmula 2.19:

$$\text{PIRE}_{et} = 10 \cdot \log P_{HPA} + G_{TX} - L_p$$

En antenas pequeñas (de 1 a 7,5 m de diámetro) y potencias de hasta 50 w, L_p es despreciable. Se hizo el cálculo con una potencia del HPA de 50 W.

$$\text{PIRE}_{et} = 10 \cdot \log (50) + 51,06$$

$$\text{PIRE}_{et} = 68,05 \text{ dB}$$

Las pérdidas por espacio libre, mediante la ec. 2.12 (la frecuencia es 6 GHz y el largo del enlace es 36.000 km), son:

$$L_{p_u} = 32,5 + 20 \log (f \cdot d)$$

$$L_{p_u} = 32,5 + 20 \log (6000 \cdot 36.000)$$

$$L_{p_u} = 199,19 \text{ dB}$$

La figura de mérito del transpondedor es - 7,5 dB/K, dato del documento IESS

410. De la misma fuente, el PIRE del satélite es 33 dBW.

El ruido térmico del enlace ascendente, según la ec. 2.18:

$$C/T_u = \text{PIRE}_{et} - L_{p_u} - G/T_s + V_a - M_{II}$$

$$C/T_u = 68,05 \text{ dB} - 199,19 \text{ dB} - 7,5 \text{ dB/K} + 1 - 1$$

$$C/T_u = -138.64 \text{ dB/}^\circ\text{K (en relación es } 1,3677 \cdot 10^{-14})$$

Enlace descendente

Para antenas de 7 m de diámetro, la ganancia en recepción, según la fórmula 2.20 es:

$$G_{RX} = 10 \log [(\pi \cdot D / \lambda_{RX})^2 \cdot \eta]$$

La longitud de onda en la frecuencia de recepción es:

$$\lambda_{RX} = 0,075 \text{ m (para 4 GHz)}$$

Por lo tanto la ganancia de la antena de 7 m. en recepción es:

$$G_{RX} = 47,54 \text{ dB}$$

El cálculo de la figura de mérito \tilde{G}/T de la estación terrena se hace mediante la fórmula 2.23:

$$G/T_{et} = G_{RX} - 10 \cdot \log T_s$$

El valor de T_s es de 80°K para antenas de diámetro menor a 7,5 m y vale 70°K para antenas de diámetro mayor.

$$G/T_{et} = 47,54 - 10 \log (80)$$

$$G/T_{et} = 28,51 \text{ dB/K}$$

El PIRE del satélite es 33 dBW. La densidad de flujo de saturación, F_d es - 73 dBW/m². G_1 es la ganancia de una antena de 1 m² y vale 37 dB.

Las pérdidas por espacio libre, mediante la ec. 2.12 (la frecuencia es 4 GHz y el largo del enlace es 36.000 km), son:

$$L_{p_d} = 32,5 + 20 \log (f * d)$$

$$L_{p_d} = 32,5 + 20 \log (4000 * 36.000)$$

$$L_{p_d} = 195,67 \text{ dB}$$

La diferencia entre el "backoff" de entrada y salida del satélite, $Boff$, se considera 4 dB.

El $PIRE_d$, en el enlace descendente, es, según la ecuación 2.22:

$$PIRE_d = PIRE_{et} - L_{p_u} + M_{||} + G_1 - F_d + V_a + Boff + PIRE_s$$

$$PIRE_d = 68,05 - 199,19 + 1 + 37 - (- 73) + 1 + 4 + 33$$

$$PIRE_d = 17,9 \text{ dBW}$$

A este $PIRE_d$ se le suma 2,5 dB como margen de ventaja, tomando en cuenta la más pequeña de las estaciones terrestres:

$$PIRE_{s,d} = 17,9 + 2,5$$

$$\text{PIRE}_{sd} = 20,4 \text{ dBW}$$

Se tiene que, con la fórmula 2.21, el ruido térmico del enlace descendente es:

$$C/T_d = \text{PIRE}_{sd} - L_{p_d} + G/T_{et} - M$$

Como se mencionó en el capítulo 2, el margen de apuntamiento M se considera 1 dB.

$$C/T_d = 20,4 \text{ dBW} - 195,76 \text{ dB} + 28,51 \text{ dB/K} - 1 \text{ dB}$$

$$C/T_d = -147,9 \text{ dB} \quad (\text{en relación equivale a } 1,6218 \cdot 10^{-15})$$

Interferencia cocanal

El programa SSOG 600, da un valor de C/T debido a interferencias cocanal de -1.44 dB (en relación equivale a $3,9811 \cdot 10^{-15}$).

Interferencia por intermodulación de la estación terrena

El SSOG 600 da un valor de -143,6 dB (en relación equivale a $4,3652 \cdot 10^{-15}$)

Interferencia por intermodulación del transpondedor

SSOG 600 da el valor de -137,8 dB (en relación equivale a $1,6596 \cdot 10^{-14}$)

Una vez conseguidos los valores de C/T necesarios, se utiliza la fórmula 2.17. Los valores deben estar en relación y no en dB.

$$1/(C/T_{tot}) = 1/(1,3677 \cdot 10^{-14}) + 1/(1,6218 \cdot 10^{-15}) + 1/(3,9811 \cdot 10^{-15}) + 1/(4,3652 \cdot 10^{-15}) + 1/(1,6596 \cdot 10^{-14})$$

$$C/T_{\text{tot}} = -150,9 \text{ dB}$$

Finalmente, aplicando la fórmula 2.16:

$$C/N_{\text{tot}} = C/T_{\text{tot}} + k - 10 \log AB_{\text{oc}}$$

$$C/N_{\text{tot}} = -150,9 + 228,6 - 10 \log (5,7 \cdot 10^9)$$

$$C/N_{\text{tot}} = 10,1 \text{ dB}$$

Con estos valores y con los datos del satélite INTELSAT VII 310²⁴, se obtuvo del programa de INTELSAT, los datos de C/N del satélite de 10,1, el cual es mayor al valor recomendado de 9,7.

Mediante el uso del programa, también se determinó que el PIRE usado del satélite es 20,8 dB, lo que es menor a los 33 dB disponibles por nuestro país. Debe tomarse en cuenta que de los 33 dB de PIRE asignados en el satélite, 3 dB se guardan como margen. Los 30 dB son potencia útil y corresponden a 1000 W. Los 20,8 dB (120 W) usados para el enlace Loja-Zamora, corresponden al 12% del PIRE del satélite. El ancho de banda disponible en el satélite es de 72 MHz y según el programa SSOG, para el enlace Loja-Zamora se han usado 9,8 MHz (ya que son 2 portadoras de 4,9 MHz), lo que corresponde al 13,6%. Como se puede observar, existe un balance entre el PIRE y el ancho de banda ocupado.

En el cuadro 3.14 se muestran los resultados obtenidos con el procedimiento descrito, para diámetros de antena normalizados. Se puede observar que con antenas de 7,5 m de diámetro se tiene una C/N_{sat} mejor (11,1 dB), pero se consume más PIRE del satélite. Con antenas de 6 m. la C/N_{sat} es 8,2, lo que

²⁴ Documento IESS 410

es menor al valor requerido para tener la BER deseada. De estos resultados, se recomienda realizar el enlace vía satélite entre Loja y Zamora con antenas de 7m. de diámetro y con un HPA de 50W.

Diámetro antena	GTx dB1	GRx dB1	PIRE dBH	HPA W	G/T _e dB/K	C/N total dB	PIRE (dBW) USADO satélite	% PIRE USADO satélite	AB (MHz) USADO satélite	% AB satélite
6 m	49.72	46.2	66.71	50	27.17	8.2	19.4	8.7	9.8	13.6
7 m	51.06	47.54	68.05	50	28.51	10.1	20.8	12.0	9.8	13.6
7.5 m	51.66	48.14	68.65	50	29.65	11.1	21.4	13.9	9.8	13.6

Cuadro 3.14: Tabla de resultados para las estaciones terrenas del enlace Loja-Zamora

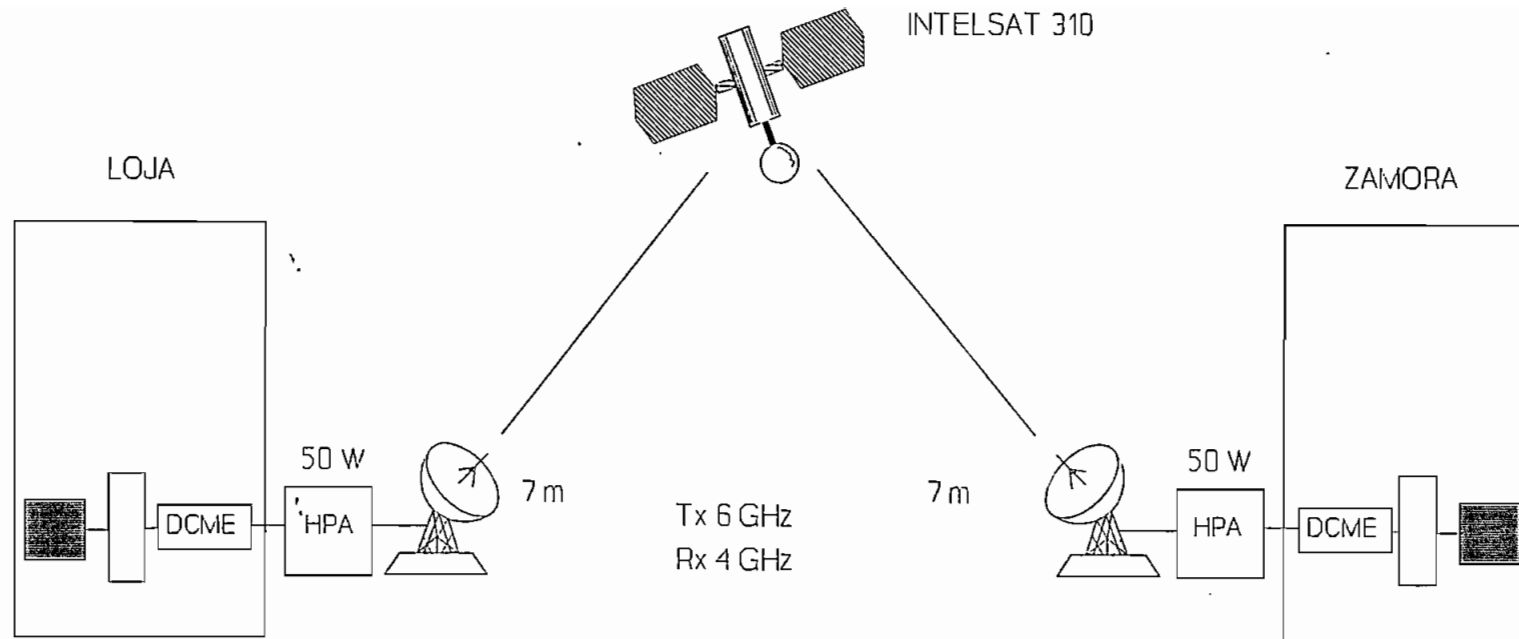
En el gráfico 3.14 se muestra la configuración del enlace vía satélite Loja-Zamora.

3.4.2. Redimensionamiento del proyecto DOMSAT para la provincia de Zamora-Chinchipe.

Para que las estaciones terrenas del proyecto DOMSAT, a ubicarse en la provincia de Zamora-Chinchipe, posean la capacidad requerida por el estudio de demanda, es necesario manipular los parámetros que determinan la transmisión vía satélite: diámetro de la antena y la potencia del amplificador (HPA).

En el cuadro 3.15 (tomado del cuadro 3.1), se muestran las capacidades actuales (dispuestas por EMETEL) y las requeridas, según el presente estudio, para realizar el servicio.

Para evitar, en lo posible, el cambio de antenas, cada caso se analizó la posibilidad de servir a las poblaciones DOMSAT con las mismas antenas. Como la velocidad de información requerida en todos los casos es mayor a la considerada por EMETEL, y con el fin de ahorrar el ancho de banda ocupado del satélite, se decidió utilizar equipos multiplicadores de circuitos, DCME, en



Simbología:

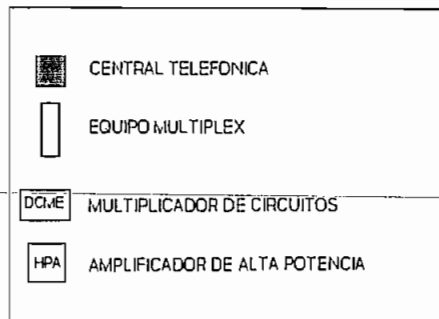


Gráfico 3.14: Enlace Loja-Zamora

CANTON	DIAMETRO ANTENA ACTUAL (m)	VELOCIDAD INFORMACION ACTUAL (kb/s)	CANALES REQUERIDOS	VELOCIDAD INFORMACION REQUERIDA (kb/s)	VELOCIDAD INFORMACION CODIFICADA (LCME)
Paquisha	4,5	128	30	2048	512
San Carlos	4,5	256	60	4096	1024
Zumba	4,5	256	60	4096	1024
Valladolid	4,5	64	16	1024	256
Guayzimi	4,5	128	30	4096	512
28 de Mayo	4,5	128	30	4096	512
Yantzaza	6,0	512	120	8192	2048
El Pangui	4,5	256	30	2048	512

Cuadro 3.15: Redimensionamiento del proyecto DOMSAT

relación de 4 a 1. Por lo tanto, el análisis de los enlaces, se realizó para los valores de velocidad de información codificada del cuadro 3.15.

Utilizando el programa SSOG 600 y siguiendo el procedimiento de cálculo descrito en el ejemplo del punto 3.4.1, se ha calculado los valores de los amplificadores de alta potencia, HPA, (sin cambiar el diámetro de las antenas existentes) para que las estaciones terrenas puedan manejar el número de canales calculado en el estudio de demanda. No se ha considerado la opción de que las antenas tengan como estación central a la de Loja, sino que permanezcan orientadas hacia la estación terrena de Quito (antena de 18,3 m. de diámetro).

En el programa SSOG se introdujo los diámetros de las antenas, y la velocidad de información, luego se fue variando el valor del PIRE de cada estación terrena, hasta lograr un valor de C/N_{tot} lo más cercano a 9,7 dB. De la fórmula 2.19, se puede despejar el valor de la potencia del HPA:

$$10 \log P_{HPA} = G_{TX} - PIRE_{et}$$

En el cuadro 3.16, se muestran los resultados.

DIAMETRO ANTENA (m)	VELOCIDAD INFORMACION (kb/s)	PIRE CALCULADO (dBW)	C/N _{tot} (dB)	G _{tx} (dBi)	P _{HPA} CALCULADA (W)	P _{HPA} ASIGNADA (W)
4,5	256	50,5	9,7	47,22	2,1	5
4,5	512	54,5	10,0	47,22	5,3	10
4,5	1024	57,0	9,9	47,22	9,5	20
6,0	2048	59,5	9,7	49,72	9,5	20

Cuadro 3.16: Resultados de redimensionamiento DOMSAT

En el cuadro 3.17, se muestran los cambios de amplificadores de alta potencia que se deben hacer en las estaciones terrenas DOMSAT. La estación de Valladolid no requiere de cambio alguno.

El SSOG 600, determina que el PIRE total utilizado del satélite, con estas ampliaciones, es de 21,4 dBW. Recordando que el PIRE disponible por el país es de 33 dBW (manteniendo un resguardo de 3 dBW), la potencia disponible es 1000 W. Esto indica que el porcentaje de PIRE usado del satélite es el 13,8%.

CANTON	P _{HPA} DISPONIBLE ACTUAL (W)	P _{HPA} REQUERIDO (W)
Paquisha	5	10
San Carlos	5	20
Zumba	5	20
Valladolid	5	5
Guayzimi	5	10
28 de Mayo	5	10
Yantzaza	10	20
El Pangui	5	10

Cuadro 3.17: Cambios de HPA

El ancho de banda utilizado es de 11,4 MHz, de un total disponible de 72 MHz, corresponde al 15,7%. Se observa que existe un balance aceptable de los recursos del satélite.

3.4.3. Cálculos de los enlaces vía radio

De lo visto en 3.3.2. todos los enlaces se harán vía radio, incluyendo en éstos a los sistemas multiacceso digitales. Para ellos, los diagramas de perfil se realizaron utilizando un programa diseñado en la Subgerencia de Ingeniería de EMETEL. Este programa, basado en una hoja electrónica, permite, introduciendo los datos de altura, distancia, frecuencia de trabajo y localización geográfica de los sitios donde se ubicarán los equipos, determinar: la corrección de altura por curvatura de la tierra, la primera zona de Fresnel y si existe línea de vista entre los puntos del enlace. De haber obstrucción, el programa determina el porcentaje de la primera zona de Fresnel que se encuentra despejada. Los cálculos se hacen para un factor de corrección de altura de $4/3$. Se calcula además la atenuación por espacio libre.

Los resultados del uso de este programa, para cada uno de los enlaces, se pueden visualizar en el ANEXO 3.

Para los cálculos de los sistemas de antena, alimentadores, señal transmitida y recibida se utilizó el programa LINKIT de la compañía canadiense SR Telecom Inc. Dicho programa (también una hoja electrónica) ha sido diseñado para realizar cálculos en los sistemas multiacceso propietarios de SR Telecom Inc. de las series SR100 y SR500. Se ha asumido que los resultados de los cálculos servirán para cualquier otro sistema multiacceso digital y además para los cálculos de los enlaces de radio punto a punto de las poblaciones de Cumbaratza y Zumbi. Esto se justifica debido a que en general todos los sistemas de radio en cada banda de frecuencia tienen características semejantes y cumplen las recomendaciones del CCITT.

Debido a las frecuencias de trabajo (en el rango de 1.5 GHz) y a las características topográficas del terreno (montañoso y cubierto de vegetación), no se hace el cálculo del punto de reflexión, ya que la influencia del rayo reflejado sobre el rayo directo será mínima.

3.4.3.1. Cálculos del terreno

Para calcular la rugosidad del terreno, se debe escoger un factor, de acuerdo a la topografía de la zona:

a = factor del terreno:	0.25 (áspero, montañoso)
	1.00 (terreno corriente)
	4.00 (llano, costeño)

Una vez elegido el factor (tomando en cuenta que en general en la provincia se tienen perfiles montañosos, se ha elegido para todos los enlaces un factor de 0.5), se calcula la rugosidad del terreno mediante la fórmula:

$$r = 15,27 * a^{-0.76923} \text{ (m)} \quad (3.4)$$

El factor concerniente al clima, se escoge de acuerdo a los siguientes tipos:

B = factor climático:	0.50 (clima muy seco)
	1.00 (clima templado)
	2.00 (clima cálido húmedo)

En el programa se utiliza dicho factor B multiplicado por $2 \cdot 10^{-5}$.

3.4.3.2. Datos del sistema de antena

Debe tomarse en cuenta que en el sistema SR500, se tiene la configuración de transceptores mostrada en el gráfico 3.15.

La estación central en el enlace saliente, utiliza una antena de tipo omnidireccional si va a servir directamente a estaciones periféricas y repetidoras, o una antena direccional (puede ser de panel, parabólica o yagui) si va a conectarse con una sola repetidora.

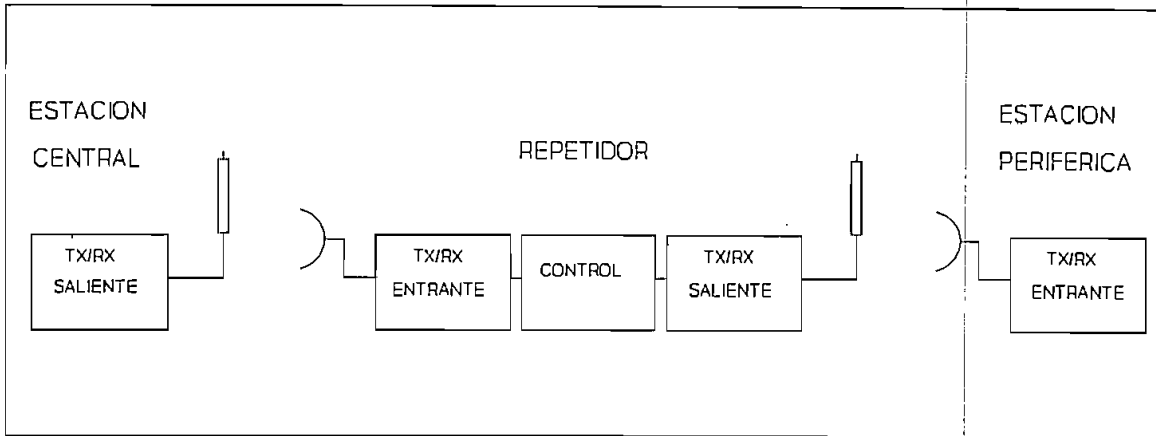


Gráfico 3.15 : Configuración de transceptores en el SR500

Una repetidora utiliza en su transceptor entrante una antena direccional. En el transceptor saliente, si va a servir a dos o más estaciones periféricas (o repetidoras), utiliza una antena omnidireccional, caso contrario (sólo a una estación periférica o a una sola repetidora), utiliza una antena direccional.

Una estación periférica utiliza en el transceptor entrante una antena direccional.

LINKIT posee tablas de datos de varios tipos de cables de alimentación y antenas, a elección del usuario. Al elegir un tipo de cable alimentador y dar su longitud, calcula la atenuación en la línea de transmisión a la frecuencia de trabajo. Se toma en cuenta además la atenuación de los conectores.

La pérdidas del trayecto se calculan mediante la fórmula:

$$L_{tt} = A_t + L_{ob}$$

(3.5)

donde:

- Ltt : pérdida total del trayecto
- At : atenuación por espacio libre (fórmula 2.12)
- Lob : pérdidas por obstrucción de la primera zona de Fresnel

La pérdida total del sistema de antenas se calculan mediante la fórmula:

$$La = Ll + Ls + La + Ld + Lc \quad (3.6)$$

donde:

- La : pérdida total del sistema de antenas
- Ll : pérdidas en la línea de transmisión
- Ls : pérdidas en el splitter²⁵ (3,5 dB)
- La : pérdidas en el atenuador²⁶
- Ld : pérdidas por desviación de eje²⁷
- Lc : pérdidas en conectores (0,5 dB)

La ganancia neta del sistema de antenas, se calcula mediante la fórmula:

$$Gna = Gi - La \quad (3.7)$$

donde:

²⁵ Combinador separador de frecuencias, que alimenta a dos o más antenas separadas, o para equipos de radio con duplicación.

²⁶ Es un dispositivo destinado a compensar las señales recibidas o para mantener la potencia en un nivel determinado.

²⁷ Pérdida debida a una antena situada fuera del eje principal de radiación.

Gna : ganancia neta del sistema de antenas

Gi : ganancia de antena isotrónica

La : pérdida total del sistema de antenas

La potencia emitida en transmisión, se calcula mediante la fórmula:

$$Pet = Pt + Gna1 + Gna2 \quad (3.8)$$

donde:

Pet : potencia emitida en transmisión

Pt : potencia del transmisor (36 dBm)

Gna1 : ganancia neta del sistema de antenas en transmisión

Gna2 : ganancia neta del sistema de antenas en recepción

La potencia recibida se obtiene mediante:

$$Pr = Pet - Ltt \quad (3.9)$$

donde:

Pr : potencia recibida

Pet : Potencia emitida en transmisión

Ltt : pérdidas totales del trayecto

El margen de desvanecimiento se define como:

$$Md = Pr - Us \quad (3.10)$$

donde:

Md : margen de desvanecimiento

Pr : potencia recibida
 Us : umbral del sistema

3.4.3.3. Tasa de bit erróneos y disponibilidad

La recomendación G.821 del CCITT estipula los siguientes límites a cada extremo de una porción de grado local del circuito hipotético de referencia, medidos a nivel de 64 kbit/s:

- a) Degradación de minutos: menos de 1,5% de intervalos de 1 minuto con una tasa de bits erróneos superior a 10^{-6} , o menos de 0,01% de intervalos de 10 minutos con más de 38 errores.
- b) Errores graves de segundos: menos de 0,015% de intervalos de 1 segundo con una tasa de bits erróneos superior a 10^{-3} . Esto equivale a una disponibilidad de 99,985% en un umbral de BER de 10^{-3} o una interrupción de $1,500 \cdot 10^{-4}$, igual a 394 segundos.
- c) Errores de segundos; menos de 1,2% de intervalos de 1 segundo con errores.

El algoritmo usado para el cálculo de la disponibilidad/interrupción de los enlaces fue el de "Barnett and Vigants", recomendado por SR Telecom.

Para el cálculo del peor mes de interrupciones, el criterio establece la siguiente fórmula.

$$U = a * B * 6 * 10^{-7} * f * d^3 * 10^{-(U/10)} \quad (3.11)$$

donde:

U : peor mes de interrupciones (resultado entre 0 y 1)

td : temporada de desvanecimientos

Los rangos de temperatura media anual deben estar entre 2 y 24°C.

A partir del gráfico 3.16 se presentan las configuraciones para cada enlace vía radio del proyecto.

3.4.3.4. Ejemplo de cálculo

Tomando como ejemplo el enlace Las Palmas-Zamora. Se tendrá en el transceptor saliente de Zamora una antena direccional. De igual manera, en el transceptor entrante de Las Palmas se tendrá una antena direccional.

a. Cálculos del terreno

El factor elegido para el terreno es de 0,5. Para toda la provincia se tomará este factor, ya que es una zona montañosa e irregular. Esto determina que utilizando la fórmula 3.4 se tenga:

$$r = 15,27 (0,5)^{-0,76923}$$

$$r = 26,02 \text{ m.}$$

El factor climático, para el sitio de Las Palmas, se considera un clima templado (2226 m.s.n.m) por lo que se asigna un factor climático de 1. Para Zamora (1200 m.s.n.m), se considera un clima cálido húmedo, por lo que el factor será de 2. LINKIT multiplica dichos valores por $2 \cdot 10^{-5}$.

La longitud del trayecto se puede ingresar directamente ó calcular por medio de las coordenadas de los sitios.

Tomando en cuenta que la frecuencia de trabajo del SR500 es de 1,5 GHz, el largo del enlace Las Palmas-Zamora es 9,1 km, por lo tanto la pérdida por espacio libre es, según la ecuación 2.12:

$$A_t = 32,5 + 20 \log (1500 \cdot 9,1)$$

$$A_t = 115,2 \text{ dB}$$

Como para los enlaces se ha considerado líneas de vista y la primera zona de Fresnel totalmente despejada, no hay atenuación por obstrucción. Aplicando la ec. 3.5 se tiene el valor de las pérdidas totales del trayecto.

$$L_{tt} = A_t + L_{ob}$$

$$L_{tt} = 115,2 \text{ dB} + 0 \text{ dB}$$

$$L_{tt} = 115,2 \text{ dB}$$

b. Sistema de antena

Debido a la frecuencia de trabajo, se ha elegido como línea de transmisión cable coaxial de 1/2" de dieléctrico Foam, el cual presenta una atenuación de 10 dB/100 m.

En las Palmas se han tomado en cuenta las siguientes pérdidas en la línea de transmisión:

$L_l = 2,8 \text{ dB}$ (pérdidas en la línea de transmisión, 20 m de antena y 5 m para llegar al equipo dan una atenuación de 2,5 dB y se añaden 0,3 dB del puente)

$L_s = 3,5 \text{ dB}$ (pérdidas en el splitter porque es la repetidora central del SMD y requiere de diversidad)

$L_a = 0$ dB (no se ha tomado en cuenta atenuador)

$L_d = 0$ dB (no se consideran pérdidas por desalineamiento del eje de la antena)

$L_c = 0,5$ dB (pérdidas en conectores)

Todo esto determina que las pérdidas en el sistema de antenas, según la fórmula 3.6, en Las Palmas sean:

$$L_a = 2,8 + 3,5 + 0 + 0 + 0,5$$

$$L_a = 6,8 \text{ dB}$$

Las pérdidas del sistema de antenas en Zamora serán:

$L_l = 1,8$ dB (pérdidas en la línea de transmisión, 10 m de antena y 5 m para llegar al equipo dan una atenuación de 1,5 dB y se añaden 0,3 dB del puente)

$L_s = 3,5$ dB (pérdidas en el splitter porque es la estación central del SMD y requiere de diversidad)

$L_a = 0$ dB (no se ha tomado en cuenta atenuador)

$L_d = 0$ dB (no se consideran pérdidas por desalineamiento del eje de la antena)

$L_c = 0,5$ dB (pérdidas en conectores)

$$L_a = 1,8 + 3,5 + 0 + 0 + 0,5$$

$$L_a = 5,8 \text{ dB}$$

El tipo de antena elegido para Las Palmas (entrante) y Zamora (saliente) es direccional. Se escogió antenas de panel de 11 dB de ganancia, la de menor ganancia de las disponibles (la más económica).

La ganancia neta del sistema de antena en Las Palmas será, según la fórmula 3.7:

$$G_{na1} = 11 - 6,8$$

$$G_{na1} = 4,2 \text{ dB}$$

La ganancia neta del sistema de antena en Zamora será, según la fórmula 3.7:

$$G_{na2} = 11 - 5,8$$

$$G_{na2} = 5,2 \text{ dB}$$

c. Tasa de bits erróneos y disponibilidad

La potencia de salida del transmisor es 36 dBm. La potencia emitida en transmisión es, según la fórmula 3.8:

$$P_{et} = 36 + 4,2 + 5,2$$

$$P_{et} = 45,4 \text{ dBm}$$

La potencia recibida, mediante la fórmula 3.9, es:

$$P_r = 45,4 - 115,2$$

$$P_r = -69,8 \text{ dBm}$$

El umbral del sistema es -88 dBm , para tener una BER de $1 \cdot 10^{-6}$. El margen de desvanecimiento, según la fórmula 3.10 es:

$$M_d = -69,8 - (-88)$$

$$M_d = 18,2 \text{ dB}$$

Como se mencionó, el factor de terreno elegido es de 0,5. y el climático (en recepción: Zamora) es 2.

El peor mes de interrupciones, según la fórmula 3.11 es:

$$U = 0,5 * 2 * 6 * 10^{-7} * 1,5 * (9,1)^3 * 10^{-(18,2/10)}$$

$$U = 1,0265 * 10^{-5}$$

La diferencia de la parte decimal del resultado de U con el del programa, se debe a que LINKIT trabaja con más decimales que los mostrados en los resultados de largo del enlace y del margen de desvanecimiento.

El peor mes de interrupciones, expresado en segundos es:

$$U = 1,0265 * 10^{-5} * 365,25 * 24 * 3600 / 12$$

$$U = 27 \text{ segundos}$$

De igual forma, la diferencia con el valor calculado por LINKIT se debe al número de decimales con que trabaja el programa.

La disponibilidad es, según la fórmula 3.12:

$$D = (1 - U * td) * 100$$

Se debe calcular la temporada de desvanecimiento en años, (en LINKIT el resultado se muestra en días).

$$td = (\text{temperatura media } [^{\circ}\text{C}] * 1,8 + 32) * 91,3 / (50 * 365)$$

$$td = (20 * 1,8 + 32) * 91,3 / (50 * 365)$$

$$t_d = 0,3402 \text{ años}$$

$$D = (1 - 1,0265 \cdot 10^{-5} \cdot 0,3402) \cdot 100$$

$$D = 99,99965\%$$

El tiempo inferior al nivel sin protección (en segundos por año), es, según la fórmula 3.14:

$$t_{sp} = U \cdot 31557600 \cdot t_d$$

$$t_{sp} = 1,0265 \cdot 10^{-5} \cdot 31557600 \cdot 0,3402$$

$$t_{sp} = 110,2 \text{ segundos}$$

El valor de D es menor al 99,99985% objetivo (con este valor se logra una BER de 10^{-6} , según el criterio de Barnet & Vigants), por lo que se debe incrementar el margen de desvanecimiento, para lo cual existen las siguientes opciones:

- Elegir una antena de mayor ganancia.
- Elegir una línea de transmisión de menores pérdidas.

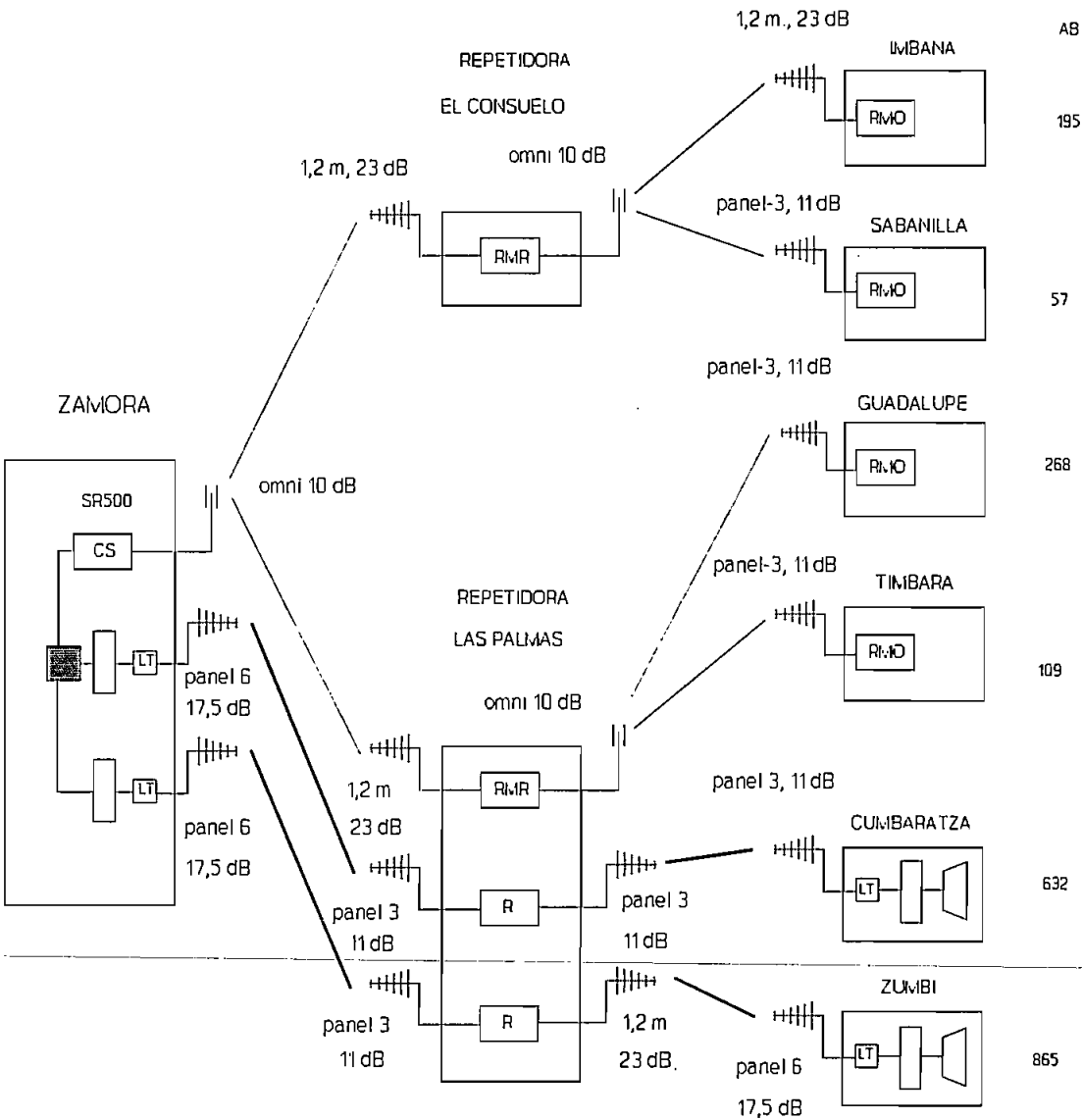
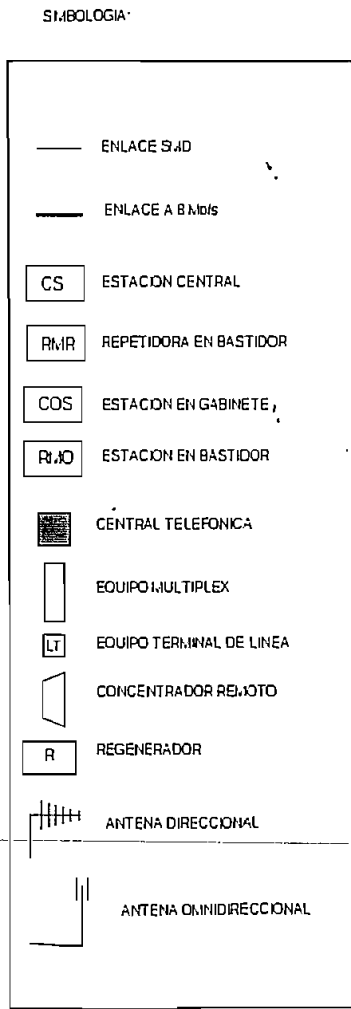
Debido a que la longitud de la línea de transmisión en Zamora es de 15 m., la diferencia de pérdidas entre el cable 1/2" (1,5 dB en esa longitud) y el cable de 7/8" (0,885 dB) es muy pequeña, lo que significa una mínima contribución a mejorar la potencia recibida. Esto se comprobó en el programa. Al cambiar las líneas de transmisión en Las Palmas y Zamora de 1/2" a 7/8", la disponibilidad llegó al valor 99.99976%.

En cambio al elegir para el lado de Zamora una antena de panel de 17,5 dB, la contribución a la potencia recibida es mayor. Se hizo dicho cambio en el programa (manteniendo las líneas de transmisión de 1/2"), y siguiendo el mismo

procedimiento se llegó a un valor de disponibilidad de 99,99992%, el cual es mayor al objetivo.

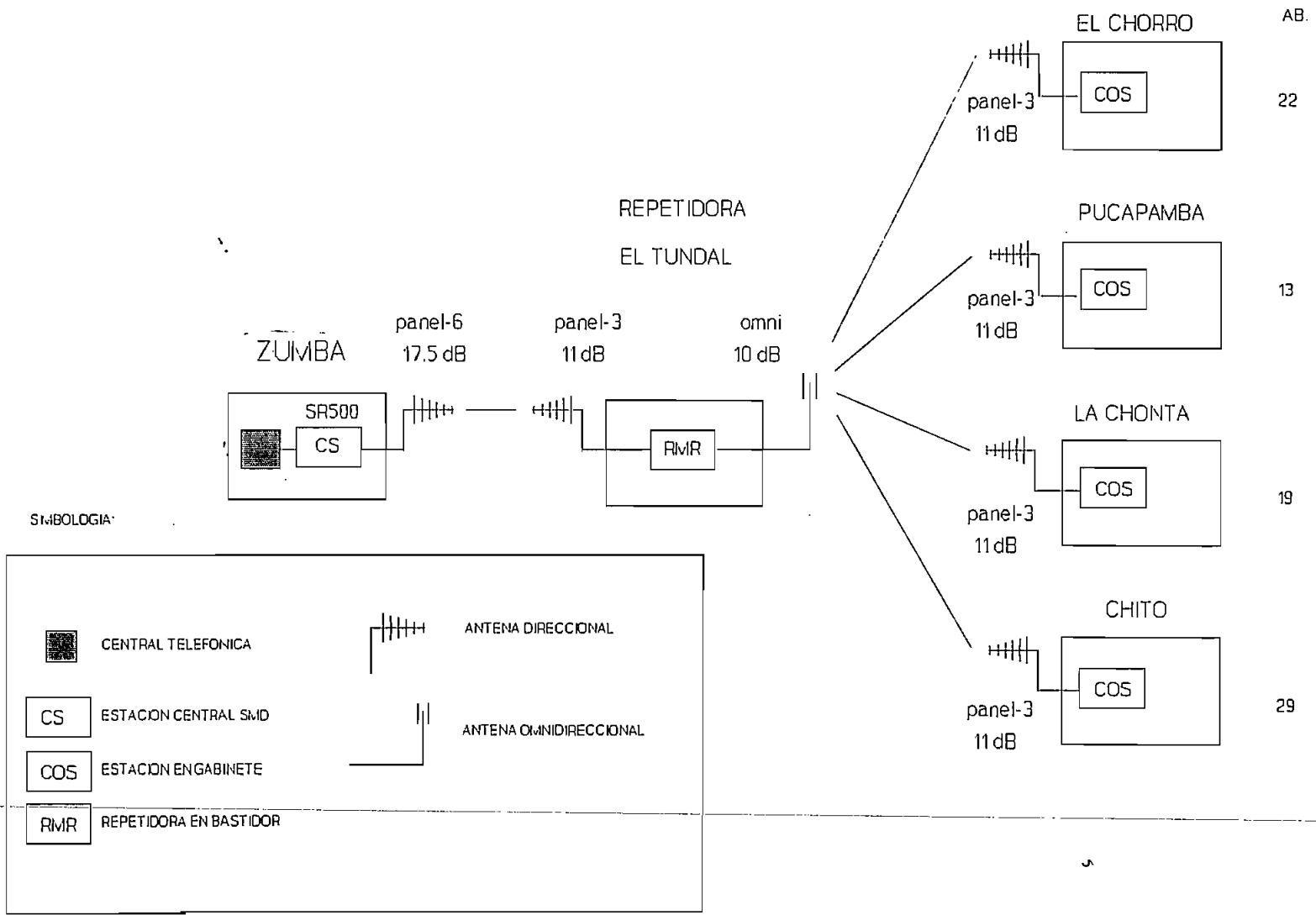
Mediante el procedimiento descrito se han hecho todos los cálculos de los enlaces.

Los resultados de aplicar el programa LINKIT a todos los enlaces vía radio de la provincia se pueden observar en el ANEXO 4.



182

Gráfico 3.16: Red de Zamora



AB.

22

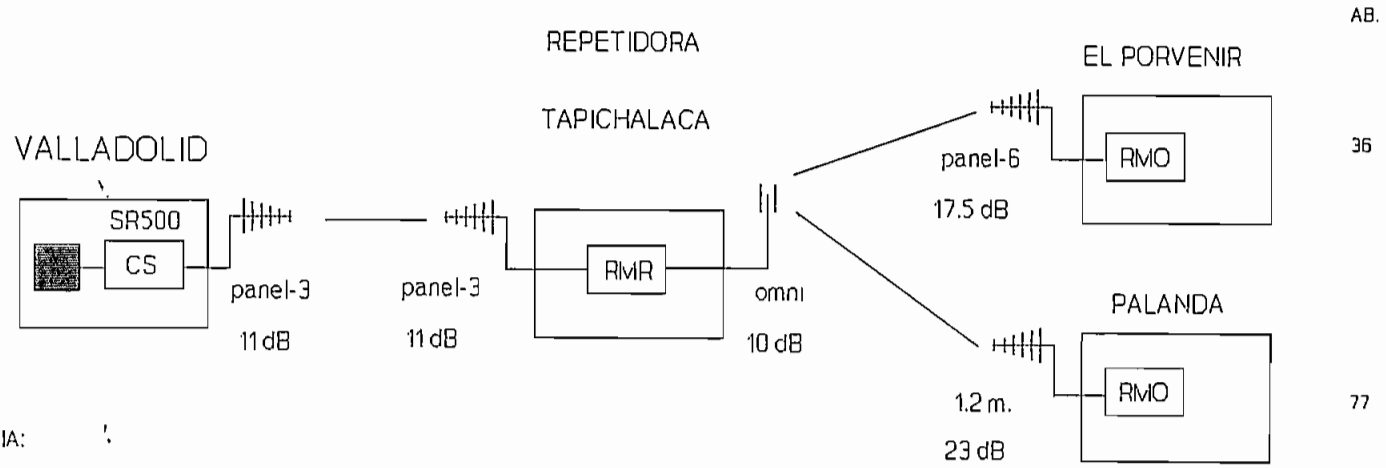
13

19

29

183

Gráfico 3.17: Red de Zumba



AB.

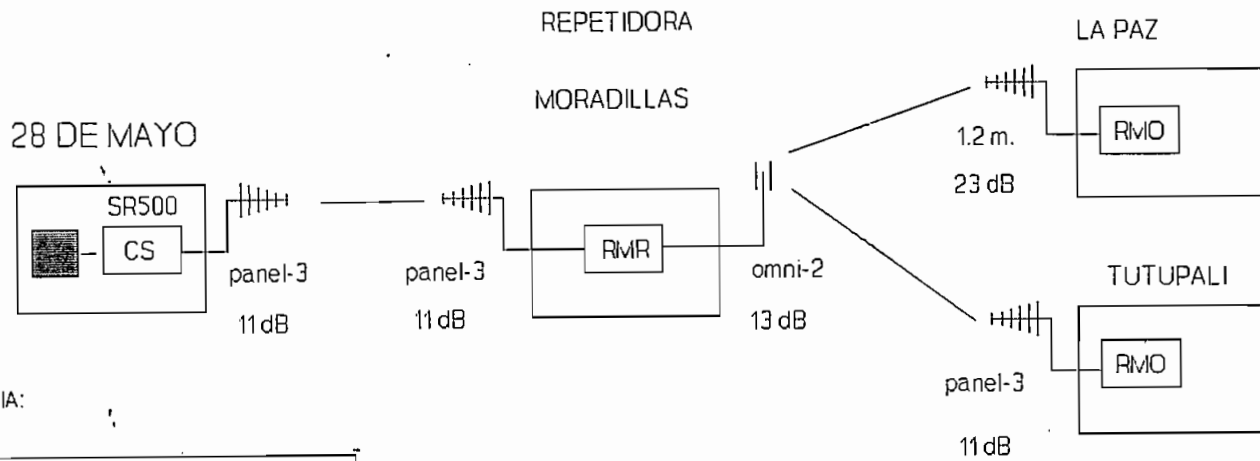
36

77

SIMBOLOGIA:



Gráfico 3.18: Red de Valladolid.



AB.
225
97

SIMBOLOGIA:

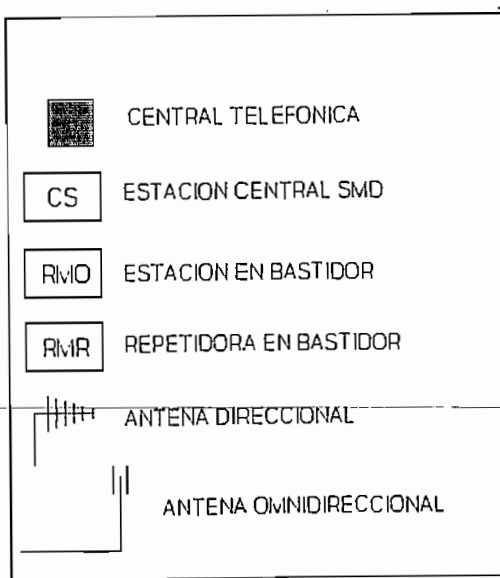
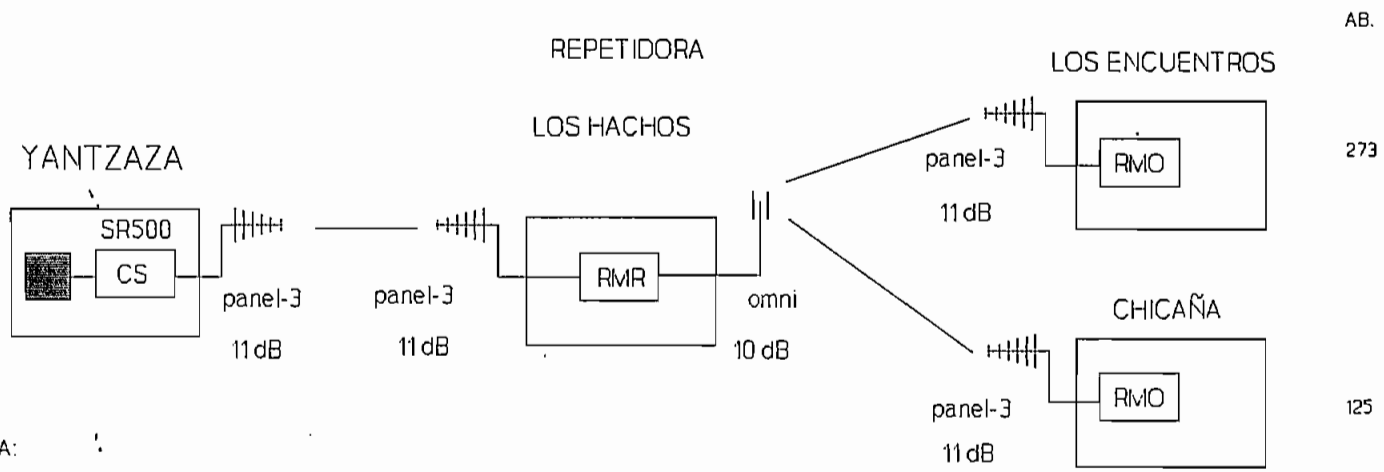


Gráfico 3.19: Red de 28 de Mayo



Simbología:

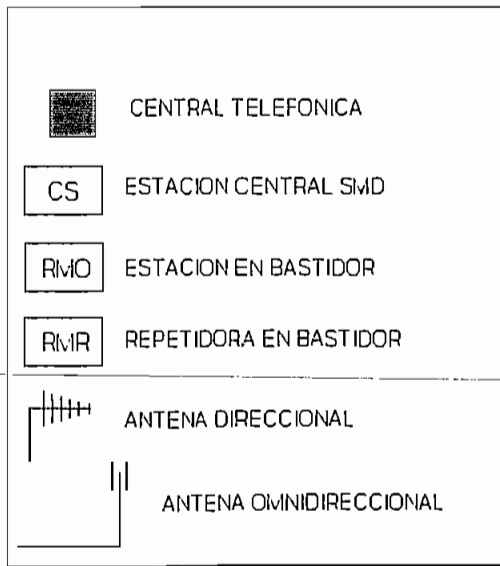


Gráfico 3.20: Red de Yantzaza

CAPITULO 4

ESTIMACION DEL PRESUPUESTO

En el presente capítulo se presentará los costos más significativos de equipo, infraestructura civil, mantenimiento y operación, para el desarrollo del presente proyecto. Algunos de los datos de este capítulo, ayudaron en la elección de las alternativas de transmisión en el capítulo 3. Además, en este capítulo se estimará la rentabilidad del proyecto, mediante el método del beneficio/costo, lo cual determinará si es factible para EMETEL realizarlo.

Todos los datos de costos han sido proporcionados en la Subgerencia de Ingeniería de EMETEL.

4.1. COSTO DE LOS EQUIPOS

Los costos de equipamiento del proyecto básicamente consisten de:

- Cambio de la microonda analógica del enlace Loja-Zamora (Loja-Huachinchambo-El Consuelo-Zamora) a un enlace vía satélite.
- Redimensionamiento del Proyecto DOMSAT para esta provincia.
- Costo del arriendo del transpondedor del satélite a INTELSAT.
- Enlaces a las poblaciones no servidas (sistemas multiacceso digitales y enlaces vía radio de 8 Mb/s).
- Centrales públicas y concentradores remotos.
- Infraestructura (edificios de EMETEL en poblaciones que carecen de ellos). Tómese en cuenta que el terreno donde irán las instalaciones es donado en todos los casos por la junta parroquial correspondiente.

4.1.1. Costos del enlace vía satélite

El costo del enlace vía satélite Loja-Zamora, cuyo diseño se vió en el capítulo 3, básicamente queda determinado por los costos mostrados en el cuadro 4.1.

MATERIAL	CANTIDAD	COSTO UNITARIO (U.S.D)	COSTO TOTAL (U.S.D)
Antena 7 m.	2	60.000	120.000
HPA Amplificador	2	35.000	70.000
Mux estadístico	2	15.000	30.000
DCME	2	95.000	190.000
TOTAL			410.000
INSTALACION			41.000
TOTAL			451.000

Cuadro 4.1 : Costo del enlace vía satélite Loja-Zamora

4.1.2. Redimensionamiento del proyecto DOMSAT

Los parámetros que establecen el cambio de un tipo de estación terrena a otro, son principalmente la antena, el amplificador de alta potencia (HPA), el multiplexor y el chasis en caso de ser móvil. No es necesario el cambio de la antena en ningún caso, ya que simplemente con el cambio del amplificador de alta potencia (HPA) se logra obtener la relación señal a ruido deseada. Debido a que el número de canales requerido para cada estación es mayor, el costo de incrementar los canales (cambio de multiplexor), también debe ser incluido.

Con datos obtenidos en Subgerencia de Ingeniería de EMETEL, del contrato del proyecto DOMSAT, se ha realizado el estimativo de costos del redimensionamiento.

En el cuadro siguiente, se muestran los costos debidos al cambio de los amplificadores de alta potencia en las estaciones terrenas del proyecto

DOMSAT.

CANTON	HPA INICIAL (W)	HPA NECESARIO (W)	COSTO (U.S.D)
Paquisha	5	10 ¹	-
San Carlos	5	20	30.000
Zumba	5	20	30.000
Valladolid ²	5	5	-
Guayzimi	5	10	20.000
28 de Mayo	5	10	20.000
Yantzaza	10	20	30.000
El Pangui	5	20	30.000
TOTAL			160.000

Cuadro 4.2: Costos de cambio de los amplificadores de alta potencia

En el cuadro 4.3 se muestran los costos del incremento de canales en cada estación DOMSAT. Se debe tomar en cuenta que una tarjeta para incremento de 4 canales tiene un costo aproximado de 2.000 U.S.D.

CANTON	CAPACIDAD INICIAL CANALES	CAPACIDAD NECESARIA CANALES	DIFERENCIA CANALES	COSTO (U.S.D)
Paquisha	8	30	22	12.000
San Carlos	16	60	44	22.000
Zumba	16	60	44	22.000
Valladolid	4	16	12	6.000
Guayzimi	8	30	22	12.000
28 de Mayo	8	30	22	12.000
Yantzaza	30	120	90	45.000
El Pangui	16	30	14	8.000
TOTAL				139.000

Cuadro 4.3 : Costos del incremento de canales

De los resultados de los cuadros 4.2 y 4.3, se tiene que el costo total de

¹ Este HPA puede ser el de Yantzaza.

² La estación terrena de Valladolid no requiere de cambio de HPA

redimensionamiento del proyecto DOMSAT para la provincia de Zamora-Chinchipe es de 299,000 U.S.D.

4.1.3. Costo del arriendo del transpondedor del satélite

El arriendo a INTELSAT del transpondedor de 72 MHz de ancho de banda y 33 dBW de PIRE, hasta el año 2010, le cuesta al país aproximadamente 8'300.000 U.S.D. En el capítulo 3 se vió que el enlace Loja-Zamora consume el 13,6% del ancho de banda y el 12% del PIRE del satélite. Igualmente, del capítulo 3 se vió que el redimensionamiento del proyecto DOMSAT consume el 15,7% del ancho de banda y el 13,8% del PIRE. De estos valores se observa que el ancho de banda es el factor determinante y se tiene que el porcentaje total del ancho de banda usado es el 29,3%. Esto equivale un costo de 2'431.900 U.S.D, por uso del satélite.

4.1.4. Costos de los enlaces de 8 Mb/s

Los costos mostrados son los necesarios para el servicio a las poblaciones Cumbaratza y Zumbi, mediante enlaces de 8 Mbit/s vía radio.

Igualmente los costos del cuadro 4.4 se han obtenido en la Subgerencia de Ingeniería de EMETEL.

ENLACE	CAPACIDAD DEL ENLACE	COSTO U.S.D
ZAMORA - LAS PALMAS	8 Mb/s	130.000
LAS PALMAS - ZUMBI	8 Mb/s	130.000
ZAMORA - LAS PALMAS	8 Mb/s	130.000
LAS PALMAS - CUMBARATZA	8 Mb/s	130.000
TOTAL INSTALACION		520.000
TOTAL		572.000

Cuadro 4.4: Costo de enlaces punto a punto vía radio

4.1.5. Costo de los multiaccesos digitales

Los costos de los sistemas multiacceso digitales, de la compañía SRTelecom, según la configuración mostrada en el capítulo 3, se muestran en el cuadro 4.5.

ESTACION CENTRAL	ESTACIONES REMOTAS	COSTO (U.S.D)
ZAMORA	GUADALUPE TIMBARA IMBANA SABANILLA	450.000
ZUMBA	CHITO EL CHORRO LA CHONTA PUCAPAMBA	185.000
28 DE MAYO	LA PAZ TUTUPALI	280.000
YANTZAZA	CHICAÑA LOS ENCUENTROS	320.000
VALLADOLID	EL PORVENIR PALANDA	180.000
	TOTAL	1'415.000
	INSTALACION	141.500
	TOTAL	1'556.500

**Cuadro 4.5: Costos de enlaces punto a multipunto
(sistemas multiacceso digital)**

4.1.6. Costos de centrales y concentradores remotos

Las centrales telefónicas públicas son las que EMETEL adquiere, generalmente el menor valor de líneas que soportan es de 200.

Los datos del cuadro 4.6 fueron proporcionados igualmente en la Subgerencia de Ingeniería de EMETEL.

CANTON	CAPACIDAD CENTRAL (LINEAS)	CONCENTRADOR REMOTO (LINEAS)	COSTO (U.S.D)
CANTON ZAMORA	10.000		3'000.000
Zamora			
Cumbaratza		650	85.000
Guadalupe		300	60.000
Imbana		200	50.000
Paquisha	300		114.000
Zumbi		900	110.000
San Carlos	1.200		360.000
CANTON CHINCHIPE	1.500		450.000
Zumba			
CANTON NANGARITZA	350		126.000
Guayzimi			
CANTON YACUAMBI	500		165.000
28 de Mayo		250	55.000
La Paz			
CANTON YANTZAZA	2.000		600.000
Yantzaza		300	60.000
Encuentros			
CANTON YANTZAZA	600		186.000
El Panguí			
TOTAL INSTALACION			5'421.000
TOTAL			5'963.100

Cuadro 4.6 : Costos centrales de conmutación y concentradores

4.1.7. Costos de infraestructura.

El valor aproximado de los edificios de EMETEL, instalados en Yantzaza o Zumba (capitales cantonales), de 2 plantas (80m² cada planta), es de 80.000 U.S.D.

El valor aproximado de un edificio tipo EMETEL, para poblaciones más

pequeñas, de 1 sola planta (aproximadamente 40 m²) es de 20,000 U.S.D.

Se ha considerado la provisión de edificios de EMETEL en todas las poblaciones de la provincia que carezcan de ellos. Esto quiere decir que se contempla la construcción en todas las poblaciones, a excepción de Zamora, Yantzaza y Zumba. En las poblaciones de mayor importancia se proveerán edificios de 2 plantas, mientras que en las restantes de 1 planta. En el cuadro 4.7 se muestran los costos de infraestructura para los edificios.

4.2. COSTOS DE OPERACION

Los costos de operación del proyecto, básicamente están compuestos por los costos de mantenimiento de la red y del personal encargado de realizarlo.

4.2.1. Costos de mantenimiento de la red

Se considera que los gastos anuales de mantenimiento serán el 10% de los componentes de la red. Sumando el 10% de los costos del enlace vía satélite, del redimensionamiento del proyecto DOMSAT, de los enlaces de 8 Mbit/s vía radio, de los sistemas multiacceso digitales y de las centrales y concentradores, se llega a que el costo anual del mantenimiento de la red es de 872.630 dólares.

4.2.2. Costos de Personal

Se ha considerado que el personal necesario para la supervisión y mantenimiento del proyecto, que tendrá como estación base la ciudad de Zamora, debe constar de:

- 1 ingeniero en Electrónica y Telecomunicaciones.
- 2 tecnólogos en Electrónica y Telecomunicaciones.
- 1 chofer

PARROQUIA	COSTO DEL EDIFICIO (U.S.D)
ZAMORA	
Zamora	-
Cumbaratza	80.000
Guadalupe	20.000
Imbana	20.000
Paquisha	20.000
Sabanilla	20.000
Timbara	20.000
Zumbi	80.000
San Carlos	80.000
CHINCHIPE	
Zumba	-
Chito	20.000
El Chorro	20.000
El Porvenir	20.000
La Chonta	20.000
Palanda	20.000
Pucapamba	20.000
Valladolid	20.000
NANGARITZA	
Guayzimi	20.000
YACUAMBI	
28 de Mayo	80.000
La Paz	80.000
Tutupali	20.000
YANTZAZA	
Yantzaza	-
Chicaña	20.000
Encuentros	20.000
EL PANGUI	
El Panguí	80.000
TOTAL	800.000

Cuadro 4.7 : Costos de infraestructura

- 1 secretaria
- 1 conserje

Se ha considerado que las bonificaciones de ley son el 50% del salario básico para cada categoría. El salario corresponde al primer año.

PERSONAL	NUMERO	SALARIO MENSUAL INDIVIDUAL	BONIFICACIONES MENSUALES INDIVIDUALES	SALARIO MENSUAL TOTAL	TOTAL ANUAL (U.S.D)
INGENIEROS	1	1.000	500	1.500	18.000
TECNOLOGOS	2	300	150	900	10.800
CHOFER	1	100	50	150	1.800
SECRETARIA	1	200	100	300	3.600
CONSERJE	1	80	40	120	1.440
TOTAL ANUAL					35.640
TOTAL 15 AÑOS					534.600

Cuadro 4.8 : Costos de personal

4.2.3. Costos totales

El valor presente total de los costos de inversión, operación y mantenimiento del proyecto de la red telefónica para Zamora-Chinchipe, se muestra a continuación.

Enlace vía satélite Loja-Zamora	451.000
Redimensionamiento DOMSAT	299.000
Arriendo del transpondedor	2'431.900
Enlaces vía radio	572.000
Sistemas multiacceso	1'556.500
Centrales y concentradores	5'963.100
Infraestructura	800.000
Personal (en 15 años)	534.600
Mantenimiento (en 15 años)	13'262.400
	25'870.500 U.S.D

4.2.4. Factibilidad del proyecto

El objetivo perseguido por los planes rurales de telefonía de EMETEL (con la actual política de administración), no es el de obtener un servicio rentable, sino

más bien de promover el progreso en las zonas rurales de nuestro país. La tarifa para los abonados remotos (todos aquellos servidos por sistemas multiacceso), podrá ser diferente que aquella establecida para los servicios de larga distancia en el país, ya que ésta es una atribución de EMETEL³.

Los beneficios en general serán para la población de esta zona, lo que se traduce como progreso para nuestro país.

EMETEL debe solicitar al Gobierno Nacional declare prioritaria la realización de este proyecto, considerando las siguientes razones:

- Es una zona limítrofe, de gran importancia estratégica. Debe considerarse además que es una zona que debido al Protocolo de Río de Janeiro, mantiene una zona aún no delimitada con el Perú.
- Tiene una importante producción agrícola y ganadera.
- La industria minera es de las mayores del país.
- La urgencia manifestada por los pobladores por el servicio telefónico.
- El abandono en el que se encuentra la provincia en lo que se refiere a telecomunicaciones.

4.2.4.1. Índice Beneficio/Costo del Proyecto

Este punto permitirá determinar la rentabilidad del proyecto para EMETEL. Mediante la determinación del índice beneficio/costo, se podrá tener una idea si las ganancias económicas provenientes de la utilización del servicio por parte de los usuarios en la provincia, cubrirá la inversión hecha en el proyecto. Este

³ REGISTRO OFICIAL, Suplemento No. 403, marzo 21 de 1994.

hecho se produce cuando el índice beneficio/costo es mayor que uno.

Los beneficios medibles serán únicamente los ingresos por concepto inscripción y de llamadas efectuadas por los usuarios del sistema.

Se ha supuesto, para fines de la estimación de los ingresos telefónicos, un crecimiento lineal del número de abonados, tráfico originado y tráfico saliente desde la fecha inicio del proyecto (1995, cuadros 2.25 y 2.26) hasta el final del mismo (2010, cuadros 2.22 y 2.23). Si se supone que las llamadas tendrán un promedio de 3 minutos, con el valor del tráfico local y el tráfico saliente para cada año, se puede tener una estimación del número de llamadas locales y salientes de la red en cada año.

El cálculo de las llamadas locales, mensuales, para el año de 1995 es:

$$\text{Tráfico local} = \frac{\# \text{ llamadas} * \text{ tiempo ocupación}}{\text{unidad de tiempo}}$$

$$23,8 \text{ Erl} = \frac{\# \text{ llamadas} * 3 \text{ min}}{60 * 24 * 30 \text{ min (un mes en minutos)}}$$

De donde, el número de llamadas locales mensuales en toda la provincia, durante el año de 1995 es:

$$\# \text{ llamadas locales} = 342.720$$

Siguiendo el mismo procedimiento, el cálculo de las llamadas salientes en un mes, durante 1995, será:

llamadas * 3 min.

$$65,5 \text{ Erl} = \frac{\text{---}}{\text{---}}$$

60x24x30 min

llamadas salientes = 943.200

El procedimiento mostrado, se ha aplicado a todos los años y los resultados (valores presentes) se encuentran en el cuadro 4.9. Se ha considerado que las tarifas telefónicas, crecerán paralelamente a la inflación, durante todo el tiempo del proyecto.

No.	AÑO	ABONADOS	TRAFICO ORIGINADO (Erl)	TRAFICO SALIENTE (Erl)	LLAMADAS SALIENTES MENSUALES	TRAFICO LOCAL (Erl)	LLAMADAS LOCALES MENSUALES
0	1995	2123	89.3	65.5	943.200	23.8	342.720
1	1996	2805	109.5	77.6	1'117.440	31.9	459.360
2	1997	3487	129.7	89.7	1'291.680	40.0	576.000
3	1998	4168	149.9	101.8	1'465.920	48.1	692.640
4	1999	4850	170.1	113.9	1'640.160	56.2	809.280
5	2000	5532	190.3	125.9	1'812.960	64.4	927.360
6	2001	6214	210.5	138.0	1'987.200	72.5	1'044.000
7	2002	6895	230.7	150.1	2'161.440	80.6	1'160.640
8	2003	7577	250.9	162.2	2'335.680	88.7	1'277.280
9	2004	8259	271.2	174.3	2'509.920	96.9	1'395.360
10	2005	8940	291.3	186.4	2'684.160	104.9	1'510.560
11	2006	9622	311.6	198.5	2'858.400	113.1	1'628.640
12	2007	10304	331.8	210.6	3'032.640	121.2	1'745.280
13	2008	10985	352.0	222.7	3'206.880	129.3	1'861.920
14	2009	11667	372.2	234.8	3'381.120	137.4	1'978.560
15	2010	12348	392.4	246.9	3'555.360	145.5	2'095.200

Cuadro 4.9: Llamadas locales y salientes por año

a. Ingresos por inscripciones y llamadas locales

Los abonados, para tener el servicio, deberán cancelar los valores que se muestran en el cuadro 4.10, según la categoría en que se encuentren ubicados. Los valores en dólares, se han tomado considerando un cambio de 2500 sucres por dólar.

CATEGORIA	VALOR DE INSCRIPCION (sucres)	VALOR DE INSCRIPCION (U.S.D)	COSTO DE IMPULSOS (sucres)	COSTO DE IMPULSOS (U.S.D)	PORCENTAJE ABONADOS (ZAMORA)
Primera categoría (abonados residenciales)	390.000	156	3.00	0,0012	40%
Segunda categoría (comercios)	720.000	288	20.00	0,0080	40%
Tercera categoría (industrias)	900.000	360	25.00	0,0100	20%
Cuarta categoría (abonados remotos)	1'000.000	400	30.00	0,0120	-

Cuadro 4.10: Categorías de abonados, inscripciones y valor de los impulsos

En el cuadro anterior se muestran además los porcentajes estimados de abonados que pertenecen a cada categoría. Se ha hecho el supuesto que ningún abonado recibirá la categoría de abonado remoto, la cual tiene los costos más altos de inscripción y de impulsos.

Si en el año 2010 se tendrán 12348 abonados, todos ellos, al final del período, deben haber cancelado sus inscripciones. El valor presente total de ingresos por inscripciones (I.I) será:

$$I.I = 156 * 12348 * 0,4 + 288 * 12348 * 0,4 + 360 * 12348 * 0,2$$

$$I.I = 3'082.060,8 \text{ U.S.D}$$

Los impulsos para las llamadas locales se dan uno cada 3 minutos en tarifa normal y uno cada 6 minutos en tarifa reducida. Si se supone que el 70% de las llamadas se darán en horario normal y el 30% en horario de tarifa reducida (la mitad de la normal), se tendrá:

$$C = N * T * 0,7 + N * T/2 * 0,3$$

donde:

C: costo de las llamadas locales

N: número de llamadas locales mensuales

T : tarifa de llamadas locales

$$C = N * T * (0,7 + 0,15)$$

$$C = 0,85 * N * T$$

De acuerdo a las tarifas de las llamadas locales, tomando en cuenta que cada llamada de 3 minutos equivale a un impulso, el costo será:

$$C = 0,85 * N * (0,4 * 0,0012 + 0,4 * 0,008 + 0,2 * 0,01)$$

$$C = 0,85 * N * 0,00568$$

$$C = 0,004828 * N \tag{4.1}$$

Si el número de llamadas locales mensuales en un mes de 1995 es de 342.720, el ingreso será de:

$$C = 1654,7 \text{ U.S.D}$$

El costo de las llamadas locales mensuales, para cada año, se dará reemplazando en la ec. 4.1 el número de llamadas mensuales. La suma de todos los valores para los años, dará el valor presente debido al cobro de las llamadas locales durante los 15 años del proyecto. Los resultados se muestran en el cuadro 4.11.

b. Ingresos por llamadas de larga distancia nacional

Las tarifas vigentes⁴, de acuerdo a la distancia, son las mostradas en el cuadro 4.12.

⁴ REGISTRO OFICIAL, Suplemento No. 403, marzo 21 de 1994

AÑO	No. LLAMADAS LOCALES MENSUALES	COSTO MENSUAL (U.S.D)	COSTO ANUAL (U.S.D)
1996	459.360	2.217,8	26.613,6
1997	576.000	2.780,9	33.370,8
1998	692.640	3.344,1	40.129,2
1999	809.280	3.907,2	46.886,4
2000	927.360	4.477,3	53.727,6
2001	1'044.000	5.040,4	60.484,8
2002	1'160.640	5.603,6	67.243,2
2003	1'277.280	6.166,7	74.000,4
2004	1'395.360	6.736,8	80.841,6
2005	1'510.560	7.293,0	87.516,0
2006	1'628.640	7.863,1	94.357,2
2007	1'745.280	8.426,2	101.114,4
2008	1'861.920	8.989,3	107.871,6
2009	1'978.560	9.552,5	114.630,0
2010	2'095.200	10.115,6	121.387,2
		TOTAL	1'110.174,0

Cuadro 4.11: Ingresos anuales por llamadas locales

GRADO TARIFACION	DISTANCIA (km.)	TARIFA NORMAL (Impulsos/min)	TARIFA REDUCIDA (Impulsos/min)
1	locales	1.00	0.50
2	$d \leq 50$	4.00	2.00
3	$50 < d \leq 150$	7.50	3.75
4	$150 < d \leq 300$	12.00	6.00
5	$d \geq 300$	15.00	7.50

Cuadro 4.12 : Tarifación entre zonas

De acuerdo a la matriz de asignación de grados para llamadas de larga distancia nacional⁵, los centros de tránsito de la provincia de Zamora tendrán los grados de tasa mostrados en el cuadro 4.13.

Del cuadro 4.13, se puede deducir que las llamadas de larga distancia de la

⁵ REGISTRO OFICIAL, Suplemento No. 403, marzo 21 de 1994

provincia, tendrán las tasas mostradas en el cuadro 4.14.

CENTROS	GRADO DE TARIFACION	AFINIDAD
Quito-Zamora	5	20%
Guayaquil-Zamora	4	20%
Manta-Zamora	5	5%
Ambato-Zamora	5	5%
Ibarra-Zamora	5	5%
Machala-Zamora	3	5%
Zamora-Zamora	2	40%

Cuadro 4.13 : Grado de tasa entre centros de tránsito

GRADO DE TARIFACION	PORCENTAJE DE LLAMADAS
2	40%
3	5%
4	20%
5	35%

Cuadro 4.14 : Grado de tasa para la provincia de Zamora

De igual manera que en el caso de las llamadas locales, se debe multiplicar al costo total, por un factor de 0,85 para tomar en cuenta el horario de tarifa reducida.

$$C = 0,85 * N * 3 * (0,4 * T2 + 0,05 * T3 + 0,2 * T4 + 0,35 * T5)$$

donde:

C : costo total de las llamadas de larga distancia nacional;

N : número total de llamadas de larga distancia

T2 = Tpromedio * 4

T3 = Tpromedio * 7,5

$$T4 = T_{\text{promedio}} * 12$$

$$T5 = T_{\text{promedio}} * 15$$

Al igual que en el caso de las llamadas locales, el valor promedio de un impulso (T_{promedio}) toma en cuenta las categorías de los abonados. Su valor es 0,00568 U.S.D.

$$C = 0,85 * N * 3 * T_{\text{promedio}} (1,6 + 0,375 + 2,4 + 5,25)$$

$$C = 24,54 * N * T_{\text{promedio}}$$

$$C = 0,13941 * N \quad (4.2)$$

Aplicando la ecuación 4.2 a las llamadas de larga distancia nacional mensualmente, se obtuvo el valor presente de los ingresos por llamadas salientes.

AÑO	No. LLAMADAS LARGA DISTANCIA MENSUALES	COSTO MENSUAL LLAMADAS SALIENTES	COSTO ANUAL DE LAS LLAMADAS SALIENTES
1996	1'117.440	155.782,3	1'869.387,7
1997	1'291.680	180.073,1	2'160.877,3
1998	1'465.920	204.363,9	2'452.366,9
1999	1'640.160	228.654,7	2'743.856,5
2000	1'812.960	252.744,8	3'032.937,0
2001	1'987.200	277.035,6	3'324.426,6
2002	2'161.440	301.326,4	3'615.916,2
2003	2'335.680	325.617,1	3'907.405,8
2004	2'509.920	349.907,9	4'198.895,4
2005	2'684.160	374.198,7	4'490.384,9
2006	2'858.400	398.489,5	4'781.874,5
2007	3'032.640	422.780,3	5'073.364,1
2008	3'206.880	447.071,1	5'364.853,7
2009	3'381.120	471.361,9	5'656.343,3
2010	3'555.360	495.652,7	5'947.832,9
		TOTAL	58'620.722,8

Cuadro 4.15 : Ingresos anuales por llamadas salientes

Sumando el ingreso por inscripciones y por llamadas, el total de beneficios producidos por el proyecto, al final de la vida útil será de:

Beneficios = 3'082.060,8 + 1'110.174 + 58'620.722,8

Beneficios = 62'812.957,6 dólares

c. Cálculo del índice beneficio/costo

Se tiene que, mediante las leyes actuales de tarificación, la relación entre beneficios y costos del proyecto, será

$$\text{Índice} = \frac{\text{beneficios}}{\text{costos}} = \frac{62'812.957,6 \text{ dólares}}{25'870.500 \text{ dólares}}$$

Índice = 2,43

El índice es mayor que 1 por lo que el proyecto resulta rentable para EMETEL.

Aún cuando, las tarifas sean menores a las de ley (tomando en cuenta la finalidad de servicio del proyecto), EMETEL tendrá beneficios con la implementación del servicio.

d. Cronograma del proyecto

Según los procedimientos de EMETEL para la realización de este tipo de proyectos pequeños, el siguiente es un cronograma básico:

- Elaboración de las bases (2 semanas)
- Aprobación de las bases por organismos del Estado (CONADE) (1 mes y medio)
- Publicación en la prensa de las bases (3 días)
- Plazo para presentación de las ofertas (45 días)
- Apertura Sobre No. 1 (ofertas técnicas) y elaboración de informe (10 días)
- Apertura Sobre No. 2 (ofertas económicas) y elaboración de informe (1

mes)

- Adjudicación a la empresa ganadora (1 día)
- Contratación (elaboración de documentos legales) (1 mes)
- Elaboración de la carta de crédito (2 meses). El final de este tiempo se toma como la Fecha Efectiva del Contrato (F.E.C)
- Entrega (6 meses)
- Revisión por parte de EMETEL (10 días)
- Garantía técnica de 1 año

Como se puede observar en el cronograma de actividades del proyecto, que se muestra en el cuadro 4.16, el tiempo aproximado para la realización del mismo es de 15 meses.

Tomando en cuenta la fecha del presente estudio (julio de 1995), se considera que el proyecto de la red telefónica para la provincia de Zamora-Chinchipe, puede estar en funcionamiento a fines del año 1996, de acuerdo al cronograma estimado.

ACTIVIDAD	TIEMPO (MESES)														
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
Elaboración de las bases	**														
Aprobación del Proyecto	**	****													
Publicación en la prensa			*												
Plazo de presentación de las ofertas			***	***											
Apertura e Informe Sobre No. 1 (técnico)				* *											
Apertura e Informe Sobre No. 2 (económico)					*** *										
Adjudicación						*									
Contratación						*** *									
Carta de crédito							***	****	*						
Entrega									***	****	****	****	****	****	*
Revisión															**

Cuadro 4.16 : Cronograma de Actividades del Proyecto

CAPITULO 5

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1. CONCLUSIONES

De la visita que realizó el autor a la provincia de Zamora-Chinchipe, en el mes de diciembre de 1993, llegó a la conclusión que es apremiante la realización de este proyecto. El servicio de telecomunicaciones que tiene la capital Zamora, deja mucho que desear. La situación de las otras poblaciones es peor; por ejemplo, de Zumba a Valladolid, la comunicación aún se hace por medio de teléfono de magneto. Es tan crítica la falta de comunicaciones en la provincia que, a principios de 1995, los habitantes de Zamora, secuestraron a empleados de EMETEL, reclamando servicio.

Al hacer un estudio de demanda para una zona en particular, es necesario involucrar a todo el país. Esto quiere decir que para el estudio de demanda de una provincia o parroquia, es preferible utilizar métodos de previsión del tipo descendente.

La elección de un medio de transmisión es determinada por varios factores, entre los que predominan: la demanda del servicio, la geografía de la zona, la calidad de las vías terrestres y el costo.

Con el desarrollo de la tecnología VLSI, en la actualidad, prácticamente ya no se recomienda utilizar sistemas de radio analógicos, por las ventajas tanto técnicas como económicas que presentan los sistemas de radio digitales.

Los sistemas de radio multiacceso digital (SMD), resultan la mejor alternativa, tanto económica como técnica, para el servicio telefónico rural, donde la demanda de los abonados es relativamente baja. Esto se debe a la facilidad con que permiten configurar soluciones de comunicación para las zonas rurales.

En áreas rurales, principalmente por la situación geográfica, y dependiendo del tráfico, la solución por enlaces vía satélite resulta ser otra alternativa interesante, ya que la construcción o modificación de las vías terrestres para realizar enlaces vía cable PCM o fibra óptica, puede resultar en un costo muy elevado.

Los enlaces vía satélite se recomiendan para servir a los nodos de redes en estrella, en zonas rurales.

En los enlaces satelitales, los recursos de PIRE y ancho de banda asignado son el factor determinante en el diseño. Son recursos limitados que dispone el país y deben ser aprovechados de la mejor manera. Es por esto que, para reducir el ancho de banda utilizado, se recomienda el uso de equipos multiplicadores de canales, para enviar al satélite un menor ancho de banda. Para disminuir el PIRE utilizado del satélite, se incrementa el tamaño de las antenas.

Se estima que las soluciones de telefonía, para las restantes provincias del Oriente ecuatoriano, tendrán la misma configuración básica que la propuesta en este trabajo para la provincia de Zamora-Chinchipe, es decir una combinación de sistemas multiaccesos digitales y de enlaces vía satélite.

En el diseño de una red telefónica existen muchos factores, variables, consideraciones y limitaciones, que el diseñador debe utilizar su criterio, su experiencia y su sentido común en la determinación de la opción más adecuada a las necesidades. Esto significa además, que cada ingeniero puede encontrar su propia solución para un problema específico, sin que esto signifique necesariamente que alguna sea errada. A pesar del aporte personal de cada investigador, las soluciones en su esencia deben coincidir o seguir una misma tendencia.

Se considera que las alternativas de transmisión elegidas en este trabajo, son las que mejor se adaptan a la realidad geográfica de la provincia, y que representan la mejor selección técnico-económica.

El presente trabajo ha sido para el autor una excelente oportunidad de aplicar los conocimientos adquiridos a lo largo de la vida académica a la realidad, a un proyecto real y práctico. Le ha permitido tener una visión de los requisitos de un buen ingeniero en la actualidad.

Se ha tratado, en lo posible, abarcar la mayor cantidad de áreas que comprenden el diseño de una red telefónica a nivel de una provincia, lo que ha llevado a que no se haya profundizado en muchos aspectos. Debido al alcance del trabajo, otros aspectos no han sido en absoluto considerados, como es el caso de la planta externa.

Al no haber historia de servicio telefónico en la provincia, no se puede hacer previsiones que tengan una base, en cuanto al desarrollo futuro de la red propuesta. Es por esto que, a lo largo de todo este trabajo de tesis se han hecho suposiciones en cuanto a la afinidad de los abonados de la provincia de Zamora-Chinchipec con los del resto del país y de las categorías de los abonados. Es muy probable, que una vez en funcionamiento la red, los índices de afinidad y de abonados sean distintos, en todo caso, no se espera que las diferencias sean mayores y representen cambios significativos.

Se considera que este proyecto presenta una solución integral para las comunicaciones de la provincia. Si bien se ha tomado como base el proyecto DOMSAT, éste tuvo que ser redimensionado para cumplir los objetivos del estudio de demanda. Se ha considerado además el servicio a todas las parroquias rurales de la provincia y el cambio del enlace Loja-Zamora.

5.2. RECOMENDACIONES

Se recomienda a EMETEL solicitar al Gobierno Nacional, declare prioritaria la realización de este proyecto, por las razones siguientes:

- Es una provincia limítrofe, de gran importancia estratégica, que se encuentra en la parte meridional del país. Es una zona en la que el Protocolo de Río de Janeiro es inejecutable y en la que nuestro país debe poseer una sólida infraestructura de telecomunicaciones.
- En una zona de una gran producción agrícola y ganadera, que abastece a varias zonas de país.
- La producción minera es de las más importantes del país.
- La urgencia del servicio manifestada por los habitantes, a lo largo de toda la provincia.

Para la realización de este proyecto, no es necesaria una subvención del Gobierno, ya que EMETEL puede cubrir esos gastos con los beneficios que obtendrá del cobro del servicio.

En caso de llegar a privatizarse EMETEL, el Gobierno Nacional debería poner como condición fundamental para su adquisición, la atención a las áreas rurales de la Costa y del Oriente especialmente.

Nuestro país tiene una gran capacidad en el segmento espacial, la cual debe tratar de aprovecharse realizando proyectos de enlaces satelitales, como el de Loja-Zamora.

Debido a la limitada existencia de métodos para el estudio de la demanda en el país, se recomienda como tema de tesis el desarrollo de un método para la determinación de la demanda telefónica a nivel nacional.

La tarificación, de acuerdo a los criterios actuales, para los abonados servidos por sistemas multiacceso digitales, sería de categoría cuarta, la cual tiene la más alta tarificación y valor de inscripción. Esto tiene su asidero en que el costo de inversión para dar servicio a los abonados remotos es mayor, pero se contrapone a la filosofía de servicio rural, que es la de ayudar en el progreso de dichas zonas. Se propone a EMETEL el desarrollo de un método de tarificación diferenciado, ya que en las zonas rurales existen tanto abonados de muy elevados recursos, como de recursos limitados.

Se recomienda la realización de estudios similares para las provincias del Oriente Ecuatoriano, ya que los actuales planes de EMETEL no incluyen a la mayoría de parroquias y recintos.

En el capítulo 3 se llegó la conclusión que el instalar una estación terrena en Loja, para manejar el tráfico DOMSAT de Zamora, es una alternativa de conmutación que aliviará el tráfico de la central de tránsito de Quito y de la microonda terrestre del país. Los costos de este cambio, no se han incluido en el estudio de factibilidad del proyecto, mostrado en el capítulo 4. Corresponde a EMETEL tomar la decisión, de realizar dicho cambio, el cual se ha demostrado resultaría beneficioso.

BIBLIOGRAFIA

- (1) ALCATEL CIT, Introducción al Sistema E10-B, Francia, 1986
- (2) ARES ROBERTO, Sistemas de Transmisión Digital, Siemens Telecomunicazioni, 1990
- (3) AT&T, Systimax: Descripción General, AT&T Network Systems, Venezuela, 1994
- (4) BANCO CENTRAL DEL ECUADOR, Ecuador: Proyecciones de Población por provincia
- (5) BANCO CENTRAL DEL ECUADOR, Manual de información turística, industrial, comercial, agrícola y ganadera de la República del Ecuador, Científica Latina Ed, Quito-Ecuador, 1980.
- (6) BANCO CENTRAL DE ECUADOR, Información Estadística mensual, Dirección General de Estudios del Banco Central, Quito-Ecuador, 1994
- (7) CCITT, Libro Azul, Malbourne-Suiza, 1988
- (8) CCITT, Manual del GAS 10: Datos de planificación y métodos de previsión, Vol. 1, Ginebra, 1987.
- (9) CCITT, Manual del GAS 10: Datos de planificación y métodos de previsión- Estudios de casos, Vol. 2, Ginebra, 1987.
- (10) CODIGEM, LOS MINERALES EN EL ECUADOR, Dirección de Comunicación Social de la CODIGEM, Quito-Ecuador, 1993
- (11) EMETEL, Proyecto DOMSAT: Contrato No. 930917, 1993

- (12) FREEMAN ROGER, Ingeniería de Sistemas de Telecomunicaciones, Grupo Noriega Ed , 1991
- (13) FSI, Transmission cost comparison for Satellite, Optical Fiber and Microwave Radio Communications, FSI Inc., 1985
- (14) IETEL, Documento SGP-11-Nov-1987, Subgerencia General de Planificación, Quito-Ecuador, 1987
- (15) IETEL, Documento SGP-022/01, Subgerencia General de Planificación, Quito-Ecuador, 1987
- (16) INEC, V Censo de Población y IV de Vivienda 1990: Población del Ecuador por área y sexo, según provincias, cantones y parroquias, Quito, 1991
- (17) INEC, Proyecciones de población por provincias, cantones, áreas, sexo, y grupos de edad, Quito-Ecuador, 1991
- (18) INTELSAT, IESS 410: Intelsat Earth Station Standards, Rev. 13, 1989
- (19) INTELSAT, Tecnología Digital, Revisión 1, Washington D.C, 1992
- (20) JRC, Multiplex Radio Communication System, Tokio-Japón, 1984
- (21) LASSO LUIS, Memoria Sobre el Estudio de Demanda Telefónica 1985-2010 realizado en el IETEL, IETEL, Quito-Ecuador, 1987
- (22) REGISTRO OFICIAL, Suplemento No. 403, marzo 21 de 1994

- (23) SR Telecom, Notas para usuarios de LINKIT, Québec-Canadá, 1991
- (24) SR Telecom, SR500 System , Edición 03S, Québec-Canadá, 1992
- (25) TELECONSULT, Informe final: Informe de la tarea B, Parte Rural, Fasc. II.1. Estudio Demanda, Quito-Ecuador, 1991

DATOS DE PROSPECCION

POBLACION: EL PANGUI

PROVINCIA: ZAMORA CHINCHIPE

LOCALIZACION GEOGRAFICA:

3°38'56.3" LATITUD 78°33'48.4" LONGITUD

FECHA: 10 - 12 - 93

1. CONTACTO EN EL SITIO: Leoncio Heredia Brito-Presidente

TELEFONO: 560 526 (LOJA)

2. ENERGIA ELECTRICA DISPONIBLE:

120/240 VAC, 60 Hz, 1 ϕ , 3 No. HILOS

2.1. CARACTERISTICAS GENERALES

Energía del Sistema Nacional Interconectado. Es continua. La energía suministrada en la red pública es monofásica. Existe una línea de alta tensión trifásica (22kV). El transformador más próximo es de 15 KVA y se encuentra a 40 m. del sitio elegido para la estación de DOMSAT

3. CONDICIONES GENERALES DEL SITIO:

a) Vegetación: Espesa ___ , ligera ___ , ninguna X

b) Inclinación: Escarpado ___ , Moderado ___ , Ondulado ___ , plano X

c) Suelo: Roca ___ , arcilla X , cascajo ___ , arena ___ , lodo ___

d) Medio ambiente:

Aire salino ___ , Tormentas de Arena ___ , Polvaredas ___ , Hielo ___ Nieve ___
Tormentas eléctricas ___

Temperatura: Mínima 16 °C , Máxima 32 °C , Promedio anual 24 °C

LLuvia constante , Heladas ___ .

4. PROSPECCION LOGISTICA:

4.1. Aeropuerto más cercano: LOJA

4.2. Indicaciones para llegar a la población:

Desde Zamora se toma la carretera que conduce hacia Gualaquiza hacia el Norte. Se llega a la población de Yantzaza, desde donde restan 42 km hasta el Panqui. El camino es lastrado, en buenas condiciones. Se debe tomar en cuenta que las lluvias en los últimos días no se habían presentado.

4.3. Servicios cercanos de aprovisionamiento de materiales (ferreterías, combustible, etc.)

En Zamora.

5. COMENTARIOS DE LA VISITA:

El Panqui es una población con bastante movimiento comercial. De la entrevista con las autoridades de la Junta Parroquial, se pudo observar un enorme interés por el servicio telefónico.

DATOS DE PROSPECCION

POBLACION: LOS ENCUENTROS

PROVINCIA: ZAMORA CHINCHIPE

LOCALIZACION GEOGRAFICA:

3°46'13.7" LATITUD 78°36'46.7" LONGITUD

FECHA: 10 - 12 - 93

1. CONTACTO EN EL SITIO: Sr. Javier Quishpe, Presidente Junta Parroquial

TELEFONO: N/E

2. ENERGIA ELECTRICA DISPONIBLE:

120/240 VAC, 60 Hz, 1 ϕ , 3 No. HILOS

2.1. CARACTERISTICAS GENERALES

Energía trifásica en alta tensión. transformadores para monofásica a 3 hilos. El suministro es continuo.

3. CONDICIONES GENERALES DEL SITIO:

a) Vegetación: Espesa ____, ligera X, ninguna __

b) Inclinación: Escarpado ____, Moderado ____, Ondulado ____, plano X

c) Suelo: Roca ____, arcilla X, cascajo ____, arena ____, lodo __

d) Medio ambiente:

Aire salino ____, Tormentas de Arena ____, Polvaredas ____, Hielo ____, Nieve __
Tormentas eléctricas __

Temperatura: Mínima 18 °C, Máxima 32 °C , Promedio anual 23 °C

LLuvia constante , Heladas __ .

4. PROSPECCION LOGISTICA:

4.1. Aeropuerto más cercano: LOJA

4.2. Indicaciones para llegar a la población:

Desde Zamora se toma la carretera que conduce hacia Gualaquiza, a 63 km de Zamora.

4.3. Servicios cercanos de aprovisionamiento de materiales (ferreterías, combustible, etc.)

En Zamora.

5. COMENTARIOS DE LA VISITA.-

Es un pueblo bastante pequeño. Existe una cantidad significativa de construcciones inconclusas abandonadas. No hubo el interés suficiente por parte de las autoridades en la concesión del terreno para la estación terrena del proyecto DOMSAT.

DATOS DE PROSPECCION

POBLACION: YANTZAZAPROVINCIA: ZAMORA CHINCHIPE

LOCALIZACION GEOGRAFICA:

3°50'32.9 LATITUD 78°45'25.1" LONGITUDFECHA: 10 - 12 - 931. CONTACTO EN EL SITIO: Oficina de EMETELTELEFONO:

2. ENERGIA ELECTRICA DISPONIBLE:

120/240 VAC, 60 Hz, 1 ϕ , 3 No. HILOS

2.1. CARACTERISTICAS GENERALES

La energía eléctrica proviene del Sistema Nacional Interconectado, monofásica a 3 hilos.

3. CONDICIONES GENERALES DEL SITIO:

a) Vegetación: Esposa , ligera , ninguna X b) Inclínación: Escarpado , Moderado , Ondulado , plano X c) Suelo: Roca , arcilla X , cascajo , arena , lodo

d) Medio ambiente:

Aire salino , Torméntas de Arena , Polvaredas , Hielo , Nieve ,
Tormentas eléctricas X Temperatura: Mínima 18 °C, Máxima 32 °C , Promedio anual 22 °CLLuvia enero-septiembre , Heladas .

4. PROSPECCION LOGISTICA:

4.1. Aeropuerto más cercano: LOJA

4.2. Indicaciones para llegar a la población:

Desde Zamora se toma la carretera que conduce hacia Gualaquiza, a 42 km de Zamora. La vía es de segundo orden.

4.3. Servicios cercanos de aprovisionamiento de materiales (ferreterías, combustible, etc.)

En Zamora.

5. COMENTARIOS DE LA VISITA.-

Es una población grande y con apreciable movimiento comercial. Es de mayor tamaño que Zumbi y el Panquí. Se encuentra casi listo el edificio que albergará la estación terrena.

DATOS DE PROSPECCION

POBLACION: 28 DE MAYOPROVINCIA: ZAMORA-CHINCHIPE

LOCALIZACION GEOGRAFICA:

3°38'23.9 LATITUD 78°55'8.37" LONGITUDFECHA: 11 - 12 - 931. CONTACTO EN EL SITIO: Naún Montaña - Presidente Consejo MunicipalTELEFONO: 562 593 (Loja)

2. ENERGIA ELECTRICA DISPONIBLE:

120/240 VAC, 60 Hz, 1 ϕ , 3 No. HILOS

2.1. CARACTERISTICAS GENERALES

La energía eléctrica proviene del Sistema Nacional Interconectado, monofásica a 3 hilos. Es permanente. La energía en alta tensión es monofásica.

3. CONDICIONES GENERALES DEL SITIO:

a) Vegetación: Espesa , ligera , ninguna b) Inclinación: Escarpado , Moderado , Ondulado , plano c) Suelo: Roca , arcilla , cascajo , arena , lodo

d) Medio ambiente:

Aire salino , Tormentas de Arena , Polvaredas , Hielo , Nieve
Tormentas eléctricas Temperatura: Mínima 15 °C, Máxima 25 °C , Promedio anual 18 °CLLuvia todo el año , Heladas .

4. PROSPECCION LOGISTICA:

4.1. Aeropuerto más cercano: LOJA

4.2. Indicaciones para llegar a la población:

Desde Zamora se toma la carretera que conduce hacia Gualaquiza antes de llegar al poblado de Zumbi, existe una desviación por la que se recorre 60 km hasta llegar a 28 de Mayo.

4.3. Servicios cercanos de aprovisionamiento de materiales (ferreterías, combustible, etc.)

En Zamora.

5. COMENTARIOS DE LA VISITA.-

Básicamente su población está compuesta de grupos indígenas saraguos, shuaras y colonos. Debido a que los grupos saraguos son nómadas, los datos de población no son muy reales. La población flotante se estima en 3000 personas, mientras que la población estable sería menos de 1000. Estaban servidos por una línea física y un teléfono de magneto, el cual estaba sin funcionamiento durante la visita. Poseen todos los servicios: agua, luz, alcantarillado. Durante la entrevista con las autoridades se evidenció el interés por obtener el servicio telefónico.

DATOS DE PROSPECCION

POBLACION: PAQUISHAPROVINCIA: ZAMORA CHINCHIPE

LOCALIZACION GEOGRAFICA:

3°54'52.2 LATITUD 78°38.7'67" LONGITUDFECHA: 12 - 12 - 931. CONTACTO EN EL SITIO: Sr. Luis Quezada, Presidente Junta ParroquialTELEFONO: N/E

2. ENERGIA ELECTRICA DISPONIBLE:

120/240 VAC, 60 Hz, 1 ϕ , 3 No. HILOS

2.1. CARACTERISTICAS GENERALES

La energía eléctrica proviene del Sistema Nacional Interconectado, monofásica a 3 hilos 120/240V. Es permanente. La energía en alta tensión es monofásica.

3. CONDICIONES GENERALES DEL SITIO:

a) Vegetación: Espesa , ligera , ninguna b) Inclinação: Escarpado , Moderado , Ondulado , plano c) Suelo: Roca , arcilla , cascajo , arena , lodo

d) Medio ambiente:

Aire salino , Tormentas de Arena , Polvaredas , Hielo , Nieve
Tormentas eléctricas Temperatura: Mínima 15 °C, Máxima 28 °C, Promedio anual 20 °CLLuvia de febrero a septiembre, Heladas

4. PROSPECCION LOGISTICA:

4.1. Aeropuerto más cercano: LOJA

4.2. Indicaciones para llegar a la población:

Desde Zumbi, el camino es lastrado y la distancia es 18 km.

4.3. Servicios cercanos de aprovisionamiento de materiales (ferreterías, combustible, etc.)

En Zamora.

5. COMENTARIOS DE LA VISITA.-

Es un poblado pequeño, con unos pocos locales comerciales.

DATOS DE PROSPECCION

POBLACION: GUAYZIMIPROVINCIA: ZAMORA CHINCHIPE

LOCALIZACION GEOGRAFICA:

4°01'53.4 LATITUD 78°40'25.4" LONGITUDFECHA: 12 - 12 - 931. CONTACTO EN EL SITIO: Sr. Héctor Villalta . Presidente ConsejoTELEFONO: N/E

2. ENERGIA ELECTRICA DISPONIBLE:

120/240 VAC, 60 Hz, 1 ϕ , 3 No. HILOS

2.1. CARACTERISTICAS GENERALES

La energía eléctrica proviene del Sistema Nacional Interconectado, monofásica a 3 hilos 120/240V. Es permanente. La energía en alta tensión es monofásica.

3. CONDICIONES GENERALES DEL SITIO:

a) Vegetación: Espesa , ligera , ninguna b) Inclinación: Escarpado , Moderado , Ondulado , plano c) Suelo: Roca , arcilla , cascajo , arena , lodo

d) Medio ambiente:

Aire salino , Tormentas de Arena , Polvaredas , Hielo , Nieve
Tormentas eléctricas Temperatura: Mínima 18 °C, Máxima 32 °C , Promedio anual 22 °CLLuvia de enero a septiembre , Heladas .

4. PROSPECCION LOGISTICA:

4.1. Aeropuerto más cercano: LOJA

4.2. Indicaciones para llegar a la población:

Desde Zumbi, tomando la carretera que conduce a Paquisha y Guayzimi, a 15 km existe una "Y", debiendo tomarse el ramal derecho, 23 km, hasta llegar a Guayzimi. La carretera es lastrada y está en buenas condiciones.

4.3. Servicios cercanos de aprovisionamiento de materiales (ferreterías, combustible, etc.)

En Zamora.

5. COMENTARIOS DE LA VISITA.-

Hubo un interés manifiesto por el servicio telefónico. No hubo problemas en la asignación del terreno para la instalación de la estación terrena.

DATOS DE PROSPECCION

POBLACION: VALLADOLIDPROVINCIA: ZAMORA CHINCHIPE

LOCALIZACION GEOGRAFICA:

4°32'56.6 LATITUD 79°8'6.05" LONGITUDFECHA: 14 - 12 - 931. CONTACTO EN EL SITIO: Angel Luzuriaga , Presidente Colonia AgrícolaTELEFONO: N/E

2. ENERGIA ELECTRICA DISPONIBLE:

120/240 VAC, 60 Hz, 1 ϕ , 3 No. HILOS

2.1. CARACTERISTICAS GENERALES

La energía eléctrica proviene de una central hidroeléctrica que funciona de 8:00 a 24:00. La energía es monofásica. La planta da servicio a Valladolid y a Palanda.

3. CONDICIONES GENERALES DEL SITIO:

a) Vegetación: Espesa , ligera , ninguna b) Inclinación: Escarpado , Moderado , Ondulado , plano c) Suelo: Roca , arcilla , cascajo , arena , lodo

d) Medio ambiente:

Aire salino , Tormentas de Arena , Polvaredas , Hielo , Nieve
Tormentas eléctricas Temperatura: Mínima 12 °C, Máxima 23 °C , Promedio anual 15 °CLLuvia de enero a septiembre , Heladas .

4. PROSPECCION LOGISTICA:

4.1. Aeropuerto más cercano: LOJA

4.2. Indicaciones para llegar a la población:

Se debe ir por Loja, utilizando la carretera Loja-Malacatos. Dicha vía es pavimentada hasta Vilcabamba (a 52 km de Loja). Desde este punto se recorre 64 km, hacia el Sur por una carretera en construcción que tiene varios tramos a nivel de base, sub-base y otros en movimiento de tierras. En general el camino es malo.

4.3. Servicios cercanos de aprovisionamiento de materiales (ferreterías, combustible, etc.)

En Zamora.

5. COMENTARIOS DE LA VISITA.-

Es una población de más bien escasa actividad comercial. La mayor parte de la población se dedica a la agricultura. Hubo un interés no tan marcado como en otras poblaciones por el servicio. De todos modos se consiguió un posible terreno para la instalación de la estación terrena.

DATOS DE PROSPECCION

POBLACION: ZUMBA

PROVINCIA: ZAMORA CHINCHIPE

LOCALIZACION GEOGRAFICA:

4°51'37.8 LATITUD 79°7'33.7" LONGITUD

FECHA: 14 - 12 - 93

1. CONTACTO EN EL SITIO: Oficina en construcción de EMETEL

TELEFONO: N/E

2. ENERGIA ELECTRICA DISPONIBLE:

120/240 VAC, 60 Hz, 1 ϕ , 3 No. HILOS

2.1. CARACTERISTICAS GENERALES

La energía eléctrica proviene de un grupo de generadores de INECEL.
La línea de tensión es trifásica

3. CONDICIONES GENERALES DEL SITIO:

a) Vegetación: Espesa __, ligera __, ninguna X

b) Inclinación: Escarpado __, Moderado __, Ondulado __, plano X

c) Suelo: Roca __, arcilla X, cascajo __, arena __, lodo __

d) Medio ambiente:

Aire salino __, Tormentas de Arena __, Polvaredas __, Hielo __, Nieve __
Tormentas eléctricas X

Temperatura: Mínima 12 °C, Máxima 23 °C , Promedio anual 15 °C

LLuvia de enero a septiembre , Heladas __ .

4. PROSPECCION LOGISTICA:

4.1. Aeropuerto más cercano: En la ciudad existe un aeropuerto, exclusivo para avionetas.

4.2. Indicaciones para llegar a la población:

Se debe ir por Loja, utilizando la carretera Loja-Malacatos. A partir de Valladolid se deben recorrer 67 km. En general el camino tiene contínuos derrumbes y por tramos: se halla en malas condiciones.

4.3. Servicios cercanos de aprovisionamiento de materiales (ferreterías, combustible, etc.)

No existe en el poblado.

5. COMENTARIOS DE LA VISITA.-

La edificación para la estación terrena casi se encuentra lista. Existe una línea física con teléfono de maqneto que une Zumba con Valladolid y Yangana. Se tuvo la oportunidad de utilizar dicho teléfono y hablar con el operario de la oficina de EMETEL en Yangana, siendo la comunicación de mala calidad con mucho ruido inducido. Zumba es una población grande con un movimiento mediano, existiendo comercio con el Perú.

DATOS DE PROSPECCION

POBLACION: SAN CARLOS

PROVINCIA: ZAMORA CHINCHIPE

LOCALIZACION GEOGRAFICA:

3°56'37.5 LATITUD 78°52'18.3" LONGITUD

FECHA: 12 - 12 - 93

1. CONTACTO EN EL SITIO: Padre Estanislao Wrobel

TELEFONO: N/E

2. ENERGIA ELECTRICA DISPONIBLE:

120/240 VAC, 60 Hz, 1 ϕ , 3 No. HILOS

2.1. CARACTERISTICAS GENERALES

La energía eléctrica proviene del sistema Nacional Interconectado, derivación de la línea que viene de Zamora. no hay problemas de energía. La energía a baja tensión es monofásica a 3 hilos.

3. CONDICIONES GENERALES DEL SITIO:

a) Vegetación: Espesa , ligera , ninguna

b) Inclinación: Escarpado , Moderado , Ondulado , plano

c) Suelo: Roca , arcilla , cascajo , arena , lodo

d) Medio ambiente:

Aire salino , Tormentas de Arena , Polvaredas , Hielo , Nieve
Tormentas eléctricas

Temperatura: Mínima 16 °C, Máxima 30 °C , Promedio anual 24 °C

LLuvia de enero a mayo , Heladas .

4. PROSPECCION LOGISTICA:

4.1. Aeropuerto más cercano: Loja

4.2. Indicaciones para llegar a la población:

Desde la vía Zamora-Yantzaza a 30 km de Zamora, se encuentra la población de Namírez. A partir de este punto se recorre 10 km hasta San Carlos

4.3. Servicios cercanos de aprovisionamiento de materiales (ferreterías, combustible, etc.)

No existe en el poblado.

5. COMENTARIOS DE LA VISITA.-

Al hablar de la población de San Carlos, es necesario hablar de Nambija, el asentamiento minero más grande de la provincia. San Carlos es la entrada para Nambija, tiene un gran movimiento comercial, debido justamente a que es el centro de aprovisionamiento de los mineros. Parece que el Gobierno desea realizar un reasentamiento de los mineros a esta población, quedando Nambija como lugar de trabajo solamente.

DATOS DE PROSPECCION

POBLACION: NAMBIJAPROVINCIA: ZAMORA CHINCHIPE

LOCALIZACION GEOGRAFICA:

4°03'48.3 LATITUD 78°49'00.5" LONGITUDFECHA: 12 - 12 - 931. CONTACTO EN EL SITIO: Un minero del asentamiento.TELEFONO:

2. ENERGIA ELECTRICA DISPONIBLE:

120/240 VAC, 60 Hz, 1 ϕ , 3 No. HILOS

2.1. CARACTERISTICAS GENERALES

La energía eléctrica proviene del sistema Nacional Interconectado, derivación de la línea que viene de Zamora, no hay problemas de energía. La energía a baja tensión es monofásica a 3 hilos.

3. CONDICIONES GENERALES DEL SITIO:

a) Vegetación: Esposa , ligera , ninguna Xb) Inclinación: Escarpado , Moderado X, Ondulado , plano c) Suelo: Roca , arcilla , cascajo , arena , lodo X

d) Medio ambiente:

Aire salino , Tormentas de Arena , Polvaredas , Hielo , Nieve
Tormentas eléctricas Temperatura: Mínima 16 °C, Máxima 30 °C, Promedio anual 24 °CLluvia de enero a mayo, Heladas .

4. PROSPECCION LOGISTICA:

4.1. Aeropuerto más cercano: Loja

4.2. Indicaciones para llegar a la población:

Por la entrada a San Carlos, unos 10 km.

4.3. Servicios cercanos de aprovisionamiento de materiales (ferreterías, combustible, etc.)

No existe en el poblado.

5. COMENTARIOS DE LA VISITA.-

Es el asentamiento actual de aproximadamente 10.000 mineros. Se tienen noticias de que existen dos líneas telefónicas piratas, correspondientes a números de Loja, llevados por algún sistema de radioenlaces. Se conoce que una conferencia a Quito llega a costar entre 10.000 y 25.000 sucres. Esto evidencia la necesidad del servicio telefónico. Además no hay Policía. Hace algún tiempo se puso una sucursal del Banco Central, pero la misma fue abandonada por sus empleados, parece ser por la hostilidad de los habitantes. Los mineros viven en condiciones infrahumanas. Las viviendas son lugares de trabajo y cada una tiene su equipo de perforación. No existe canalización y las aguas servidas corren por las calles.

4. PROSPECCION LOGISTICA:

4.1. Aeropuerto más cercano: Loja

4.2. Indicaciones para llegar a la población:

El camino desde Loja hasta Zamora, es una carretera asfaltada 40 km. y los 20 restantes es camino lastrado en buen estado, a unas dos horas de distancia.

4.3. Servicios cercanos de aprovisionamiento de materiales (ferreterías, combustible, etc.)

Existen en el poblado.

5. COMENTARIOS DE LA VISITA.-

En la población existe una central telefónica analógica para 600 abonados, marca SIEMENS CPR100. Existen 60 canales de Loja a Zamora, pero apenas se encuentran funcionando unos 12.

En las cabinas de EMETEL de Zamora se tiene aproximadamente unas 120 llamadas diarias a través de 3 canales y 4 cabinas. De una pequeña encuesta hecha a los abonados se obtuvo que la comunicación al interior de la ciudad es buena, pero al querer comunicarse con Loja ó Quito el servicio se vuelve malo, existiendo ruido y cortes en la comunicación. Esto pudo comprobarlo el autor al hacer varias llamadas especialmente a Quito.

DATOS DE PROSPECCION

POBLACION: ZUMBI

PROVINCIA: ZAMORA CHINCHIPE

LOCALIZACION GEOGRAFICA:

3°53'25.4 LATITUD 78°46'44.3" LONGITUD

FECHA: 10 - 12 - 93

1. CONTACTO EN EL SITIO: Oficina del EMETEL.

TELEFONO:

2. ENERGIA ELECTRICA DISPONIBLE:

120/240 VAC, 60 Hz, 1 ϕ , 3 No. HILOS

2.1. CARACTERISTICAS GENERALES

La energía eléctrica proviene del sistema Nacional Interconectado, no hay problemas de energía.

3. CONDICIONES GENERALES DEL SITIO:

a) Vegetación: Esposa , ligera , ninguna X

b) Inclinación: Escarpado , Moderado , Ondulado , plano X

c) Suelo: Roca , arcilla X , cascajo , arena , lodo

d) Medio ambiente:

Aire salino , Tormentas de Arena , Polvaredas , Hielo , Nieve
Tormentas eléctricas

Temperatura: Mínima 18 °C, Máxima 33 °C , Promedio anual 25 °C

LLuvia de enero a septiembre , Heladas .

4. PROSPECCION LOGISTICA:

4.1. Aeropuerto más cercano: Loja

4.2. Indicaciones para llegar a la población:

Antes de llegar a Yantzaza a unos 10 km.

4.3. Servicios cercanos de aprovisionamiento de materiales (ferreterías, combustible, etc.)

En Zamora

5. COMENTARIOS DE LA VISITA.-

Está servido por una línea de Zamora que se comparte con Yantzaza y se utiliza en Zumbi 4 horas al día. Al día en la central de EMETEL se concretan unas 15 llamadas, existiendo registros de 35 llamadas efectivas. Es un pueblo de bastante movimiento y existe una demanda de servicio telefónico. A comentarios de los habitantes el servicio prestado es pésimo.

DATOS DE PROSPECCION

POBLACION: CUMBARATZA

PROVINCIA: ZAMORA CHINCHIPE

LOCALIZACION GEOGRAFICA:

3°59'27.4 LATITUD 78°51'50.9" LONGITUD

FECHA: 10 - 12 - 93

1. CONTACTO EN EL SITIO: Oficina del EMETEL.

TELEFONO:

2. ENERGIA ELECTRICA DISPONIBLE:

120/240 VAC, 60 Hz, 1 ϕ , 3 No. HILOS

2.1. CARACTERISTICAS GENERALES

La energía eléctrica proviene del sistema Nacional Interconectado, no hay problemas de energía.

3. CONDICIONES GENERALES DEL SITIO:

a) Vegetación: Espesa , ligera , ninguna X

b) Inclinación: Escarpado , Moderado , Ondulado , plano X

c) Suelo: Roca , arcilla X, cascajo , arena , lodo

d) Medio ambiente:

Aire salino , Tormentas de-Arena , Polvaredas , Hielo , Nieve
Tormentas eléctricas

Temperatura: Mínima 18 °C, Máxima 33 °C , Promedio anual 25 °C

LLuvia de enero a septiembre , Heladas .

4. PROSPECCION LOGISTICA:

4.1. Aeropuerto más cercano: Loja

4.2. Indicaciones para llegar a la población:

A partir de Zamora 15 km, en un camino de 2do. orden

4.3. Servicios cercanos de aprovisionamiento de materiales (ferreterías, combustible, etc.)

En Zamora

5. COMENTARIOS DE LA VISITA.-

Es una población de tamaño mediano, con un movimiento comercial mediano. Tienen una línea física con un número de Zamora, pero el servicio es pésimo, a criterio de los pobladores.

ANEXO 2

RESUMEN DE CARACTERISTICAS DE LOS SISTEMAS DE RADIO DE BAJA CAPACIDAD POSIBLES DE SER UTILIZADOS

El estudio de las características técnicas principales de los siguientes sistemas multiacceso digital, permite la elección del más apropiado técnicamente para cada una de las redes de la provincia.

A2.1. SISTEMA JUL-233 DE LA COMPAÑIA JRC

Proporciona una máxima capacidad de 30 canales de acceso y 256 líneas a abonado, las cuales pueden fácilmente ser reducidas o expandidas según la demanda, sin la interrupción del servicio.

Utiliza el sistema TDMA. Consiste de una estación central, varias estaciones repetidoras y muchas estaciones de abonados.

El área de servicio del sistema TDMA está constituida por varias celdas. Cada celda tiene un radio de alrededor de 30 km desde la estación base o la estación repetidora. Esta área de servicio se puede expandir hasta 300 km o más con el uso de repetidoras.

El sistema TDMA es operado como acceso múltiple por asignación de demanda (DAMA por sus siglas en inglés), en el cual un cierto número de abonados puede llegar a los canales de acceso en cualquier momento que deseen hacer una llamada. El acceso múltiple por preasignación (PAMA), el cual provee un canal exclusivo para un cierto abonado es también disponible.

El equipo base está compuesto de un equipo de radio y un equipo DAMA.

Las estaciones periféricas pueden servir hasta 30 abonados cada una.

A2.2. SISTEMA SR100 DE LA COMPAÑIA SRTELECOM

Es un sistema TDMA. Utiliza el sistema de enlaces con línea de vista vía microonda a distancias máximas entre 40 y 70 km. La distancias se pueden ampliar con el uso de varios saltos de repetidora.

El sistema SR básico está diseñado para acoplarse a una Central telefónica a 2 hilos, similar al par cableado de abonados telefónicos.

SR tiene una capacidad máxima de 94 abonados, con 15 líneas troncales. Las siguientes definiciones se dan para este sistema:

- Estación Central, es el centro del sistema. Puede servir a sus alrededores hasta 94 abonados y por medio de sus estaciones remotas a un igual número.
- Estación remota en gabinete, puede servir hasta 6 abonados.
- Estación remota en bastidor, puede servir hasta 94 abonados.
- Estación repetidora, aparte de extender la cobertura del sistema puede dar servicio hasta a 25 abonados localizados en sus proximidades.

A2.3. SISTEMA SR500 DE LA COMPAÑIA SRTELECOM

Es un sistema que utiliza TDM. Es de mayor capacidad que el anterior, pues tiene 60 circuitos de enlace de 64 kbps, lo que permite tener entre 500 y 4000 líneas. El número máximo de estaciones remotas es de 511.

La estación central puede servir hasta 640 abonados de 2 hilos (incluye fax o télex) o 160 abonados de datos o una mezcla de estos servicios.

Tiene 5 diferentes versiones de estaciones remotas:

- Estación remota de gabinete, que puede conectar hasta 32 abonados a 2 hilos u 8 abonados de datos a la estación central.
- Estación remota en bastidor, que puede conectar un máximo de 256 abonados a 2 hilos o 64 abonados de datos a la estación central.
- Micro estación remota que conecta hasta 2 abonados a la central.
- Repetidora en gabinete, aparte de cumplir con la función de extender la cobertura del sistema, permite conectar a la central hasta 16 abonados a 2 hilos ó 4 abonados de datos.
- Repetidora en bastidor, aparte de cumplir con la función de extender la cobertura del sistema, permite conectar a la central hasta 256 abonados a 2 hilos ó 64 abonados de datos.

Una característica especial del sistema SR500 es que permite que los abonados conectados a una misma estación periférica, se comuniquen entre sí sin acceder a la central telefónica, lo que reduce el ocupamiento de las troncales de la estación central en comunicaciones locales.

A2.4. SISTEMA SMD-30 DE LA COMPAÑIA ALCATEL S.E.S.A

Es un sistema TDMA, tipo punto a multipunto (multiacceso digital). Tiene una capacidad de 30 canales simultáneos de 64 kbps (voz o datos). Se puede dar servicio hasta 512 abonados.

La configuración básica del sistema es semejante a la de SRTELECOM:

- Unidad central: se conecta a la central telefónica terminal a nivel de línea de abonado. Efectúa el control del sistema, asignación de canales, supervisión y mantenimiento, multiplexación y demultiplexación y de interfaz con la central de conmutación. No hay posibilidad de conexión directa de abonados en su periferia.
- Unidad de abonados (UA), tiene una capacidad de 16 abonados. Puede ser ampliada hasta 64 con un módulo adicional. Los abonados se conectan por cable. Los abonados pueden ser de voz, datos o télex.
- Unidad repetidora con abonados (URA), efectúa una función de repetidora regenerativa. Puede conectar desde 16 hasta 64 abonados a sus alrededores, tal como una UA.

En el cuadro siguiente se presenta una comparación de las características principales de los sistemas de radio multiacceso digital considerados para el siguiente trabajo de tesis.

En cuanto a los precios de los sistemas, estos dependerán de cada situación específica. La cantidad de abonados y su distribución en cada caso, llevará a una configuración particular de los sistemas. Todos los multiaccesos son de tipo modular, lo que significa que las estaciones centrales se pueden configurar a capacidades menores a las límite.

SISTEMA (COMPAÑIA)	PROCEDENCIA	TECNOLOGIA	TRONCALES	No. ABONADOS	No. ESTACIONES REMOTAS	CAPACIDAD DE ESTACIONES
JUL-233 (JRC)	Japón	digital	30	256	256	30 ab.
SR100 (SRTelecom)	Canadá	digital	15	94	94	6, 25 ab.
SR500 (SRTelecom)	Canadá	digital	60	640	511	2, 32, 256 ab.
SMD-30 (Alcatel)	Francia	digital	30	256	256	16, 64 ab.

Cuadro A2.1: Comparación de sistemas multiacceso digital

1.- DATOS GEOGRAFICOS DEL ENLACE:

1.1.	Nombre del enlace:	HUACHINCHAMBO - EL CONSUELO
1.2.	Punto A: Nombre:	HUACHINCHAMBO
1.3.	Existente:	N (S/N)
1.4.	Longitud:	79 ' 14 ' 31 " 0
1.5.	Latitud:	4 ' 1 ' 42 " S
1.6.	Altura:	2,849 m. S.N.M.
1.7.	Torre:	0 m.
1.8.	Punto B: Nombre:	EL CONSUELO
1.9.	Existente:	N (S/N)
1.10.	Longitud:	79 ' 3 ' 19 " 0
1.11.	Latitud:	4 ' 0 ' 2 " S
1.12.	Altura:	3,134 m. S.N.M.
1.13.	Torre:	0 m.

2.- DATOS DE PROPAGACION:

2.1.	Frecuencia de operación:	2,000 MHz.
2.2.	Factor de corrección (k):	1.33
2.3.	Z libre primera zona Fr.:	100 Z
2.4.	Altura de vegetación para todo el enlace:	0 m.
2.5.	Altura de vegetación para el punto de claridad mínima:	0 m.

3.- CALCULOS GEOGRAFICOS

3.1.	Angulos de azimuth (con respecto al Norte):	
3.1.1.	Estación A:	81 ' 33 ' 53 "
3.1.2.	Estación B:	261 ' 34 ' 40 "
3.2.	Angulos de elevación (con respecto a la horizontal):	
3.2.1.	Estación A:	+ 0 ' 46 ' 44 "
3.2.2.	Estación B:	- 0 ' 46 ' 44 "
3.3.	Distancia del enlace:	20,956 m.
3.4.	Rugosidad del terreno:	271.40 m.

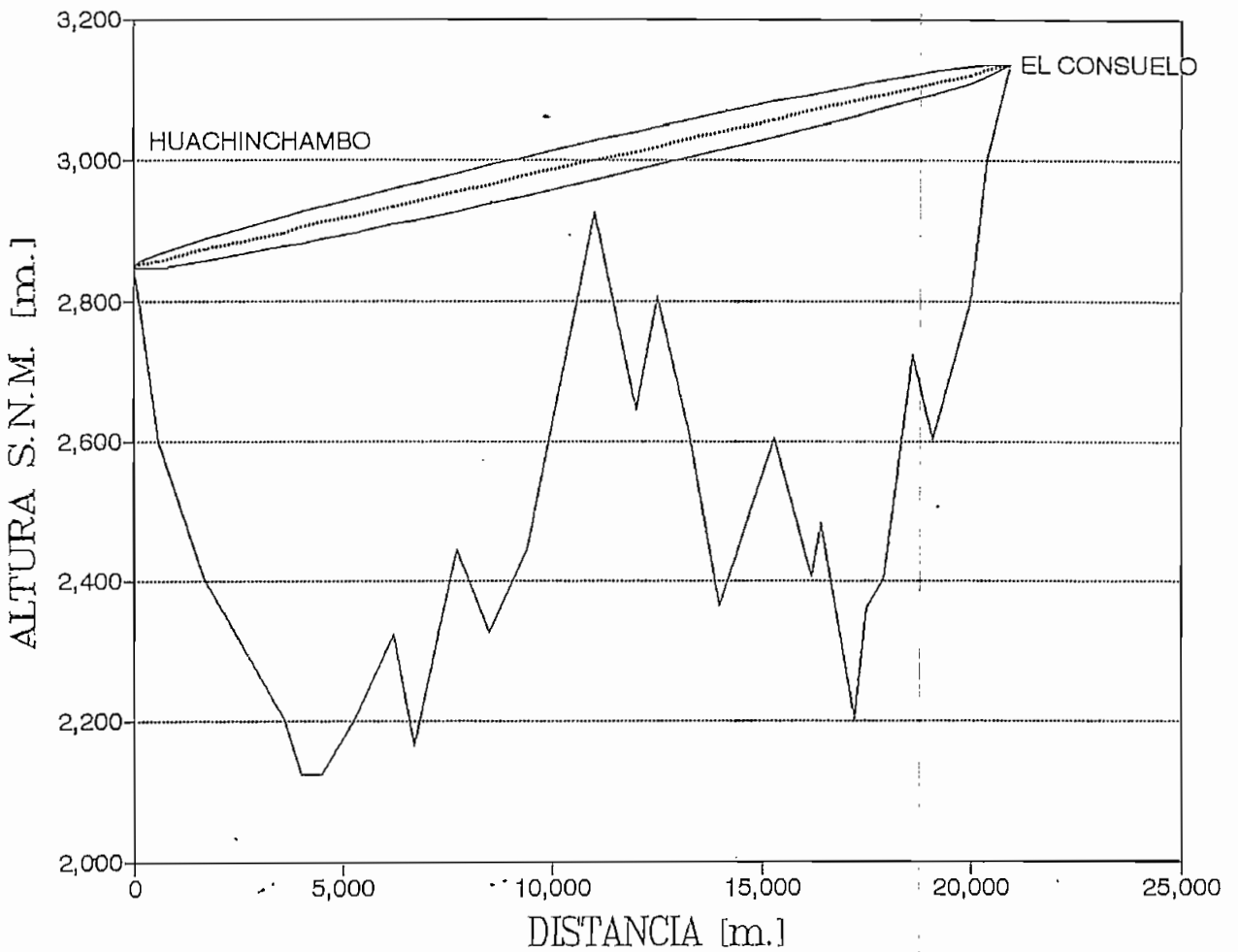
4.- CALCULOS DE PROPAGACION

4.1.	Punto de obstrucción o punto de mínima claridad:	
4.1.1.	Distancia desde A:	20,400 m.
4.1.2.	Distancia desde B:	556 m.
4.1.3.	Altura del punto (S.N.M.):	3,000 m.
4.1.4.	Claridad mínima:	126 m.
4.1.5.	Margen mínimo de seguridad:	117 m.
4.1.6.	Altura recomendada de torres:	
4.1.6.1.	estación A:	0 m.
4.1.6.2.	estación B:	0 m.
4.2.	Atenuación espacio libre:	124.85 dB.

5.- DATOS DEL PERFIL DEL ENLACE:

DISTANCIA D1 (m.)	CLARIDAD DEL ENLACE (m.)	ALTURA hx (m.)	DISTANCIA D2 (m.)	FACTOR DE CORRECCION ALTURA hc	ALTURA CORREGIDA H (m.)	ALTURA DEL RAYO (m.)	RADIO DE PRIMERA ZONA DE FRESNEL rf	ALTURA SUPERIOR FRESNEL (m.)	ALTURA INFERIOR FRESNEL (m.)
0	2,849	2,849	20,956	0.00	2,849	2,849	0.0000	2,849	2,849
0	2,849	2,849	20,956	0.00	2,849	2,849	0.0000	2,849	2,849
150	51	2,800	20,806	0.18	2,800	2,851	4.7202	2,856	2,846
600	256	2,600	20,356	0.72	2,601	2,857	9.3377	2,866	2,848
1,700	470	2,400	19,256	1.93	2,402	2,872	15.2871	2,887	2,857
3,600	694	2,200	17,356	3.68	2,204	2,898	21.1200	2,919	2,877
4,000	779	2,120	16,956	3.99	2,124	2,903	22.0044	2,925	2,881
4,500	786	2,120	16,456	4.36	2,124	2,910	22.9925	2,933	2,887
5,300	716	2,200	15,656	4.88	2,205	2,921	24.3387	2,945	2,897
6,200	608	2,320	14,756	5.39	2,325	2,933	25.5564	2,959	2,908
6,700	774	2,160	14,256	5.62	2,166	2,940	26.1129	2,966	2,914
7,700	508	2,440	13,256	6.01	2,446	2,954	26.9942	2,981	2,927
8,500	638	2,320	12,456	6.23	2,326	2,965	27.4927	2,992	2,937
9,400	530	2,440	11,556	6.39	2,446	2,977	27.8476	3,005	2,949
11,000	72	2,920	9,956	6.45	2,926	2,999	27.9614	3,027	2,971
12,000	366	2,640	8,956	6.33	2,646	3,012	27.6992	3,040	2,984
12,500	213	2,800	8,456	6.22	2,806	3,019	27.4700	3,046	2,992
13,300	424	2,600	7,656	5.99	2,606	3,030	26.9617	3,057	3,003
14,000	674	2,360	6,956	5.73	2,366	3,039	26.3673	3,066	3,013
15,300	452	2,600	5,656	5.09	2,605	3,057	24.8555	3,082	3,032
16,200	665	2,400	4,756	4.54	2,405	3,069	23.4532	3,093	3,046
16,400	588	2,480	4,556	4.40	2,484	3,072	23.0960	3,095	3,049
17,200	879	2,200	3,756	3.80	2,204	3,083	21.4760	3,104	3,061
17,500	723	2,360	3,456	3.56	2,364	3,087	20.7794	3,108	3,066
17,900	689	2,400	3,056	3.22	2,403	3,092	19.7620	3,112	3,073
18,600	379	2,720	2,356	2.58	2,723	3,102	17.6878	3,120	3,084
19,100	507	2,600	1,856	2.09	2,602	3,109	15.9089	3,125	3,093
20,000	320	2,800	956	1.13	2,801	3,121	11.6841	3,133	3,109
20,400	126	3,000	556	0.67	3,001	3,126	8.9997	3,135	3,117
20,956	3,134	3,134	0	0.00	3,134	3,134	0.0000	3,134	3,134
20,956	3,134	3,134	0	0.00	3,134	3,134	0.0000	3,134	3,134

PERFIL DEL ENLACE HUACHINCHAMBO - EL CONSUELO



1.- DATOS GEOGRAFICOS DEL ENLACE:

1.1.	Nombre del enlace:	EL CONSUELO - ZAMORA
1.2.	Punto A:	Nombre: EL CONSUELO
1.3.	Existente:	N (S/N)
1.4.	Longitud:	79 ' 3 ' 19 " D
1.5.	Latitud:	4 ' 0 ' 2 " S
1.6.	Altura:	3,134 m. S.N.M.
1.7.	Torre:	0 m.
1.8.	Punto B:	Nombre: ZAMORA
1.9.	Existente:	N (S/N)
1.10.	Longitud:	78 ' 57 ' 10 " D
1.11.	Latitud:	4 ' 3 ' 45 " S
1.12.	Altura:	920 m. S.N.M.
1.13.	Torre:	0 m.

2.- DATOS DE PROPAGACION:

2.1.	Frecuencia de operación:	2,000 MHz.
2.2.	Factor de corrección (k):	1.33
2.3.	% libre primera zona Fr.:	100 %
2.4.	Altura de vegetación para todo el enlace:	0 m.
2.5.	Altura de vegetación para el punto de claridad mínima:	0 m.

3.- CALCULOS GEOGRAFICOS

3.1.	Angulos de azimut (con respecto al Norte):	
3.1.1.	Estación A:	121 ' 2 ' 6 "
3.1.2.	Estación B:	301 ' 2 ' 32 "
3.2.	Angulos de elevación (con respecto a la horizontal):	
3.2.1.	Estación A:	9 ' 27 ' 42 "
3.2.2.	Estación B:	9 ' 27 ' 42 "
3.3.	Distancia del enlace:	13,285 m.
3.4.	Rugosidad del terreno:	810.73 m.

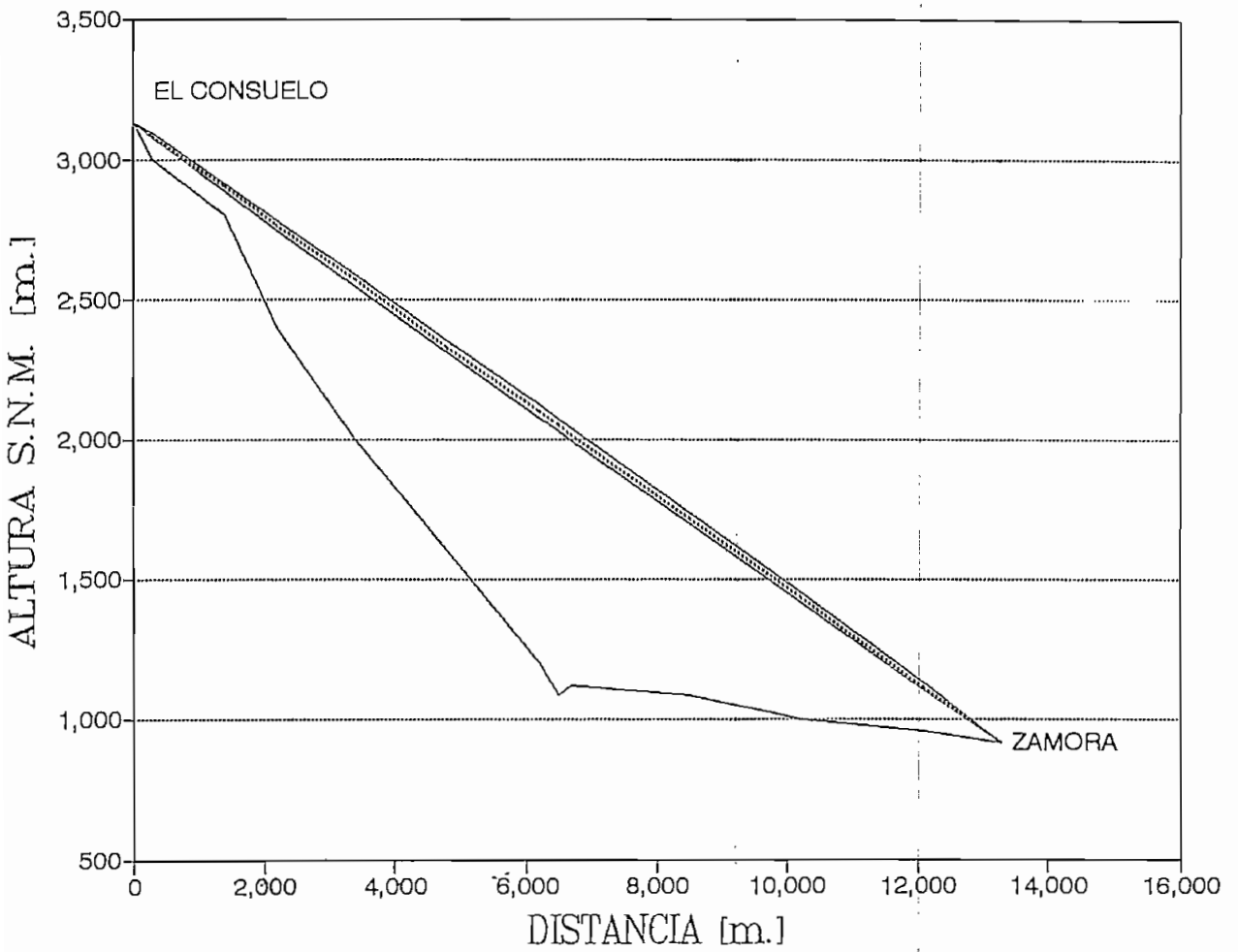
4.- CALCULOS DE PROPAGACION

4.1.	Punto de obstrucción o punto de mínima claridad:	
4.1.1.	Distancia desde A:	1,400 m.
4.1.2.	Distancia desde B:	11,885 m.
4.1.3.	Altura del punto (S.N.M.):	2,800 m.
4.1.4.	Claridad mínima:	100 m.
4.1.5.	Margen mínimo de seguridad:	86 m.
4.1.6.	Altura recomendada de torres:	
4.1.6.1.	estación A:	0 m.
4.1.6.2.	estación B:	0 m.
4.2.	Atenuación espacio libre:	120.89 dB.

5.- DATOS DEL PERFIL DEL ENLACE:

DISTANCIA D1 (m.)	CLARIDAD DEL ENLACE (m.)	ALTURA hx (m.)	DISTANCIA D2 (m.)	FACTOR DE CORRECCION ALTURA hc	ALTURA CORREGIDA H (m.)	ALTURA DEL RAYO (m.)	RADIO DE PRIMERA ZONA DE FRESNEL rf	ALTURA SUPERIOR FRESNEL (m.)	ALTURA INFERIOR FRESNEL (m.)
0	3,134	3,134	13,285	0.00	3,134	3,134	0.0000	3,134	3,134
0	3,134	3,134	13,285	0.00	3,134	3,134	0.0000	3,134	3,134
300	84	3,000	12,985	0.23	3,000	3,084	6.6233	3,091	3,077
1,400	100	2,800	11,885	0.98	2,801	2,901	13.6885	2,914	2,887
2,200	366	2,400	11,085	1.44	2,401	2,767	16.5718	2,784	2,751
3,400	565	2,000	9,885	1.98	2,002	2,567	19.4544	2,587	2,548
4,800	732	1,600	8,485	2.40	1,602	2,334	21.4159	2,355	2,313
6,200	898	1,200	7,085	2.59	1,203	2,101	22.2410	2,123	2,078
6,500	968	1,080	6,785	2.60	1,083	2,051	22.2854	2,073	2,028
6,700	895	1,120	6,585	2.60	1,123	2,017	22.2897	2,040	1,995
8,500	635	1,080	4,785	2.39	1,082	1,717	21.4011	1,739	1,696
10,200	432	1,000	3,085	1.85	1,002	1,434	18.8238	1,453	1,415
12,100	157	960	1,185	0.84	961	1,117	12.7060	1,130	1,105
13,285	920	920	0	0.00	920	920	0.0000	920	920
13,285	920	920	0	0.00	920	920	0.0000	920	920

PERFIL DEL ENLACE EL CONSUELO - ZAMORA



1.- DATOS GEOGRAFICOS DEL ENLACE:

1.1.	Nombre del enlace:	EL CONSUELO - IMBANA
1.2.	Punto A: Nombre:	EL CONSUELO
1.3.	Existente:	N (S/N)
1.4.	Longitud:	79 ' 3 ' 19 " 0
1.5.	Latitud:	4 ' 0 ' 2 " S
1.6.	Altura:	3,134 m. S.N.M.
1.7.	Torre:	0 m.
1.8.	Punto B: Nombre:	IMBANA
1.9.	Existente:	N (S/N)
1.10.	Longitud:	79 ' 7 ' 9 " 0
1.11.	Latitud:	3 ' 50 ' 29 " S
1.12.	Altura:	2,080 m. S.N.M.
1.13.	Torre:	0 m.

2.- DATOS DE PROPAGACION:

2.1.	Frecuencia de operación:	2,000 MHz.
2.2.	Factor de corrección (k):	1.33
2.3.	% libre primera zona Fr.:	100 %
2.4.	Altura de vegetación para todo el enlace:	0 m.
2.5.	Altura de vegetación para el punto de claridad mínima:	0 m.

3.- CALCULOS GEOGRAFICOS

3.1.	Angulos de azimut (con respecto al Norte):	
3.1.1.	Estación A:	381 ' 57 ' 17 "
3.1.2.	Estación B:	158 ' 2 ' 26 "
3.2.	Angulos de elevación (con respecto a la horizontal):	
3.2.1.	Estación A:	- 3 ' 10 ' 44 "
3.2.2.	Estación B:	+ 3 ' 10 ' 44 "
3.3.	Distancia del enlace:	18,977 m.
3.4.	Rugosidad del terreno:	331.19 m.

4.- CALCULOS DE PROPAGACION

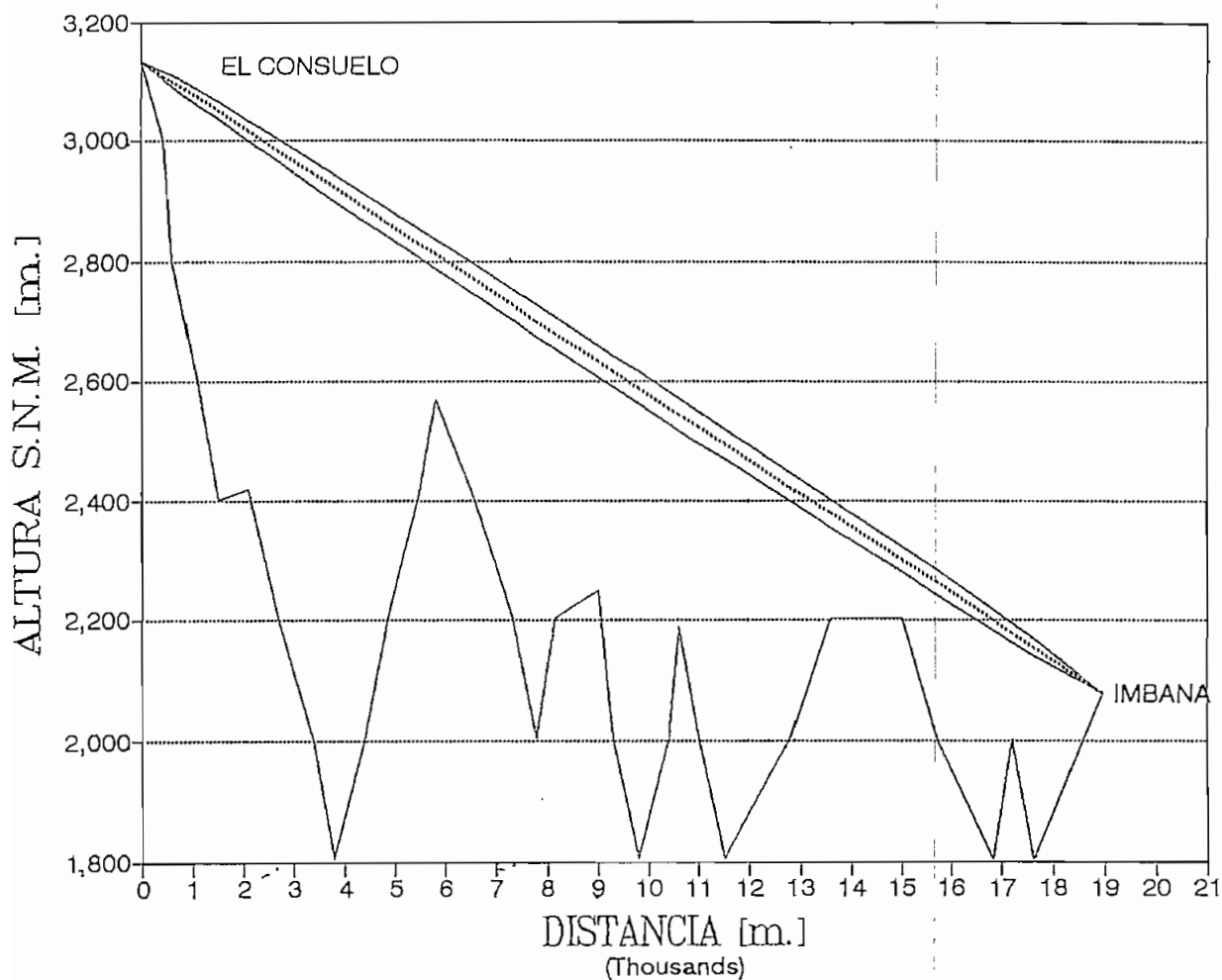
4.1.	Punto de obstrucción o punto de mínima claridad:	
4.1.1.	Distancia desde A:	15,000 m.
4.1.2.	Distancia desde B:	3,977 m.
4.1.3.	Altura del punto (S.N.M.):	2,200 m.
4.1.4.	Claridad mínima:	97 m.
4.1.5.	Margen mínimo de seguridad:	76 m.
4.1.6.	Altura recomendada de torres:	
4.1.6.1.	estación A:	0 m.
4.1.6.2.	estación B:	0 m.
4.2.	Atenuación espacio libre:	123.99 dB.

5.- DATOS DEL PERFIL DEL ENLACE:

DISTANCIA D1 (m.)	CLARIDAD DEL ENLACE (m.)	ALTURA hx (m.)	DISTANCIA D2 (m.)	FACTOR DE CORRECCION ALTURA hc	ALTURA CORREGIDA H (m.)	ALTURA DEL RAYO (m.)	RADIO DE PRIMERA ZONA DE FRESNEL rf	ALTURA SUPERIOR FRESNEL (m.)	ALTURA INFERIOR FRESNEL (m.)
0	3,134	3,134	18,977	0.00	3,134	3,134	0.0000	3,134	3,134
0	3,134	3,134	18,977	0.00	3,134	3,134	0.0000	3,134	3,134
450	109	3,000	18,527	0.49	3,000	3,109	8.1071	3,117	3,101
600	300	2,800	18,377	0.65	2,801	3,101	9.3233	3,110	3,091
1,100	472	2,600	17,877	1.16	2,601	3,073	12.4509	3,085	3,060
1,500	649	2,400	17,477	1.54	2,402	3,051	14.3760	3,065	3,036
2,100	598	2,417	16,877	2.09	2,419	3,017	16.7154	3,034	3,001
2,700	781	2,200	16,277	2.59	2,203	2,984	18.6135	3,003	2,965
3,400	942	2,000	15,577	3.12	2,003	2,945	20.4334	2,966	2,925
3,800	1,120	1,800	15,177	3.40	1,803	2,923	21.3228	2,944	2,902
4,400	886	2,000	14,577	3.78	2,004	2,890	22.4864	2,912	2,867
4,850	661	2,200	14,127	4.03	2,204	2,865	23.2410	2,888	2,841
5,450	427	2,400	13,527	4.34	2,404	2,831	24.1079	2,855	2,807
5,800	241	2,566	13,177	4.50	2,570	2,812	24.5461	2,836	2,787
6,550	365	2,400	12,427	4.79	2,405	2,770	25.3317	2,796	2,745
7,300	524	2,200	11,677	5.02	2,205	2,729	25.9231	2,754	2,703
7,800	696	2,000	11,177	5.13	2,005	2,701	26.2163	2,727	2,675
8,150	476	2,200	10,827	5.19	2,205	2,681	26.3751	2,708	2,655
9,000	384	2,245	9,977	5.29	2,250	2,634	26.6062	2,661	2,608
9,300	612	2,000	9,677	5.30	2,005	2,617	26.6363	2,644	2,591
9,800	784	1,800	9,177	5.29	1,805	2,590	26.6272	2,616	2,563
10,400	551	2,000	8,577	5.25	2,005	2,556	26.5184	2,583	2,530
10,600	355	2,185	8,377	5.23	2,190	2,545	26.4582	2,572	2,519
11,000	518	2,000	7,977	5.17	2,005	2,523	26.3014	2,549	2,497
11,500	690	1,800	7,477	5.06	1,805	2,495	26.0361	2,521	2,469
12,800	418	2,000	6,177	4.65	2,005	2,423	24.9666	2,448	2,398
13,600	174	2,200	5,377	4.31	2,204	2,379	24.0108	2,403	2,355
15,000	97	2,200	3,977	3.51	2,204	2,301	21.6867	2,323	2,279
15,700	259	2,000	3,277	3.03	2,003	2,262	20.1401	2,282	2,242
16,800	399	1,800	2,177	2.15	1,802	2,201	16.9812	2,218	2,184
17,200	177	2,000	1,777	1.80	2,002	2,179	15.5238	2,194	2,163
17,600	355	1,800	1,377	1.43	1,801	2,156	13.8237	2,170	2,143
18,977	2,080	2,080	0	0.00	2,080	2,080	0.0000	2,080	2,080
18,977	2,080	2,080	0	0.00	2,080	2,080	0.0000	2,080	2,080

PERFIL DEL ENLACE

EL CONSUELO - IMBANA



1.- DATOS GEOGRAFICOS DEL ENLACE:

1.1.	Nombre del enlace:	EL CONSUELO - SABANILLA
1.2.	Punto A: Nombre:	EL CONSUELO
1.3.	Existente:	N (S/N)
1.4.	Longitud:	79 ' 3 ' 19 " 0
1.5.	Latitud:	4 ' 0 ' 2 " S
1.6.	Altura:	3,134 m. S.N.M.
1.7.	Torre:	0 m.
1.8.	Punto B: Nombre:	SABANILLA
1.9.	Existente:	N (S/N)
1.10.	Longitud:	79 ' 3 ' 19 " 0
1.11.	Latitud:	3 ' 57 ' 41 " S
1.12.	Altura:	1,720 m. S.N.M.
1.13.	Torre:	0 m.

2.- DATOS DE PROPAGACION:

2.1.	Frecuencia de operación:	2,000 MHz.
2.2.	Factor de corrección (k):	1.33
2.3.	% libre primera zona Fr.:	100 %
2.4.	Altura de vegetación para todo el enlace:	0 m.
2.5.	Altura de vegetación para el punto de claridad mínima:	0 m.

3.- CALCULOS GEOGRAFICOS

3.1.	Angulos de azimut (con respecto al Norte):	
3.1.1.	Estación A:	360 ' 0 ' 0 "
3.1.2.	Estación B:	179 ' 59 ' 59 "
3.2.	Angulos de elevación (con respecto a la horizontal):	
3.2.1.	Estación A:	- 18 ' 4 ' 50 "
3.2.2.	Estación B:	+ 18 ' 4 ' 50 "
3.3.	Distancia del enlace:	4,331 m.
3.4.	Rugosidad del terreno:	464.19 m.

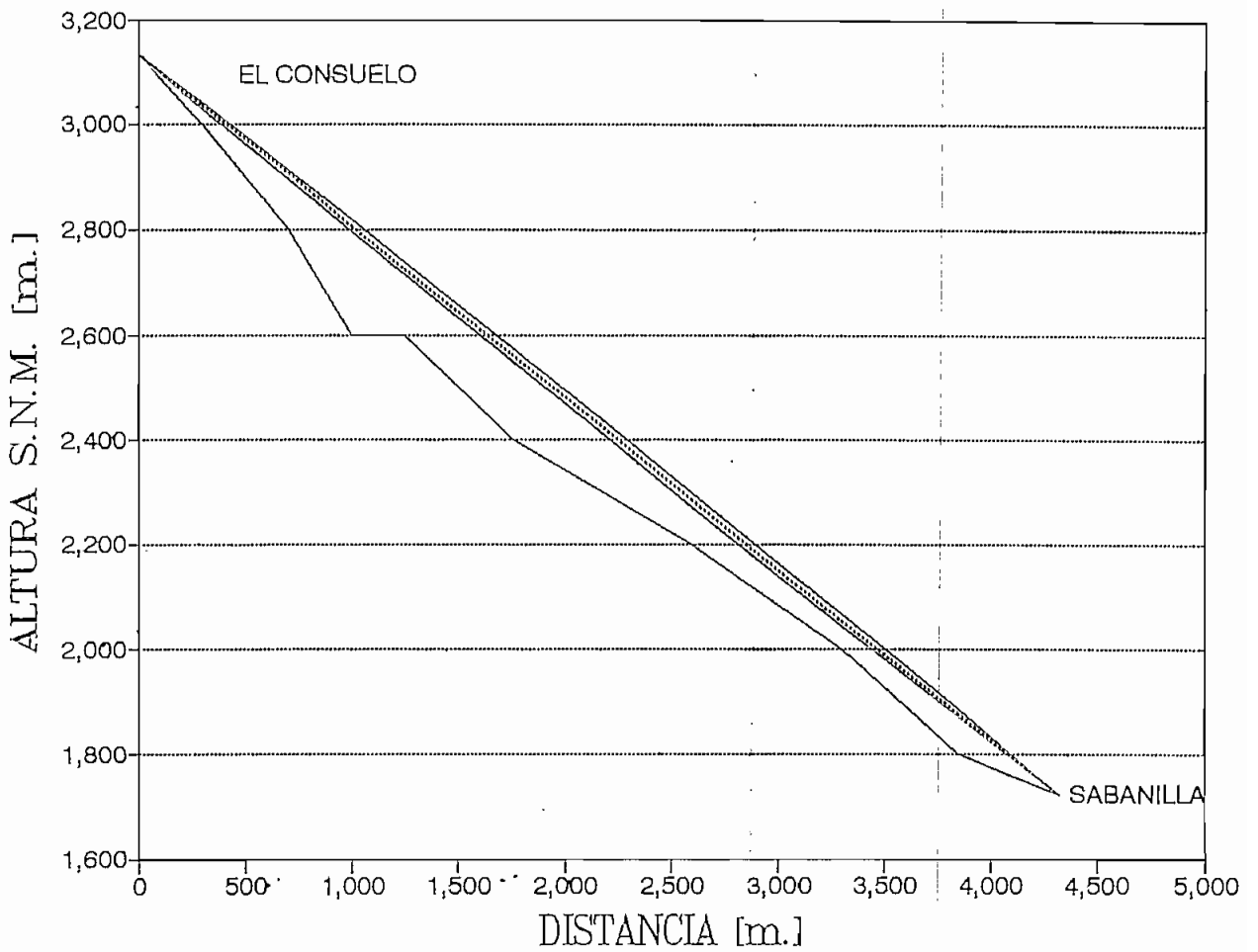
4.- CALCULOS DE PROPAGACION

4.1.	Punto de obstrucción o punto de mínima claridad:	
4.1.1.	Distancia desde A:	3,300 m.
4.1.2.	Distancia desde B:	1,031 m.
4.1.3.	Altura del punto (S.N.M.):	2,000 m.
4.1.4.	Claridad mínima:	56 m.
4.1.5.	Margen mínimo de seguridad:	46 m.
4.1.6.	Altura recomendada de torres:	
4.1.6.1.	estación A:	0 m.
4.1.6.2.	estación B:	0 m.
4.2.	Atenuación espacio libre:	111.15 dB.

5.- DATOS DEL PERFIL DEL ENLACE:

DISTANCIA D1 (m.)	CLARIDAD DEL ENLACE (m.)	ALTURA hx (m.)	DISTANCIA D2 (m.)	FACTOR DE CORRECCION ALTURA hc	ALTURA CORREGIDA H (m.)	ALTURA DEL RAYO (m.)	RADIO DE PRIMERA ZONA DE FRESNEL rf	ALTURA SUPERIOR FRESNEL (m.)	ALTURA INFERIOR FRESNEL (m.)
0	3,134	3,134	4,331	0.00	3,134	3,134	0.0000	3,134	3,134
0	3,134	3,134	4,331	0.00	3,134	3,134	0.0000	3,134	3,134
300	36	3,000	4,031	0.07	3,000	3,036	6.4632	3,043	3,030
700	105	2,800	3,631	0.15	2,800	2,905	9.3700	2,915	2,896
1,000	207	2,600	3,331	0.20	2,600	2,808	10.7267	2,818	2,797
1,250	126	2,600	3,081	0.23	2,600	2,726	11.5340	2,737	2,714
1,750	162	2,400	2,581	0.27	2,400	2,563	12.4909	2,575	2,550
2,600	85	2,200	1,731	0.26	2,200	2,285	12.4687	2,298	2,273
3,300	56	2,000	1,031	0.20	2,000	2,057	10.8412	2,067	2,046
3,850	77	1,800	481	0.11	1,800	1,877	7.9986	1,885	1,869
4,331	1,720	1,720	0	0.00	1,720	1,720	0.0000	1,720	1,720
4,331	1,720	1,720	0	0.00	1,720	1,720	0.0000	1,720	1,720

PERFIL DEL ENLACE EL CONSUELO - SABANILLA



1.- DATOS GEOGRAFICOS DEL ENLACE:

1.1.	Nombre del enlace:	LAS PALMAS - ZAMORA
1.2.	Punto A: Nombre:	LAS PALMAS
1.3.	Existente:	N (S/N)
1.4.	Longitud:	78 ' 55 ' 33 " 0
1.5.	Latitud:	3 ' 59 ' 36 " S
1.6.	Altura:	2,226 m. S.N.M.
1.7.	Torre:	0 m.
1.8.	Punto B: Nombre:	ZAMORA
1.9.	Existente:	N (S/N)
1.10.	Longitud:	78 ' 57 ' 14 " 0
1.11.	Latitud:	4 ' 4 ' 14 " S
1.12.	Altura:	1,200 m. S.N.M.
1.13.	Torre:	0 m.

2.- DATOS DE PROPAGACION:

2.1.	Frecuencia de operación:	2,000 MHz.
2.2.	Factor de corrección (k):	1.33
2.3.	% libre primera zona fr.:	100 %
2.4.	Altura de vegetación para todo el enlace:	0 m.
2.5.	Altura de vegetación para el punto de claridad mínima:	0 m.

3.- CALCULOS GEOGRAFICOS

3.1.	Angulos de azimut (con respecto al Norte):	
3.1.1.	Estación A:	519 ' 57 ' 16 "
3.1.2.	Estación B:	20 ' 2 ' 36 "
3.2.	Angulos de elevación (con respecto a la horizontal):	
3.2.1.	Estación A:	- 6 ' 26 ' 23 "
3.2.2.	Estación B:	+ 6 ' 26 ' 23 "
3.3.	Distancia del enlace:	9,090 m.
3.4.	Rugosidad del terreno:	405.89 m.

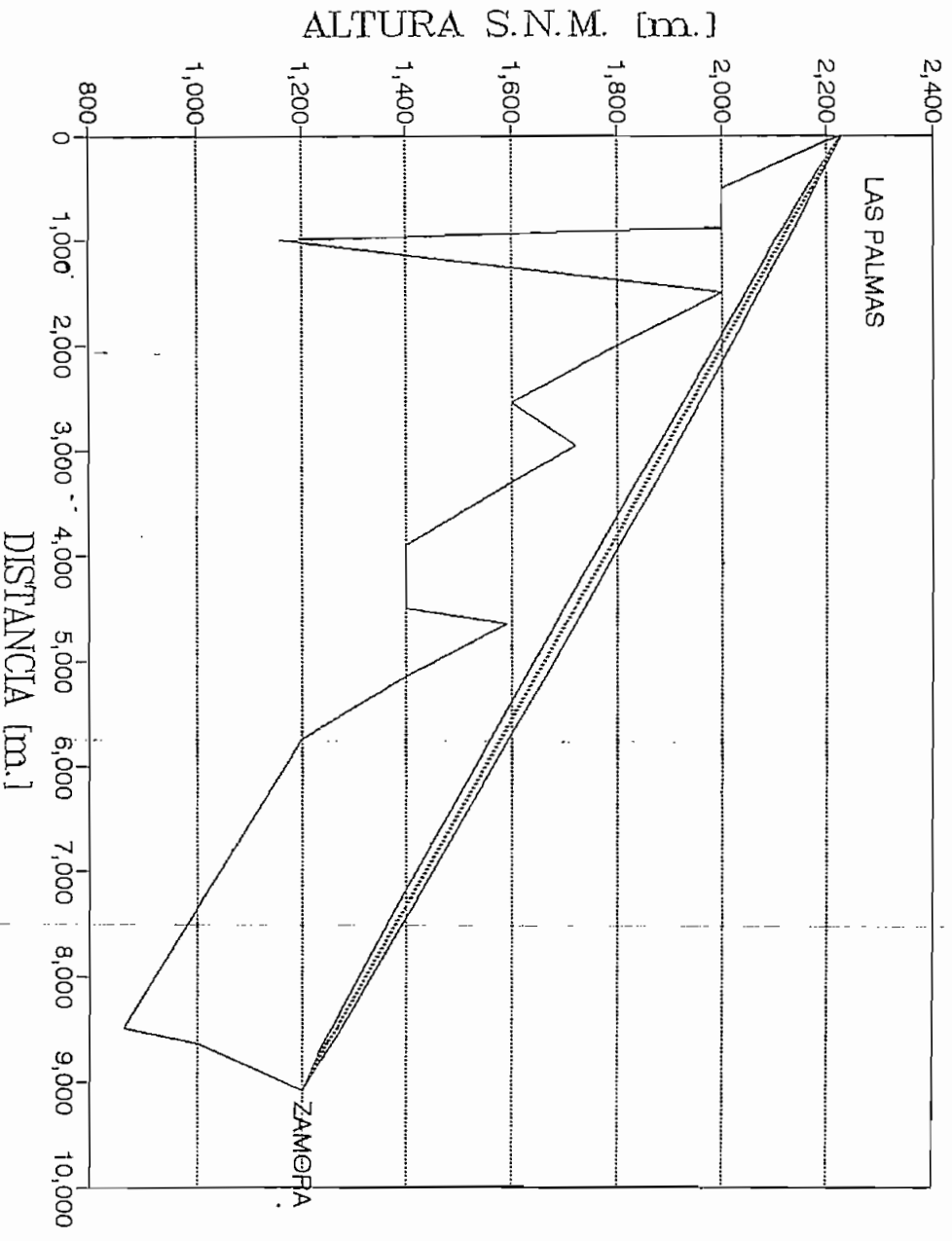
4.- CALCULOS DE PROPAGACION

4.1.	Punto de obstrucción o punto de mínima claridad:	
4.1.1.	Distancia desde A:	1,500 m.
4.1.2.	Distancia desde B:	7,590 m.
4.1.3.	Altura del punto (S.N.M.):	2,000 m.
4.1.4.	Claridad mínima:	56 m.
4.1.5.	Margen mínimo de seguridad:	42 m.
4.1.6.	Altura recomendada de torres:	
4.1.6.1.	estación A:	0 m.
4.1.6.2.	estación B:	0 m.
4.2.	Atenuación espacio libre:	117.59 dB.

5.- DATOS DEL PERFIL DEL ENLACE:

DISTANCIA D1 (m.)	CLARIDAD DEL ENLACE (m.)	ALTURA hx (m.)	DISTANCIA D2 (m.)	FACTOR DE CORRECCION ALTURA hc	ALTURA CORREGIDA H (m.)	ALTURA DEL RAYO (m.)	RADIO DE PRIMERA ZONA DE FRESNEL rf	ALTURA SUPERIOR FRESNEL (m.)	ALTURA INFERIOR FRESNEL (m.)
0	2,226	2,226	9,090	0.00	2,226	2,226	0.0000	2,226	2,226
0	2,226	2,226	9,090	0.00	2,226	2,226	0.0000	2,226	2,226
50	20	2,200	9,040	0.03	2,200	2,220	2.7275	2,223	2,218
500	169	2,000	8,590	0.25	2,000	2,170	8.4076	2,178	2,161
875	127	2,000	8,215	0.42	2,000	2,127	10.8767	2,138	2,116
1,000	953	1,160	8,090	0.48	1,160	2,113	11.5389	2,125	2,102
1,500	56	2,000	7,590	0.67	2,001	2,057	13.6885	2,070	2,043
2,000	199	1,800	7,090	0.83	1,801	2,000	15.2766	2,016	1,985
2,550	337	1,600	6,540	0.98	1,601	1,938	16.5672	1,955	1,922
2,950	172	1,720	6,140	1.07	1,721	1,893	17.2657	1,910	1,876
3,300	252	1,600	5,790	1.12	1,601	1,854	17.7331	1,871	1,836
3,900	385	1,400	5,190	1.19	1,401	1,786	18.2518	1,804	1,768
4,500	317	1,400	4,590	1.22	1,401	1,718	18.4375	1,737	1,700
4,650	110	1,590	4,440	1.22	1,591	1,701	18.4334	1,720	1,683
5,150	244	1,400	3,940	1.19	1,401	1,645	18.2743	1,663	1,626
5,750	376	1,200	3,340	1.13	1,201	1,577	17.7785	1,595	1,559
7,350	396	1,000	1,740	0.75	1,001	1,396	14.5078	1,411	1,382
8,500	406	860	590	0.30	860	1,267	9.0844	1,276	1,258
8,650	249	1,000	440	0.22	1,000	1,250	7.9138	1,258	1,242
9,090	1,200	1,200	0	0.00	1,200	1,200	0.0000	1,200	1,200
9,090	1,200	1,200	0	0.00	1,200	1,200	0.0000	1,200	1,200

PERFIL DEL ENLACE LAS PALMAS - ZAMORA

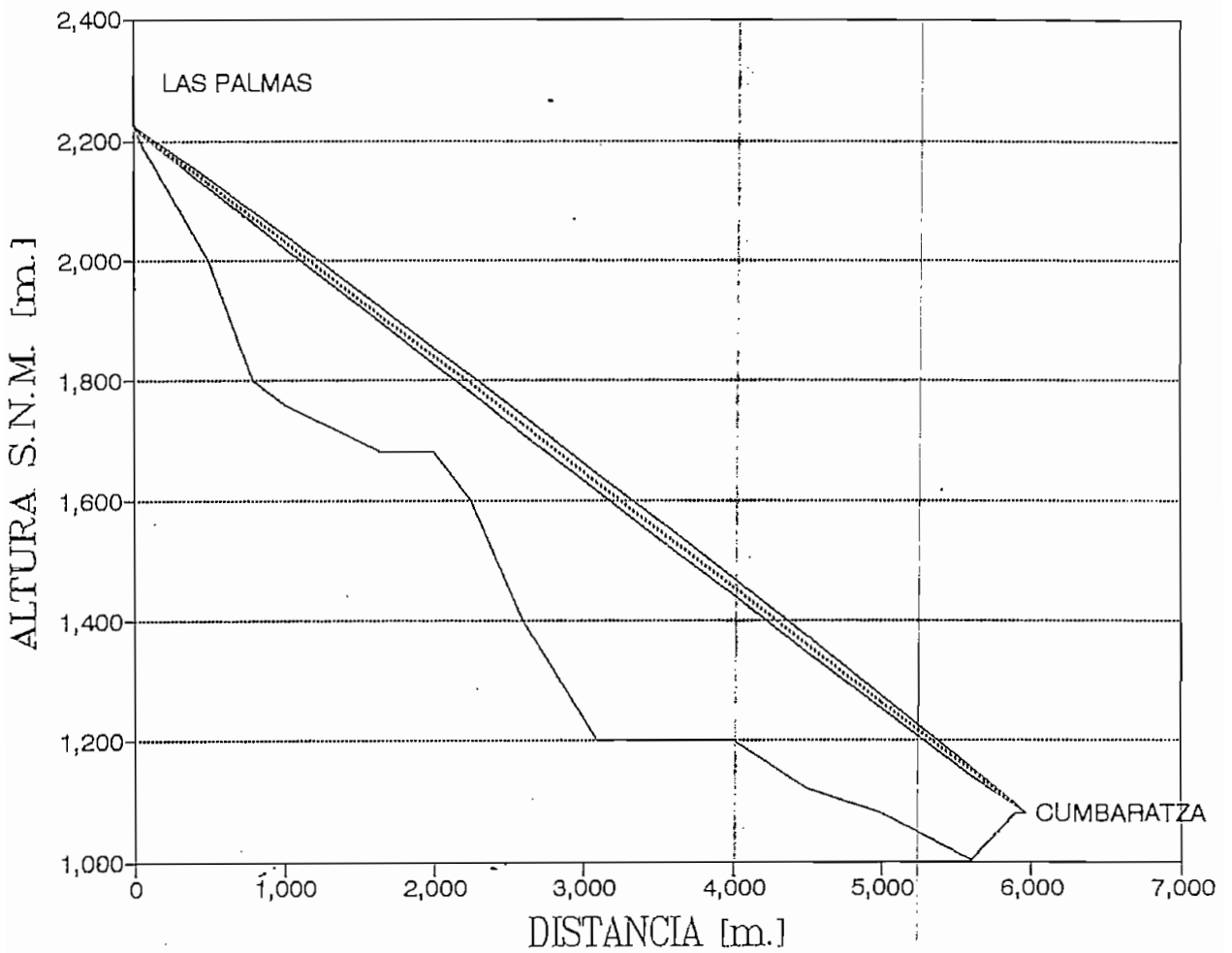


- 1.- DATOS GEOGRAFICOS DEL ENLACE:
- 1.1. Nombre del enlace: LAS PALMAS - CUMBARATZA
- 1.2. Punto A: Nombre: LAS PALMAS
- 1.3. Existente: M (S/N)
- 1.4. Longitud: 78 ' 55 ' 33 " 0
- 1.5. Latitud: 3 ' 59 ' 36 " S
- 1.6. Altura: 2,226 m. S.N.M.
- 1.7. Torre: 0 m.
- 1.8. Punto B: Nombre: CUMBARATZA (Loma a 700 m. del p.)
- 1.9. Existente: M (S/N)
- 1.10. Longitud: 78 ' 52 ' 20 " 0
- 1.11. Latitud: 3 ' 59 ' 23 " S
- 1.12. Altura: 1,080 m. S.N.M.
- 1.13. Torre: 0 m.
- 2.- DATOS DE PROPAGACION:
- 2.1. Frecuencia de operación: 2,000 MHz.
- 2.2. Factor de corrección (k): 1.33
- 2.3. X libre primera zona Fr.: 100 %
- 2.4. Altura de vegetación para todo el enlace: 0 m.
- 2.5. Altura de vegetación para el punto de claridad mínima: 0 m.
- 3.- CALCULOS GEOGRAFICOS
- 3.1. Angulos de azimut (con respecto al Norte):
- 3.1.1. Estación A: 86 ' 9 ' 39 "
- 3.1.2. Estación B: 266 ' 9 ' 53 "
- 3.2. Angulos de elevación (con respecto a la horizontal):
- 3.2.1. Estación A: - 10 ' 52 ' 16 "
- 3.2.2. Estación B: + 10 ' 52 ' 16 "
- 3.3. Distancia del enlace: 5,967 m.
- 3.4. Rugosidad del terreno: 398.59 m.
- 4.- CALCULOS DE PROPAGACION
- 4.1. Punto de obstrucción o punto de mínima claridad:
- 4.1.1. Distancia desde A: 5,900 m.
- 4.1.2. Distancia desde B: 67 m.
- 4.1.3. Altura del punto (S.N.M.): 1,080 m.
- 4.1.4. Claridad mínima: 13 m.
- 4.1.5. Margen mínimo de seguridad: 10 m.
- 4.1.6. Altura recomendada de torres:
- 4.1.6.1. estación A: 0 m.
- 4.1.6.2. estación B: 0 m.
- 4.2. Atenuación espacio libre: 113.94 dB.

5.- DATOS DEL PERFIL DEL ENLACE:

DISTANCIA D1 (m.)	CLARIDAD DEL ENLACE (m.)	ALTURA hx (m.)	DISTANCIA D2 (m.)	FACTOR DE CORRECCION ALTURA hc	ALTURA CORREGIDA H (m.)	ALTURA DEL RAYO (m.)	RADIO DE PRIMERA ZONA DE FRESNEL rf	ALTURA SUPERIOR FRESNEL (m.)	ALTURA INFERIOR FRESNEL (m.)
0	2,226	2,226	5,967	0.00	2,226	2,226	0.0000	2,226	2,226
0	2,226	2,226	5,967	0.00	2,226	2,226	0.0000	2,226	2,226
50	16	2,200	5,917	0.02	2,200	2,216	2.7235	2,219	2,214
500	130	2,000	5,467	0.16	2,000	2,130	8.2786	2,138	2,122
800	272	1,800	5,167	0.24	1,800	2,072	10.1803	2,083	2,062
1,000	274	1,760	4,967	0.29	1,760	2,034	11.1595	2,045	2,023
1,650	229	1,680	4,317	0.42	1,680	1,909	13.3638	1,922	1,896
2,000	161	1,680	3,967	0.47	1,680	1,842	14.1041	1,856	1,828
2,250	193	1,600	3,717	0.49	1,600	1,794	14.4806	1,808	1,779
2,600	326	1,400	3,367	0.52	1,401	1,727	14.8152	1,741	1,712
3,100	430	1,200	2,867	0.52	1,201	1,631	14.9278	1,646	1,616
3,600	334	1,200	2,367	0.50	1,201	1,535	14.6169	1,549	1,520
4,000	257	1,200	1,967	0.46	1,200	1,458	14.0456	1,472	1,444
4,500	241	1,120	1,467	0.39	1,120	1,362	12.8658	1,375	1,349
5,000	185	1,080	967	0.28	1,080	1,266	11.0111	1,277	1,255
5,600	150	1,000	367	0.12	1,000	1,151	7.1801	1,158	1,143
5,900	13	1,080	67	0.02	1,080	1,093	3.1526	1,096	1,090
5,967	1,080	1,080	0	0.00	1,080	1,080	0.0000	1,080	1,080
5,967	1,080	1,080	0	0.00	1,080	1,080	0.0000	1,080	1,080

PERFIL DEL ENLACE LAS PALMAS - CUMBARATZA



1.- DATOS GEOGRAFICOS DEL ENLACE:

1.1.	Nombre del enlace:	LAS PALMAS - GUADALUPE		
1.2.	Punto A: Nombre:	LAS PALMAS		
1.3.	Existente:	M	(S/N)	
1.4.	Longitud:	78	' 55	' 33 " 0
1.5.	Latitud:	3	' 59	' 36 " S
1.6.	Altura:	2,226 m. S.N.M.		
1.7.	Torre:	0 m.		
1.8.	Punto B: Nombre:	GUADALUPE		
1.9.	Existente:	M	(S/N)	
1.10.	Longitud:	78	' 53	' 9 " 0
1.11.	Latitud:	3	' 50	' 44 " S
1.12.	Altura:	880 m. S.N.M.		
1.13.	Torre:	0 m.		

2.- DATOS DE PROPAGACION:

2.1.	Frecuencia de operación:	2,000 MHz.
2.2.	Factor de corrección (k):	1.33
2.3.	Z libre primera zona Fr.:	100 Z
2.4.	Altura de vegetación para todo el enlace:	0 m.
2.5.	Altura de vegetación para el punto de claridad mínima:	0 m.

3.- CALCULOS GEOGRAFICOS

3.1.	Angulos de azimut (con respecto al Norte):			
3.1.1.	Estación A:	15	' 12	' 27 "
3.1.2.	Estación B:	195	' 12	' 37 "
3.2.	Angulos de elevación (con respecto a la horizontal):			
3.2.1.	Estación A:	4	' 32	' 40 "
3.2.2.	Estación B:	4	' 32	' 40 "
3.3.	Distancia del enlace:	16,934 m.		
3.4.	Rugosidad del terreno:	351.93 m.		

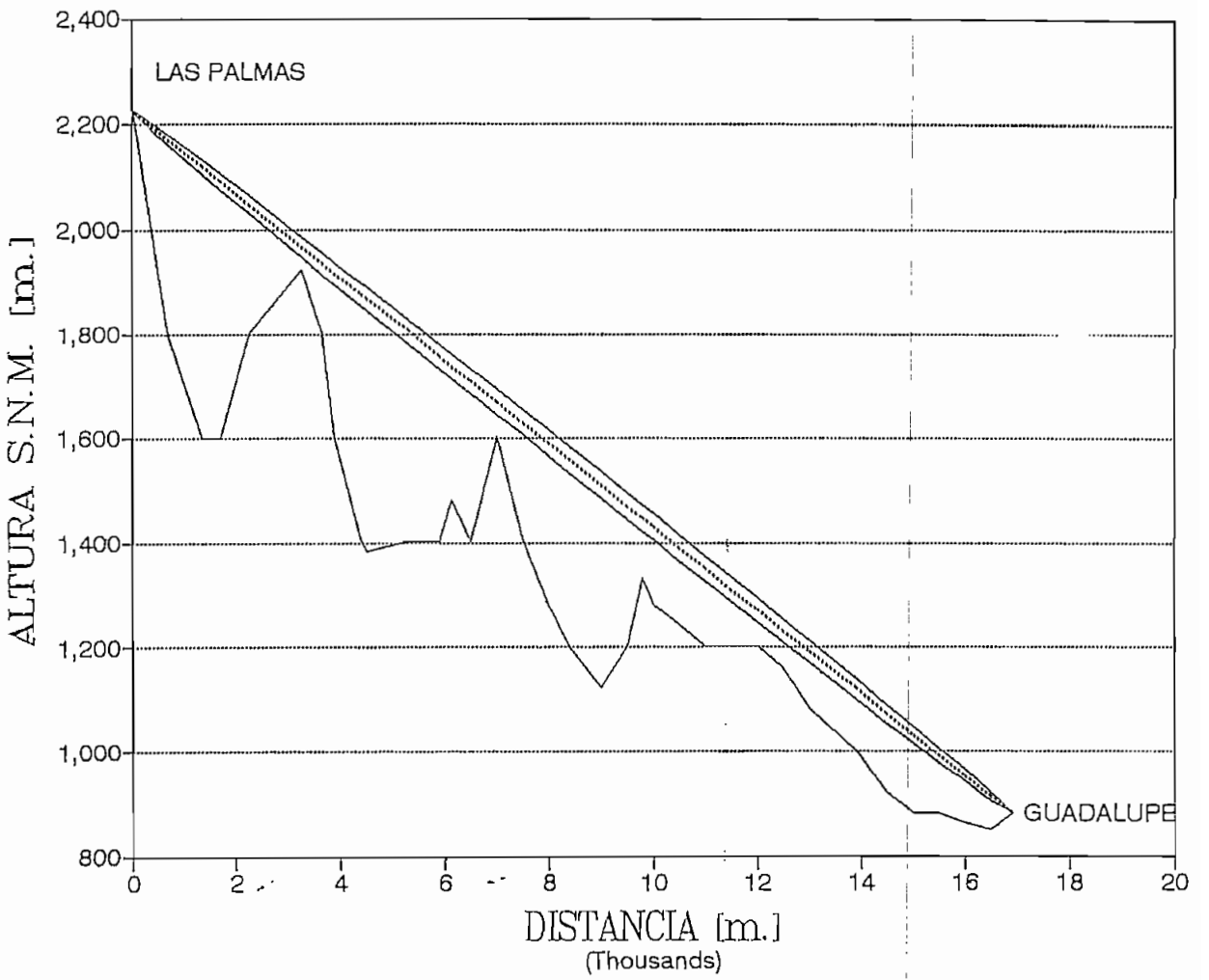
4.- CALCULOS DE PROPAGACION

4.1.	Punto de obstrucción o punto de mínima claridad:		
4.1.1.	Distancia desde A:	--	16,500 m.
4.1.2.	Distancia desde B:	434 m.	
4.1.3.	Altura del punto (S.N.M.):	850 m.	
4.1.4.	Claridad mínima:	64 m.	
4.1.5.	Margen mínimo de seguridad:	56 m.	
4.1.6.	Altura recomendada de torres:		
4.1.6.1.	estación A:	0 m.	
4.1.6.2.	estación B:	0 m.	
4.2.	Atenuación espacio libre:	123.00 dB.	

5.- DATOS DEL PERFIL DEL ENLACE:

DISTANCIA D1 (m.)	CLARIDAD DEL ENLACE (m.)	ALTURA hx (m.)	DISTANCIA D2 (m.)	FACTOR DE CORRECCION ALTURA hc	ALTURA CORREGIDA H (m.)	ALTURA DEL RAYO (m.)	RADIO DE PRIMERA ZONA DE FRESNEL rf	ALTURA SUPERIOR FRESNEL (m.)	ALTURA INFERIOR FRESNEL (m.)
0	2,226	2,226	16,934	0.00	2,226	2,226	0.0000	2,226	2,226
0	2,226	2,226	16,934	0.00	2,226	2,226	0.0000	2,226	2,226
50	22	2,200	16,884	0.05	2,200	2,222	2.7310	2,225	2,219
700	370	1,800	16,234	0.67	1,801	2,170	10.0197	2,180	2,160
1,350	517	1,600	15,584	1.24	1,601	2,119	13.6333	2,132	2,105
1,700	489	1,600	15,234	1.52	1,602	2,091	15.1260	2,106	2,076
2,250	245	1,800	14,684	1.95	1,802	2,047	17.0847	2,064	2,030
3,250	45	1,920	13,684	2.62	1,923	1,968	19.8218	1,988	1,948
3,650	133	1,800	13,284	2.85	1,803	1,936	20.6969	1,957	1,915
3,900	313	1,600	13,034	2.99	1,603	1,916	21.1917	1,937	1,895
4,400	473	1,400	12,534	3.25	1,403	1,876	22.0732	1,898	1,854
4,500	485	1,380	12,434	3.29	1,383	1,868	22.2334	1,891	1,846
5,300	401	1,400	11,634	3.63	1,404	1,805	23.3398	1,828	1,781
5,900	353	1,400	11,034	3.83	1,404	1,757	23.9822	1,781	1,733
6,150	253	1,480	10,784	3.90	1,484	1,737	24.2060	1,761	1,713
6,500	305	1,400	10,434	3.99	1,404	1,709	24.4782	1,734	1,685
7,000	66	1,600	9,934	4.09	1,604	1,670	24.7861	1,694	1,645
7,500	226	1,400	9,434	4.17	1,404	1,630	25.0021	1,655	1,605
8,000	306	1,280	8,934	4.21	1,284	1,590	25.1285	1,615	1,565
8,400	354	1,200	8,534	4.22	1,204	1,558	25.1660	1,584	1,533
9,000	386	1,120	7,934	4.20	1,124	1,511	25.1170	1,536	1,486
9,500	267	1,200	7,434	4.16	1,204	1,471	24.9789	1,496	1,446
9,800	113	1,330	7,134	4.12	1,334	1,447	24.8531	1,472	1,422
10,000	147	1,280	6,934	4.08	1,284	1,431	24.7510	1,456	1,406
10,500	147	1,240	6,434	3.98	1,244	1,391	24.4308	1,416	1,367
11,000	148	1,200	5,934	3.84	1,204	1,352	24.0145	1,376	1,328
11,500	108	1,200	5,434	3.68	1,204	1,312	23.4971	1,335	1,288
12,000	69	1,200	4,934	3.49	1,203	1,272	22.8717	1,295	1,249
12,500	69	1,160	4,434	3.26	1,163	1,232	22.1291	1,255	1,210
13,000	110	1,080	3,934	3.01	1,083	1,193	21.2570	1,214	1,171
13,900	119	1,000	3,034	2.48	1,002	1,121	19.3035	1,140	1,102
14,500	151	920	2,434	2.08	922	1,074	17.6593	1,091	1,056
15,000	152	880	1,934	1.71	882	1,034	16.0109	1,050	1,018
15,500	113	880	1,434	1.31	881	994	14.0153	1,008	980
16,000	93	860	934	0.88	861	954	11.4930	966	943
16,500	64	850	434	0.42	850	915	7.9583	922	907
16,934	880	880	0	0.00	880	880	0.0000	880	880
16,934	880	880	0	0.00	880	880	0.0000	880	880

PERFIL DEL ENLACE LAS PALMAS - GUADALUPE



1.- DATOS GEOGRAFICOS DEL ENLACE:

1.1.	Nombre del enlace:	LAS PALMAS - TIMBARA
1.2.	Punto A: Nombre:	LAS PALMAS
1.3.	Existente:	N (S/N)
1.4.	Longitud:	78 ' 55 ' 33 " 0
1.5.	Latitud:	3 ' 59 ' 36 " S
1.6.	Altura:	2,226 m. S.N.M.
1.7.	Torre:	0 m.
1.8.	Punto B: Nombre:	TIMBARA
1.9.	Existente:	N (S/N)
1.10.	Longitud:	78 ' 53 ' 50 " 0
1.11.	Latitud:	4 ' 1 ' 39 " S
1.12.	Altura:	880 m. S.N.M.
1.13.	Torre:	0 m.

2.- DATOS DE PROPAGACION:

2.1.	Frecuencia de operación:	2,000 MHz.
2.2.	Factor de corrección (k):	1.33
2.3.	% libre primera zona Fr.:	100 %
2.4.	Altura de vegetación para todo el enlace:	0 m.
2.5.	Altura de vegetación para el punto de claridad mínima:	0 m.

3.- CALCULOS GEOGRAFICOS

3.1.	Angulos de azimut (con respecto al Norte):	
3.1.1.	Estación A:	139 ' 56 ' 9 "
3.1.2.	Estación B:	319 ' 56 ' 16 "
3.2.	Angulos de elevación (con respecto a la horizontal):	
3.2.1.	Estación A:	- 15 ' 15 ' 4 "
3.2.2.	Estación B:	+ 15 ' 15 ' 4 "
3.3.	Distancia del enlace:	4,937 m.
3.4.	Rugosidad del terreno:	479.55 m.

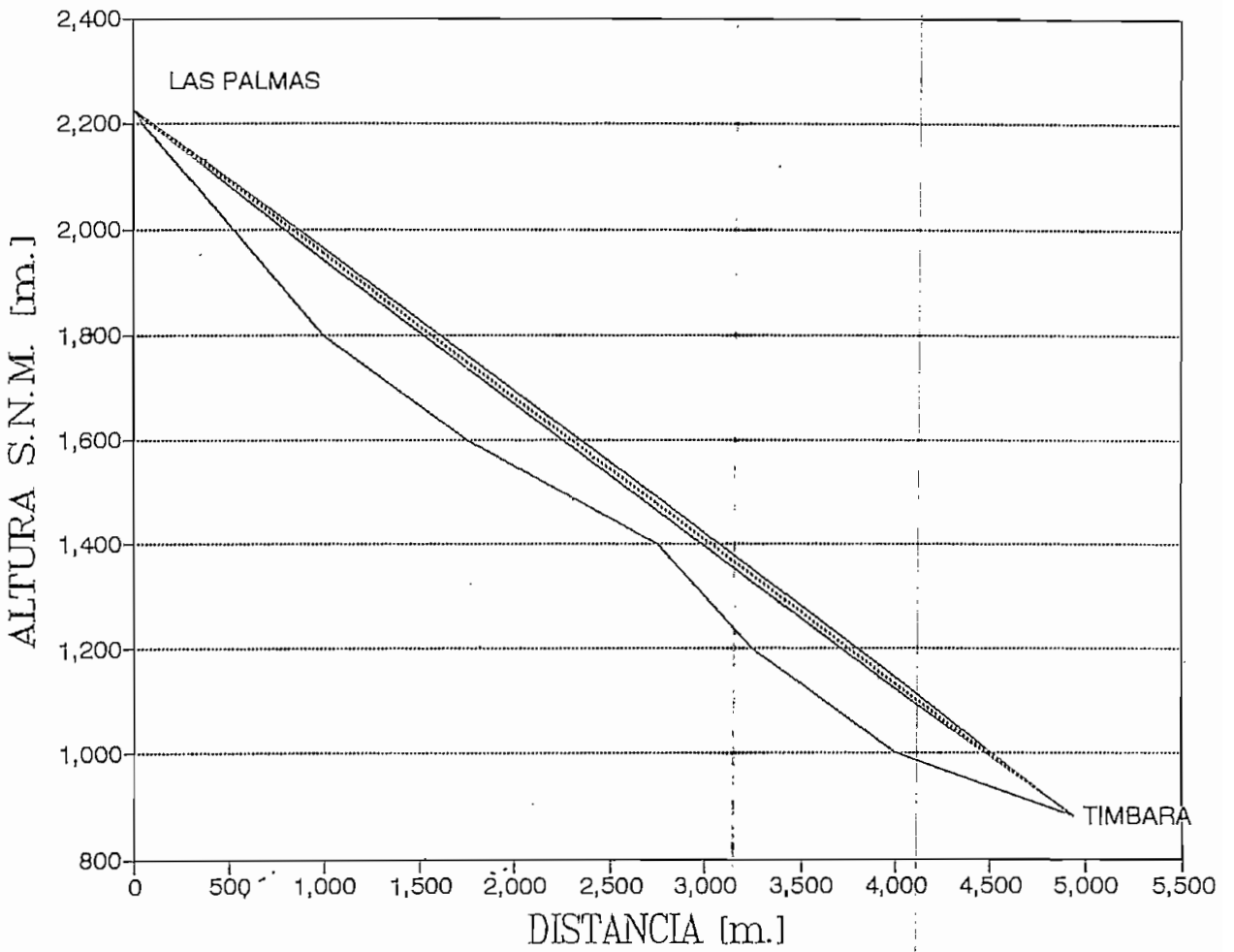
4.- CALCULOS DE PROPAGACION

4.1.	Punto de obstrucción o punto de mínima claridad:	
4.1.1.	Distancia desde A:	50 m.
4.1.2.	Distancia desde B:	4,887 m.
4.1.3.	Altura del punto (S.N.M.):	2,200 m.
4.1.4.	Claridad mínima:	12 m.
4.1.5.	Margen mínimo de seguridad:	10 m.
4.1.6.	Altura recomendada de torres:	
4.1.6.1.	estación A:	0 m.
4.1.6.2.	estación B:	0 m.
4.2.	Atenuación espacio libre:	-112.29 dB.

5.- DATOS DEL PERFIL DEL ENLACE:

DISTANCIA D1 (m.)	CLARIDAD DEL ENLACE	ALTURA hx (m.)	DISTANCIA D2 (m.)	FACTOR DE CORRECCION ALTURA hc	ALTURA CORREGIDA H (m.)	ALTURA DEL RAYO (m.)	RADIO DE PRIMERA ZONA DE FRESNEL rf	ALTURA SUPERIOR FRESNEL (m.)	ALTURA INFERIOR FRESNEL (m.)
0	2,226	2,226	4,937	0.00	2,226	2,226	0.0000	2,226	2,226
0	2,226	2,226	4,937	0.00	2,226	2,226	0.0000	2,226	2,226
50	12	2,200	4,887	0.01	2,200	2,212	2.7211	2,215	2,210
1,000	153	1,800	3,937	0.23	1,800	1,953	10.9224	1,964	1,942
1,750	149	1,600	3,187	0.33	1,600	1,749	12.9999	1,762	1,736
2,750	76	1,400	2,187	0.35	1,400	1,476	13.4993	1,490	1,463
3,250	140	1,200	1,687	0.32	1,200	1,340	12.8887	1,353	1,327
4,000	135	1,000	937	0.22	1,000	1,135	10.6554	1,146	1,125
4,937	880	880	0	0.00	880	880	0.0000	880	880
4,937	880	880	0	0.00	880	880	0.0000	880	880

PERFIL DEL ENLACE LAS PALMAS - TIMBARA



1.- DATOS GEOGRAFICOS DEL ENLACE:

1.1.	Nombre del enlace:	LAS PALMAS - ZUMBI
1.2.	Punto A: Nombre:	LAS PALMAS
1.3.	Existente:	N (S/N)
1.4.	Longitud:	78 ' 55 ' 33 " 0
1.5.	Latitud:	3 ' 59 ' 36 " S
1.6.	Altura:	2,226 m. S.N.M.
1.7.	Torre:	0 m.
1.8.	Punto B: Nombre:	ZUMBI
1.9.	Existente:	N (S/N)
1.10.	Longitud:	78 ' 46 ' 51 " 0
1.11.	Latitud:	3 ' 53 ' 30 " S
1.12.	Altura:	840 m. S.N.M.
1.13.	Torre:	0 m.

2.- DATOS DE PROPAGACION:

2.1.	Frecuencia de operación:	2,000 MHz.
2.2.	Factor de corrección (k):	1.33
2.3.	% libre primera zona Fr.:	100 %
2.4.	Altura de vegetación para todo el enlace:	0 m.
2.5.	Altura de vegetación para el punto de claridad mínima:	0 m.

3.- CALCULOS GEOGRAFICOS

3.1.	Angulos de azimut (con respecto al Norte):	
3.1.1.	Estación A:	55 ' 4 ' 32 "
3.1.2.	Estación B:	235 ' 5 ' 8 "
3.2.	Angulos de elevación (con respecto a la horizontal):	
3.2.1.	Estación A:	4 ' 2 ' 12 "
3.2.2.	Estación B:	4 ' 2 ' 12 "
3.3.	Distancia del enlace:	19,640 m.
3.4.	Rugosidad del terreno:	419.63 m.

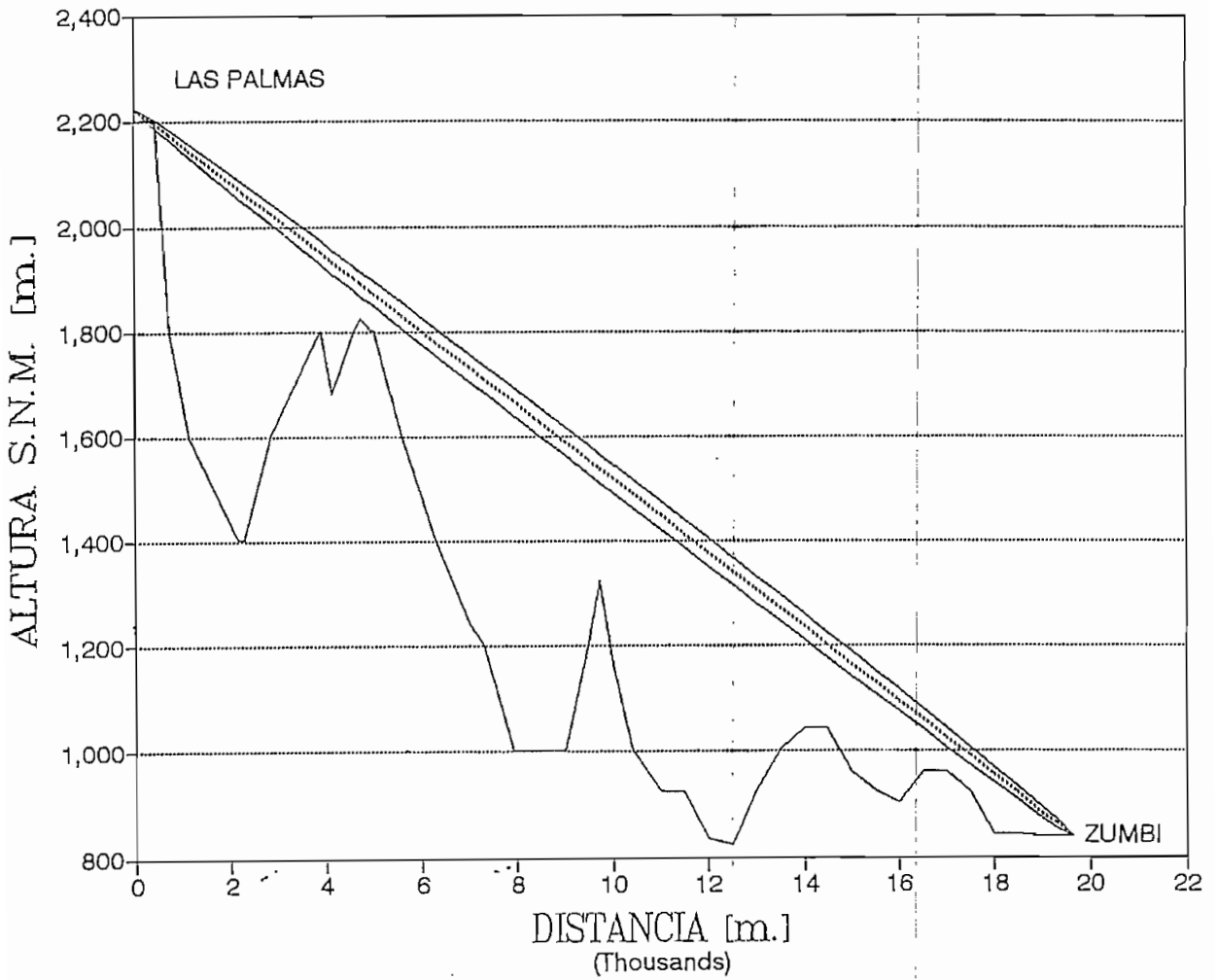
4.- CALCULOS DE PROPAGACION

4.1.	Punto de obstrucción o punto de mínima claridad:	
4.1.1.	Distancia desde A:	19,300 m.
4.1.2.	Distancia desde B:	340 m.
4.1.3.	Altura del punto (S.N.M.):	840 m.
4.1.4.	Claridad mínima:	24 m.
4.1.5.	Margen mínimo de seguridad:	17 m.
4.1.6.	Altura recomendada de torres:	
4.1.6.1.	estación A:	0 m.
4.1.6.2.	estación B:	0 m.
4.2.	Atenuación espacio libre:	124.28 dB.

5.- DATOS DEL PERFIL DEL ENLACE:

DISTANCIA D1 (m.)	CLARIDAD DEL ENLACE (m.)	ALTURA hx (m.)	DISTANCIA D2 (m.)	FACTOR DE CORRECIÓN ALTURA hc	ALTURA CORREGIDA H (m.)	ALTURA DEL RAYO (m.)	RADIO DE PRIMERA ZONA DE FRESNEL rf	ALTURA SUPERIOR FRESNEL (m.)	ALTURA INFERIOR FRESNEL (m.)
0	2,226	2,226	19,640	0.00	2,226	2,226	0.0000	2,226	2,226
0	2,226	2,226	19,640	0.00	2,226	2,226	0.0000	2,226	2,226
50	22	2,200	19,590	0.06	2,200	2,222	2.7315	2,225	2,220
450	(6)	2,200	19,190	0.51	2,201	2,194	8.1105	2,202	2,186
750	372	1,800	18,890	0.83	1,801	2,173	10.3884	2,183	2,163
1,150	544	1,600	18,490	1.25	1,601	2,145	12.7268	2,158	2,132
2,150	672	1,400	17,490	2.21	1,402	2,074	16.9245	2,091	2,057
2,300	661	1,400	17,340	2.35	1,402	2,064	17.4297	2,081	2,046
2,850	422	1,600	16,790	2.82	1,603	2,025	19.0919	2,044	2,006
3,900	147	1,800	15,740	3.61	1,804	1,951	21.6240	1,972	1,929
4,150	249	1,680	15,490	3.78	1,684	1,933	22.1285	1,955	1,911
4,600	97	1,800	15,040	4.07	1,804	1,901	22.9564	1,924	1,878
4,750	67	1,820	14,890	4.16	1,824	1,891	23.2111	1,914	1,868
4,950	72	1,800	14,690	4.28	1,804	1,877	23.5351	1,900	1,853
5,000	69	1,800	14,640	4.31	1,804	1,873	23.6133	1,897	1,850
5,600	226	1,600	14,040	4.63	1,605	1,831	24.4726	1,855	1,806
6,300	376	1,400	13,340	4.95	1,405	1,781	25.3017	1,807	1,756
7,000	487	1,240	12,640	5.21	1,245	1,732	25.9612	1,758	1,706
7,300	506	1,200	12,340	5.30	1,205	1,711	26.1951	1,737	1,685
7,900	663	1,000	11,740	5.46	1,005	1,668	26.5797	1,695	1,642
8,500	621	1,000	11,140	5.57	1,006	1,626	26.8568	1,653	1,599
9,000	585	1,000	10,640	5.64	1,006	1,591	27.0081	1,618	1,564
9,500	350	1,200	10,140	5.67	1,206	1,556	27.0884	1,583	1,528
9,750	212	1,320	9,890	5.68	1,326	1,538	27.1021	1,565	1,511
10,000	355	1,160	9,640	5.68	1,166	1,520	27.0982	1,547	1,493
10,400	486	1,000	9,240	5.66	1,006	1,492	27.0554	1,519	1,465
11,000	524	920	8,640	5.59	926	1,450	26.9064	1,477	1,423
11,500	489	920	8,140	5.51	926	1,414	26.7032	1,441	1,388
12,000	544	830	7,640	5.40	835	1,379	26.4265	1,406	1,353
12,500	519	820	7,140	5.25	825	1,344	26.0739	1,370	1,318
13,000	384	920	6,640	5.08	925	1,309	25.6423	1,334	1,283
13,500	268	1,000	6,140	4.88	1,005	1,273	25.1277	1,298	1,248
14,000	193	1,040	5,640	4.65	1,045	1,238	24.5248	1,263	1,213
14,500	158	1,040	5,140	4.39	1,044	1,203	23.8269	1,227	1,179
15,000	203	960	4,640	4.10	964	1,167	23.0254	1,190	1,144
15,500	208	920	4,140	3.78	924	1,132	22.1090	1,154	1,110
16,000	193	900	3,640	3.43	903	1,097	21.0627	1,118	1,076
16,500	99	960	3,140	3.05	963	1,062	19.8660	1,081	1,042
17,000	64	960	2,640	2.64	963	1,026	18.4897	1,045	1,008
17,500	69	920	2,140	2.20	922	991	16.8900	1,008	974
18,000	114	840	1,640	1.74	842	956	14.9955	971	941
18,500	79	840	1,140	1.24	841	920	12.6749	933	908
19,000	44	840	640	0.72	841	885	9.6244	895	876
19,300	24	840	340	0.39	840	864	7.0702	871	857
19,640	840	840	0	0.00	840	840	0.0000	840	840
19,640	840	840	0	0.00	840	840	0.0000	840	840

PERFIL DEL ENLACE LAS PALMAS - ZUMBI



1.- DATOS GEOGRAFICOS DEL ENLACE:

1.1.	Nombre del enlace:	LOS HACHOS - YANTAZA
1.2.	Punto A: Nombre:	LOS HACHOS
1.3.	Existente:	N (S/N)
1.4.	Longitud:	78 ' 41 ' 57 " 0
1.5.	Latitud:	3 ' 47 ' 30 " S
1.6.	Altura:	1,448 m. S.N.M.
1.7.	Torre:	10 m.
1.8.	Punto B: Nombre:	YANTAZA
1.9.	Existente:	N (S/N)
1.10.	Longitud:	78 ' 45 ' 36 " 0
1.11.	Latitud:	3 ' 49 ' 36 " S
1.12.	Altura:	840 m. S.N.M.
1.13.	Torre:	0 m.

2.- DATOS DE PROPAGACION:

2.1.	Frecuencia de operación:	2,000 MHz.
2.2.	Factor de corrección (k):	1.33
2.3.	% libre primera zona Fr.:	100 %
2.4.	Altura de vegetación para todo el enlace:	0 m.
2.5.	Altura de vegetación para el punto de claridad mínima:	0 m.

3.- CALCULOS GEOGRAFICOS

3.1.	Angulos de azimut (con respecto al Norte):	
3.1.1.	Estación A:	479 ' 48 ' 0 "
3.1.2.	Estación B:	60 ' 11 ' 44 "
3.2.	Angulos de elevación (con respecto a la horizontal):	
3.2.1.	Estación A:	- 4 ' 32 ' 15 "
3.2.2.	Estación B:	+ 4 ' 32 ' 15 "
3.3.	Distancia del enlace:	7,787 m.
3.4.	Rugosidad del terreno:	206.37 m.

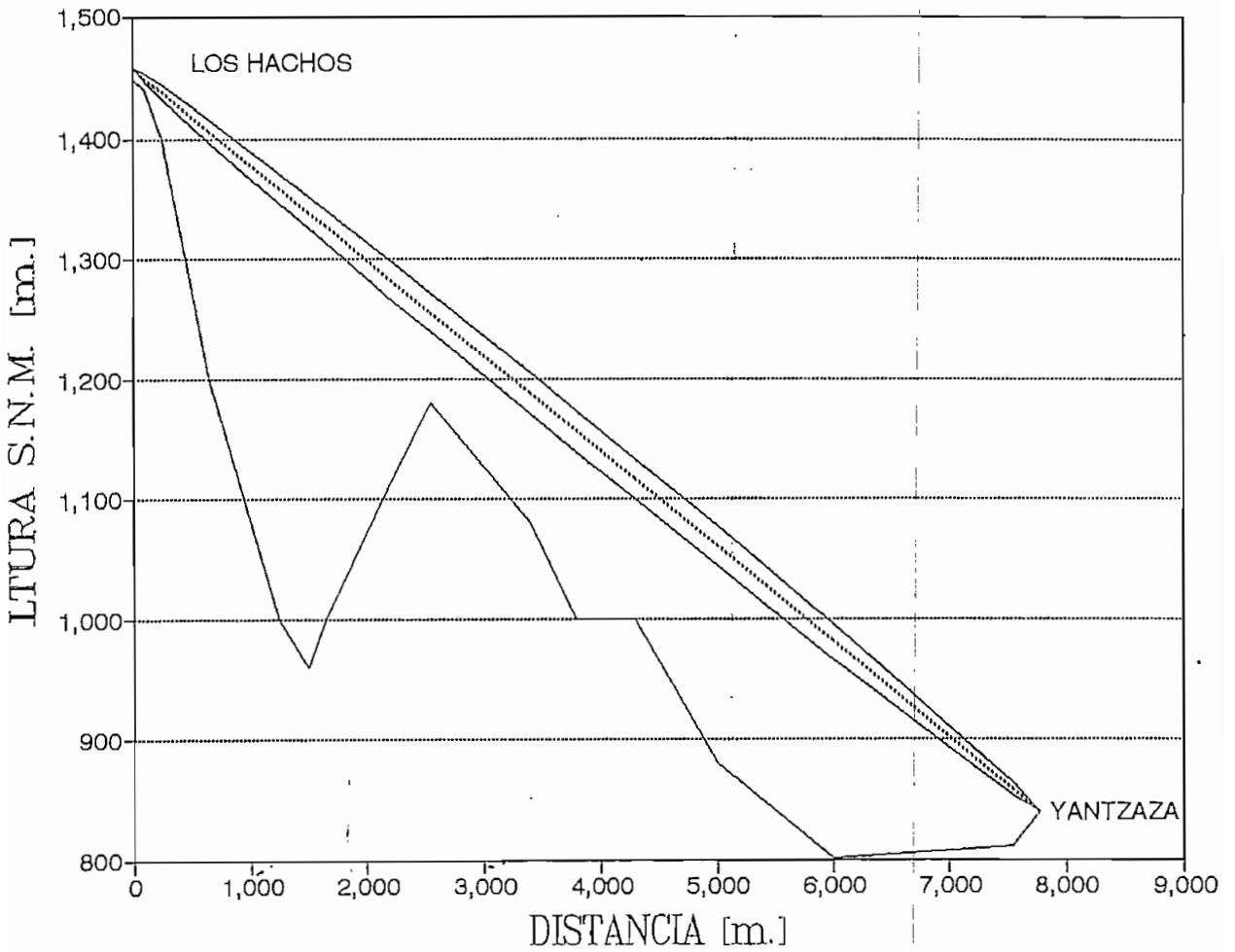
4.- CALCULOS DE PROPAGACION

4.1.	Punto de obstrucción o punto de mínima claridad:	
4.1.1.	Distancia desde A:	250 m.
4.1.2.	Distancia desde B:	7,337 m.
4.1.3.	Altura del punto (S.N.M.):	1,400 m.
4.1.4.	Claridad mínima:	38 m.
4.1.5.	Margen mínimo de seguridad:	32 m.
4.1.6.	Altura recomendada de torres:	
4.1.6.1.	estación A:	0 m.
4.1.6.2.	estación B:	0 m.
4.2.	Atenuación espacio libre:	116.25 dB.

5.- DATOS DEL PERFIL DEL ENLACE:

DISTANCIA D1 (m.)	CLARIDAD DEL ENLACE (m.)	ALTURA hx (m.)	DISTANCIA D2 (m.)	FACTOR DE CORRECIÓN ALTURA hc	ALTURA CORREGIDA H (m.)	ALTURA DEL RAYO (m.)	RADIO DE PRIMERA ZONA DE FRESNEL rf	ALTURA SUPERIOR FRESNEL (m.)	ALTURA INFERIOR FRESNEL (m.)
0	1,458	1,458	7,787	0.00	1,458	1,458	0.0000	1,458	1,458
0	1,448	1,448	7,787	0.00	1,448	1,458	0.0000	1,458	1,458
100	10	1,440	7,687	0.05	1,440	1,450	3.8430	1,454	1,446
250	38	1,400	7,537	0.11	1,400	1,438	6.0167	1,444	1,432
650	206	1,200	7,137	0.27	1,200	1,406	9.4407	1,416	1,397
1,250	358	1,000	6,537	0.48	1,000	1,359	12.5295	1,371	1,346
1,500	378	960	6,287	0.56	961	1,339	13.4603	1,352	1,325
1,650	326	1,000	6,137	0.60	1,001	1,327	13.9479	1,341	1,313
2,250	159	1,120	5,537	0.73	1,121	1,279	15.4710	1,295	1,264
2,550	75	1,180	5,237	0.79	1,181	1,256	16.0178	1,272	1,240
3,400	107	1,080	4,387	0.88	1,081	1,188	16.9284	1,205	1,171
3,800	156	1,000	3,987	0.89	1,001	1,156	17.0612	1,173	1,139
4,300	116	1,000	3,487	0.88	1,001	1,117	16.9729	1,134	1,100
5,000	180	880	2,787	0.82	881	1,061	16.3626	1,078	1,045
6,000	181	800	1,787	0.63	801	982	14.3531	996	967
7,550	49	810	237	0.11	810	859	5.8660	865	853
7,787	840	840	0	0.00	840	840	0.0000	840	840
7,787	840	840	0	0.00	840	840	0.0000	840	840

PERFIL DEL ENLACE LOS HACHOS - YANTZAZA



1.- DATOS GEOGRAFICOS DEL ENLACE:

1.1.	Nombre del enlace:	LOS HACHOS - CHICANA
1.2.	Punto A: Nombre:	LOS HACHOS
1.3.	Existente:	N (S/N)
1.4.	Longitud:	78 ' 41 ' 57 " 0
1.5.	Latitud:	3 ' 47 ' 30 " S
1.6.	Altura:	1,440 m. S.N.M.
1.7.	Torre:	20 m.
1.8.	Punto B: Nombre:	CHICANA
1.9.	Existente:	N (S/N)
1.10.	Longitud:	78 ' 44 ' 45 " 0
1.11.	Latitud:	3 ' 43 ' 27 " S
1.12.	Altura:	840 m. S.N.M.
1.13.	Torre:	20 m.

2.- DATOS DE PROPAGACION:

2.1.	Frecuencia de operación:	2,000 MHz.
2.2.	Factor de corrección (k):	1.33
2.3.	% libre primera zona Fr.:	100 %
2.4.	Altura de vegetación para todo el enlace:	0 m.
2.5.	Altura de vegetación para el punto de claridad mínima:	0 m.

3.- CALCULOS GEOGRAFICOS

3.1.	Angulos de azimut (con respecto al Norte):	
3.1.1.	Estación A:	394 ' 46 ' 45 "
3.1.2.	Estación B:	145 ' 13 ' 3 "
3.2.	Angulos de elevación (con respecto a la horizontal):	
3.2.1.	Estación A:	- 3 ' 46 ' 38 "
3.2.2.	Estación B:	+ 3 ' 46 ' 38 "
3.3.	Distancia del enlace:	9,088 m.
3.4.	Rugosidad del terreno:	209.21 m.

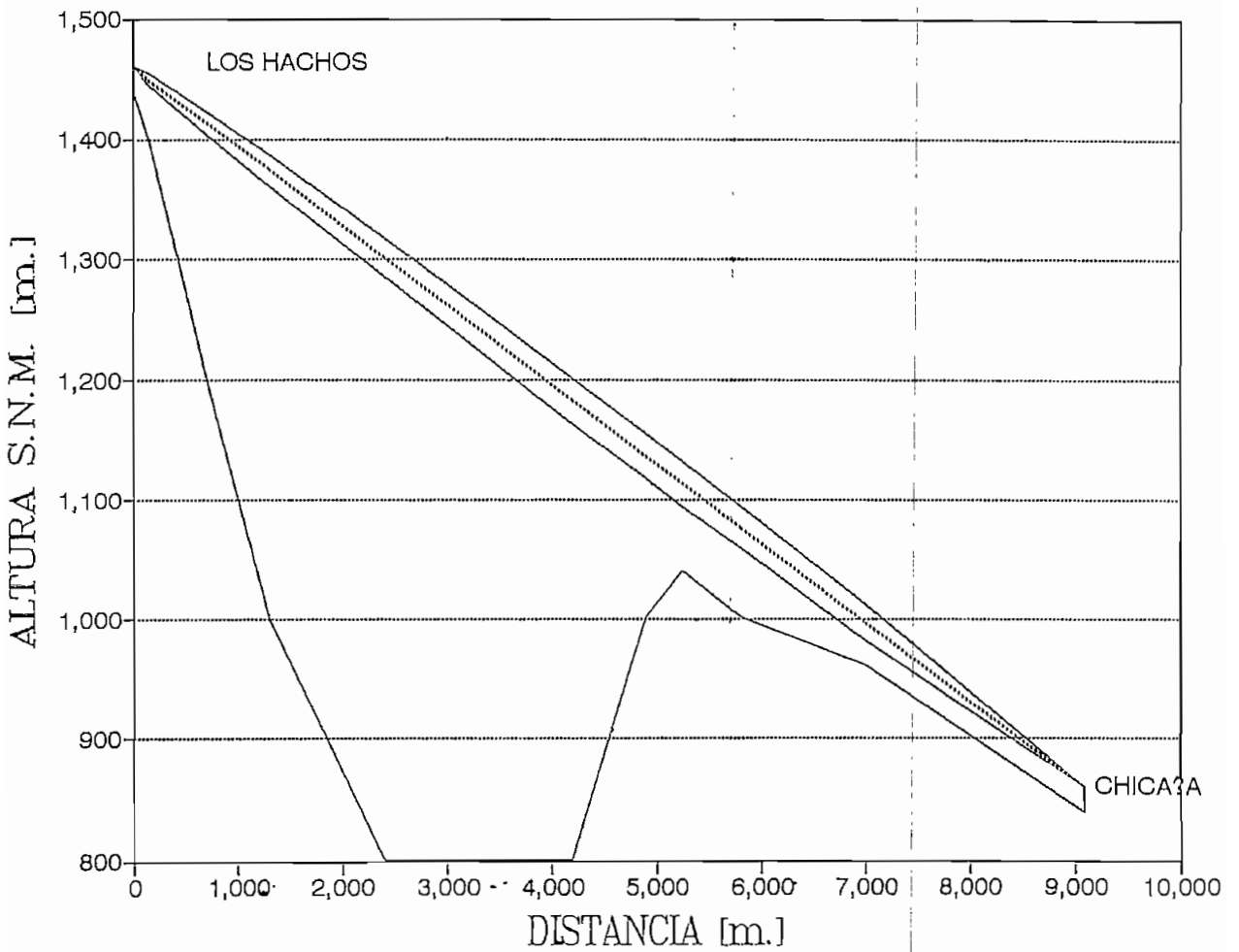
4.- CALCULOS DE PROPAGACION

4.1.	Punto de obstrucción o punto de mínima claridad:	
4.1.1.	Distancia desde A:	7,000 m.
4.1.2.	Distancia desde B:	2,088 m.
4.1.3.	Altura del punto (S.N.M.):	960 m.
4.1.4.	Claridad mínima:	37 m.
4.1.5.	Margen mínimo de seguridad:	21 m.
4.1.6.	Altura recomendada de torres:	
4.1.6.1.	estación A:	0 m.
4.1.6.2.	estación B:	0 m.
4.2.	Atenuación espacio libre:	117.59 dB.

5.- DATOS DEL PERFIL DEL ENLACE:

DISTANCIA D1 (m.)	CLARIDAD DEL ENLACE (m.)	ALTURA hx (m.)	DISTANCIA D2 (m.)	FACTOR DE CORRECCION ALTURA hc	ALTURA CORRESIDA H (m.)	ALTURA DEL RAYO (m.)	RADIO DE PRIMERA ZONA DE FRESNEL rf	ALTURA SUPERIOR FRESNEL (m.)	ALTURA INFERIOR FRESNEL (m.)
0	1,460	1,460	9,088	0.00	1,460	1,460	0.0000	1,460	1,460
0	1,440	1,440	9,088	0.00	1,440	1,460	0.0000	1,460	1,460
150	50	1,400	8,938	0.08	1,400	1,450	4.6979	1,455	1,445
700	213	1,200	8,388	0.35	1,200	1,414	9.8314	1,424	1,404
1,300	374	1,000	7,788	0.60	1,001	1,374	12.9099	1,387	1,361
2,400	501	800	6,688	0.94	801	1,302	16.2551	1,318	1,285
4,200	381	800	4,888	1.21	801	1,183	18.3833	1,201	1,164
4,900	135	1,000	4,188	1.21	1,001	1,136	18.3795	1,155	1,118
5,250	72	1,040	3,838	1.19	1,041	1,113	18.2122	1,132	1,095
5,800	76	1,000	3,288	1.12	1,001	1,077	17.7178	1,095	1,059
7,000	37	960	2,088	0.86	961	998	15.5108	1,013	982
9,088	840	840	0	0.00	840	860	0.0000	860	860
9,088	860	860	0	0.00	860	860	0.0000	860	860

PERFIL DEL ENLACE LOS HACHOS - CHICANA



1.- DATOS GEOGRAFICOS DEL ENLACE:

1.1.	Nombre del enlace:	LOS HACHOS - LOS ENCUENTROS
1.2.	Punto A: Nombre:	LOS HACHOS
1.3.	Existente:	N (S/N)
1.4.	Longitud:	78 ' 41 ' 57 " 0
1.5.	Latitud:	3 ' 47 ' 30 " S
1.6.	Altura:	1,440 m. S.N.M.
1.7.	Torre:	0 m.
1.8.	Punto B: Nombre:	LOS ENCUENTROS
1.9.	Existente:	N (S/N)
1.10.	Longitud:	78 ' 38 ' 48 " 0
1.11.	Latitud:	3 ' 45 ' 23 " S
1.12.	Altura:	800 m. S.N.M.
1.13.	Torre:	0 m.

2.- DATOS DE PROPAGACION:

2.1.	Frecuencia de operación:	2,000 MHz.
2.2.	Factor de corrección (k):	1.33
2.3.	% libre primera zona Fr.:	100 %
2.4.	Altura de vegetación para todo el enlace:	0 m.
2.5.	Altura de vegetación para el punto de claridad mínima:	0 m.

3.- CALCULOS GEOGRAFICOS

3.1.	Angulos de azimut (con respecto al Norte):	
3.1.1.	Estación A:	56 ' 13 ' 9 "
3.1.2.	Estación B:	236 ' 13 ' 21 "
3.2.	Angulos de elevación (con respecto a la horizontal):	
3.2.1.	Estación A:	- 5 ' 12 ' 42 "
3.2.2.	Estación B:	+ 5 ' 12 ' 42 "
3.3.	Distancia del enlace:	7,016 m.
3.4.	Rugosidad del terreno:	259.31 m.

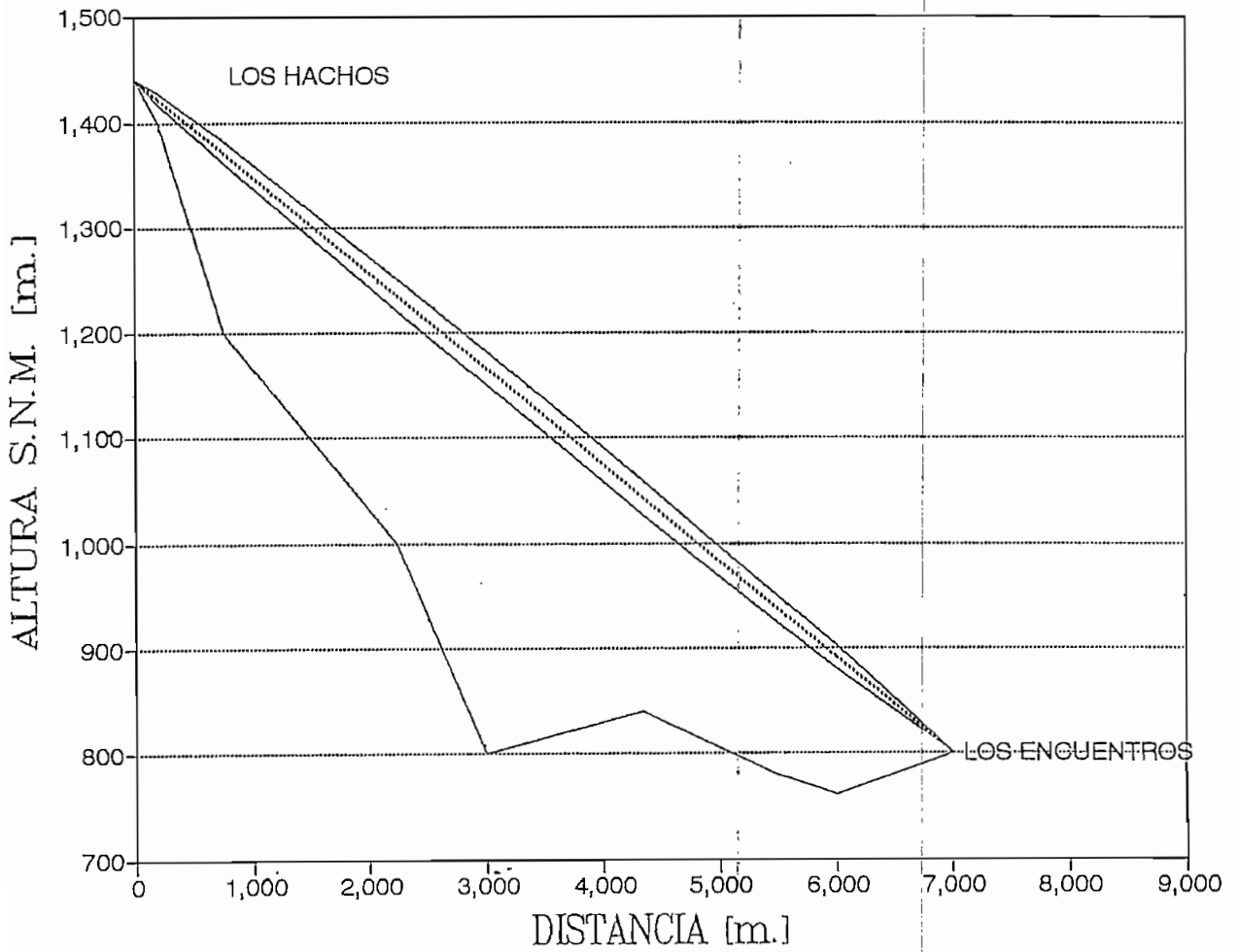
4.- CALCULOS DE PROPAGACION

4.1.	Punto de obstrucción o punto de mínima claridad:	
4.1.1.	Distancia desde A:	6,000 m.
4.1.2.	Distancia desde B:	1,016 m.
4.1.3.	Altura del punto (S.N.M.):	760 m.
4.1.4.	Claridad mínima:	132 m.
4.1.5.	Margen mínimo de seguridad:	121 m.
4.1.6.	Altura recomendada de torres:	
4.1.6.1.	estación A:	0 m.
4.1.6.2.	estación B:	0 m.
4.2.	Atenuación espacio libre:	115.34 dB.

5.- DATOS DEL PERFIL DEL ENLACE:

DISTANCIA D1 (m.)	CLARIDAD DEL ENLACE (m.)	ALTURA hx (m.)	DISTANCIA D2 (m.)	FACTOR DE CORRECCION ALTURA hc	ALTURA CORREGIDA H (m.)	ALTURA DEL RAYO (m.)	RADIO DE PRIMERA ZONA DE FRESNEL rf	ALTURA SUPERIOR FRESNEL (m.)	ALTURA INFERIOR FRESNEL (m.)
0	1,440	1,440	7,016	0.00	1,440	1,440	0.0000	1,440	1,440
0	1,440	1,440	7,016	0.00	1,440	1,440	0.0000	1,440	1,440
200	22	1,400	6,816	0.08	1,400	1,422	5.3915	1,427	1,416
750	171	1,200	6,266	0.28	1,200	1,372	10.0105	1,382	1,362
2,250	234	1,000	4,766	0.63	1,001	1,235	15.1217	1,250	1,220
3,000	366	800	4,016	0.71	801	1,166	16.0285	1,182	1,150
4,350	203	840	2,666	0.68	841	1,043	15.7261	1,059	1,027
5,500	158	780	1,516	0.49	780	938	13.3352	952	925
6,000	132	760	1,016	0.36	760	893	11.4029	904	881
7,016	800	800	0	0.00	800	800	0.0000	800	800
7,016	800	800	0	0.00	800	800	0.0000	800	800

PERFIL DEL ENLACE LOS HACHOS - LOS ENCIENTROS



1.- DATOS GEOGRAFICOS DEL ENLACE:

1.1.	Nombre del enlace:	MORADILLAS - 28 DE MAYO
1.2.	Punto A: Nombre:	MORADILLAS
1.3.	Existente:	N (S/N)
1.4.	Longitud:	78 ' 57 ' 14 " 0
1.5.	Latitud:	3 ' 34 ' 1 " S
1.6.	Altura:	2,010 m. S.N.M.
1.7.	Torre:	0 m.
1.8.	Punto B: Nombre:	28 DE MAYO
1.9.	Existente:	N (S/N)
1.10.	Longitud:	78 ' 55 ' 29 " 0
1.11.	Latitud:	3 ' 38 ' 3 " S
1.12.	Altura:	1,120 m. S.N.M.
1.13.	Torre:	10 m.

2.- DATOS DE PROPAGACION:

2.1.	Frecuencia de operación:	2,000 MHz.
2.2.	Factor de corrección (k):	1.33
2.3.	Z libre primera zona Fr.:	100 Z
2.4.	Altura de vegetación para todo el enlace:	0 m.
2.5.	Altura de vegetación para el punto de claridad mínima:	0 m.

3.- CALCULOS GEOGRAFICOS

3.1.	Angulos de azimut (con respecto al Norte):	
3.1.1.	Estación A:	156 [26 ' 39 "
3.1.2.	Estación B:	336 [26 ' 46 "
3.2.	Angulos de elevación (con respecto a la horizontal):	
3.2.1.	Estación A:	- 6 [11 ' 36 "
3.2.2.	Estación B:	+ 6 [11 ' 36 "
3.3.	Distancia del enlace:	8,109 m.
3.4.	Rugosidad del terreno:	276.26 m.

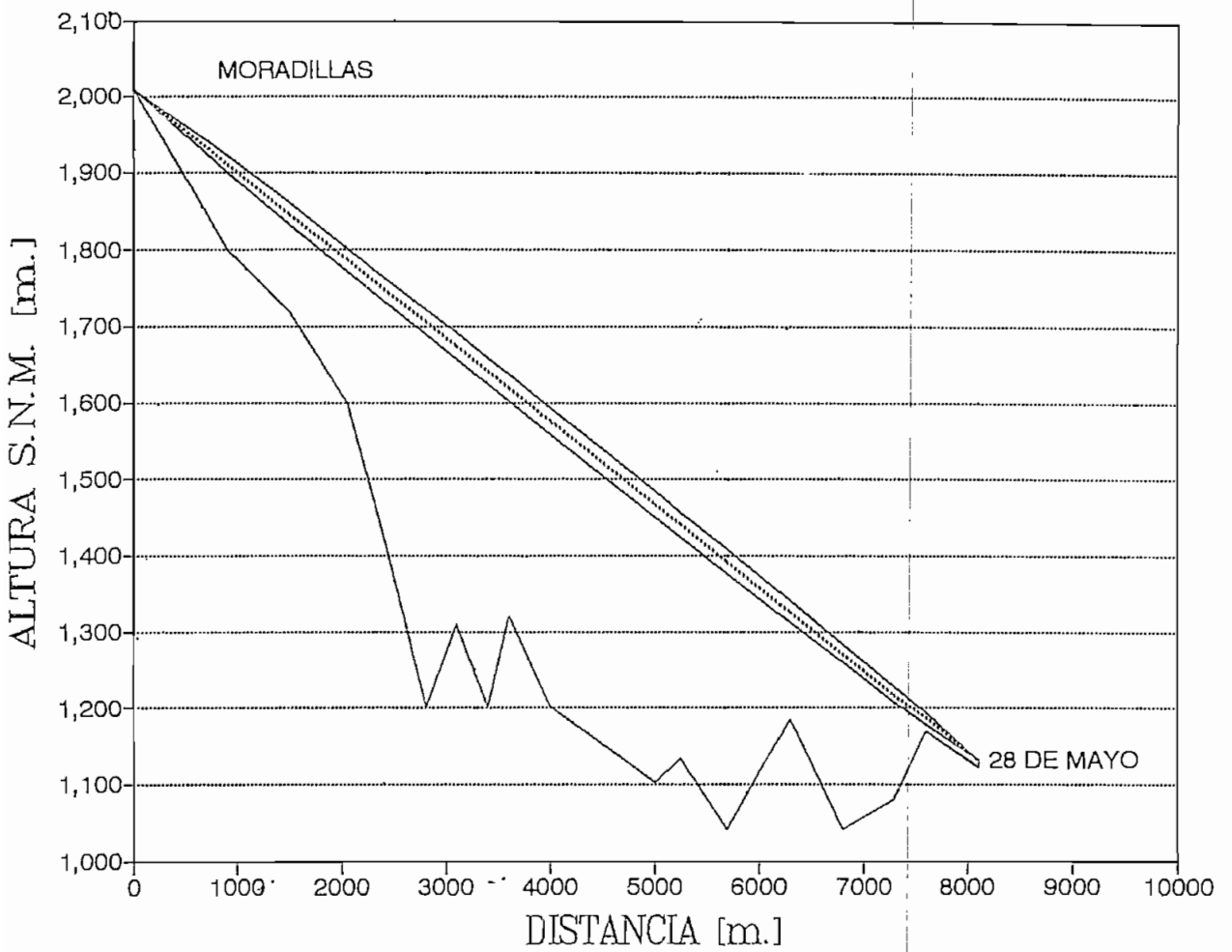
4.- CALCULOS DE PROPAGACION

4.1.	Punto de obstrucción o punto de mínima claridad:	
4.1.1.	Distancia desde A:	7,600 m.
4.1.2.	Distancia desde B:	509 m.
4.1.3.	Altura del punto (S.N.M.):	1,169 m.
4.1.4.	Claridad mínima:	16 m.
4.1.5.	Margen mínimo de seguridad:	8 m.
4.1.6.	Altura recomendada de torres:	
4.1.6.1.	estación A	0 m.
4.1.6.2.	estación B	0 m.
4.2.	Atenuación espacio libre:	116.60 dB.

5.- DATOS DEL PERFIL DEL ENLACE:

DISTANCIA D1 (m.)	CLARIDAD DEL ENLACE (m.)	ALTURA hx (m.)	DISTANCIA D2 (m.)	FACTOR DE CORRECCION ALTURA hc	ALTURA CORREGIDA H (m.)	ALTURA DEL RAYO (m.)	RADIO DE PRIMERA ZONA DE FRESNEL rf	ALTURA SUPERIOR FRESNEL (m.)	ALTURA INFERIOR FRESNEL (m.)
0	2,010	2,010	8,109	0.00	2,010	2,010	0.0000	2,010	2,010
0	2,010	2,010	8,109	0.00	2,010	2,010	0.0000	2,010	2,010
900	112	1,800	7,209	0.38	1,800	1,912	10.9408	1,923	1,901
1,500	127	1,720	6,609	0.58	1,721	1,847	13.5239	1,861	1,834
2,050	187	1,600	6,059	0.73	1,601	1,788	15.1379	1,803	1,772
2,450	343	1,400	5,659	0.82	1,401	1,744	15.9935	1,760	1,728
2,800	505	1,200	5,309	0.88	1,201	1,706	16.5606	1,723	1,690
3,100	363	1,310	5,009	0.91	1,311	1,674	16.9257	1,691	1,657
3,400	440	1,200	4,709	0.94	1,201	1,641	17.1868	1,658	1,624
3,600	298	1,320	4,509	0.96	1,321	1,619	17.3054	1,637	1,602
4,000	375	1,200	4,109	0.97	1,201	1,576	17.4136	1,593	1,559
5,000	366	1,100	3,109	0.92	1,101	1,467	16.9351	1,484	1,450
5,250	309	1,130	2,859	0.88	1,131	1,440	16.6410	1,457	1,424
5,700	351	1,040	2,409	0.81	1,041	1,391	15.9166	1,407	1,376
6,300	142	1,184	1,809	0.67	1,185	1,326	14.5006	1,341	1,312
6,800	232	1,040	1,309	0.52	1,041	1,272	12.8152	1,285	1,259
7,300	137	1,080	809	0.35	1,080	1,218	10.4386	1,228	1,207
7,600	16	1,169	509	0.23	1,169	1,185	8.4486	1,194	1,177
8,109	1,120	1,120	0	0.00	1,120	1,130	0.0000	1,130	1,130
8,109	1,130	1,130	0	0.00	1,130	1,130	0.0000	1,130	1,130

PERFIL DEL ENLACE MORADILLAS - 28 DE MAYO



1.- DATOS GEOGRAFICOS DEL ENLACE:

1.1.	Nombre del enlace:	MORADILLAS - LA PAZ
1.2.	Punto A: Nombre:	MORADILLAS
1.3.	Existente:	N (S/N)
1.4.	Longitud:	78 ' 57 ' 14 " 0
1.5.	Latitud:	3 ' 34 ' 1 " S
1.6.	Altura:	2,010 m. S.N.M.
1.7.	Torre:	0 m.
1.8.	Punto B: Nombre:	LA PAZ
1.9.	Existente:	N (S/N)
1.10.	Longitud:	78 ' 53 ' 38 " 0
1.11.	Latitud:	3 ' 41 ' 54 " S
1.12.	Altura:	1,000 m. S.N.M.
1.13.	Torre:	0 m.

2.- DATOS DE PROPAGACION:

2.1.	Frecuencia de operación:	2,000 MHz.
2.2.	Factor de corrección (k):	1.33
2.3.	% libre primera zona Fr.:	100 %
2.4.	Altura de vegetación para todo el enlace:	0 m.
2.5.	Altura de vegetación para el punto de claridad mínima:	0 m.

3.- CALCULOS GEOGRAFICOS

3.1.	Angulos de aziout (con respecto al Norte):	
3.1.1.	Estación A:	155 ' 21 ' 6 "
3.1.2.	Estación B:	335 ' 21 ' 20 "
3.2.	Angulos de elevación (con respecto a la horizontal):	
3.2.1.	Estación A:	3 ' 36 ' 55 "
3.2.2.	Estación B:	3 ' 36 ' 55 "
3.3.	Distancia del enlace:	15,985 m.
3.4.	Rugosidad del terreno:	259.02 m.

4.- CALCULOS DE PROPAGACION

4.1.	Punto de obstrucción o punto de mínima claridad:	
4.1.1.	Distancia desde A:	14,500 m.
4.1.2.	Distancia desde B:	1,485 m.
4.1.3.	Altura del punto (S.N.M.):	1,040 m.
4.1.4.	Claridad mínima:	53 m.
4.1.5.	Margen mínimo de seguridad:	38 m.
4.1.6.	Altura recomendada de torres:	
4.1.6.1.	estación A:	0 m.
4.1.6.2.	estación B:	0 m.
4.2.	Atenuación espacio libre:	122.49 dB.

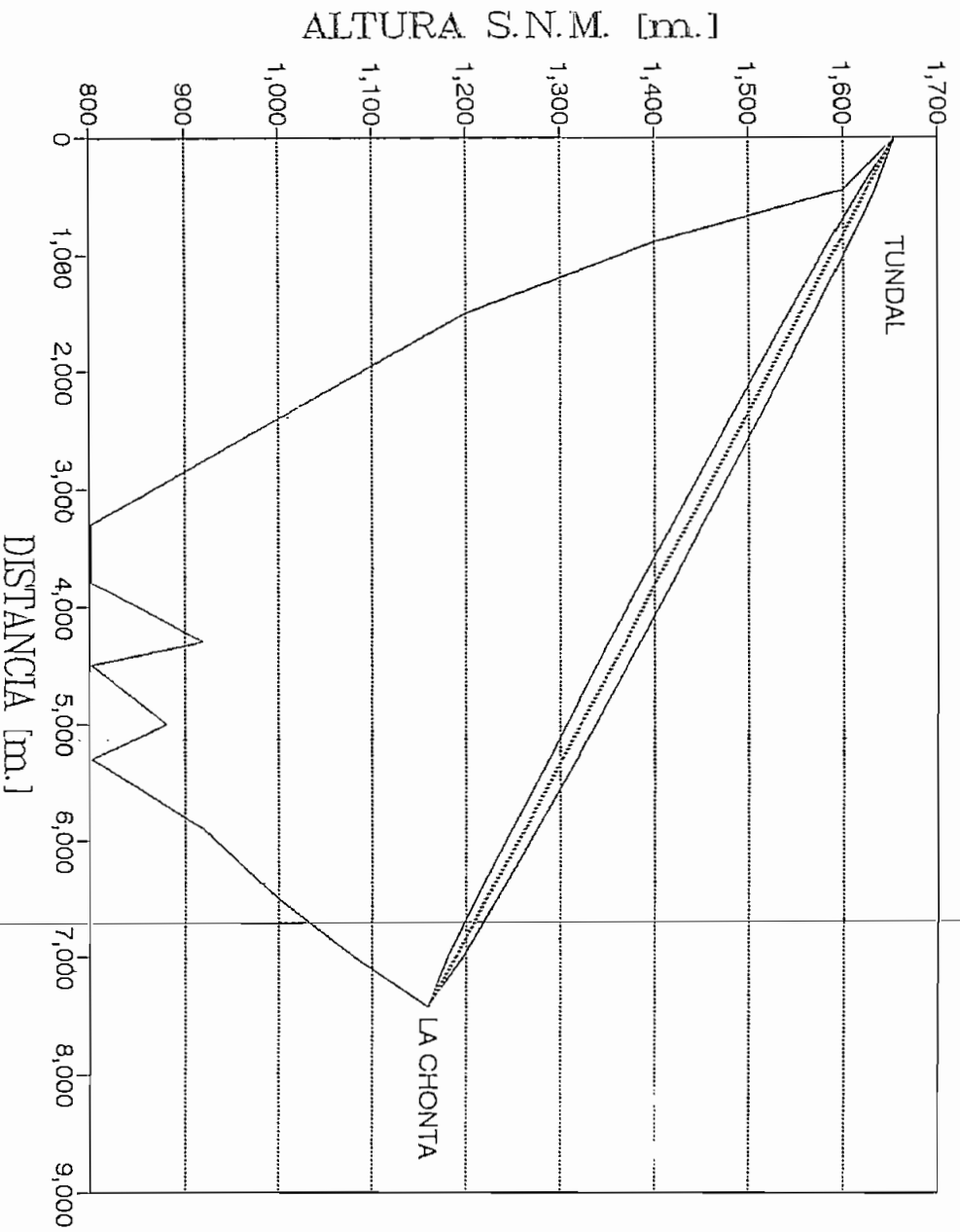
5.- DATOS DEL PERFIL DEL ENLACE:

DISTANCIA D1 (m.)	CLARIDAD DEL ENLACE (m.)	ALTURA hx (m.)	DISTANCIA D2 (m.)	FACTOR DE CORRECCION ALTURA hc	ALTURA CORREGIDA H (m.)	ALTURA DEL RAYO (m.)	RADIO DE PRIMERA ZONA DE FRESNEL rf	ALTURA SUPERIOR FRESNEL (m.)	ALTURA INFERIOR FRESNEL (m.)
0	2,010	2,010	15,985	0.00	2,010	2,010	0.0000	2,010	2,010
0	2,010	2,010	15,985	0.00	2,010	2,010	0.0000	2,010	2,010
900	152	1,800	15,085	0.80	1,801	1,953	11.2722	1,964	1,942
1,500	194	1,720	14,485	1.28	1,721	1,915	14.2601	1,929	1,901
2,050	279	1,600	13,935	1.68	1,602	1,880	16.3511	1,897	1,864
2,450	453	1,400	13,535	1.95	1,402	1,855	17.6169	1,873	1,838
2,800	631	1,200	13,185	2.17	1,202	1,833	18.5881	1,852	1,814
3,100	502	1,310	12,885	2.35	1,312	1,814	19.3348	1,833	1,795
3,400	593	1,200	12,585	2.52	1,203	1,795	20.0117	1,815	1,775
3,600	460	1,320	12,385	2.62	1,323	1,783	20.4275	1,803	1,762
4,000	554	1,200	11,985	2.82	1,203	1,757	21.1820	1,778	1,736
5,000	591	1,100	10,985	3.23	1,103	1,694	22.6727	1,717	1,671
5,250	545	1,130	10,735	3.32	1,133	1,678	22.9667	1,701	1,655
5,700	606	1,040	10,285	3.45	1,043	1,650	23.4238	1,673	1,626
6,300	424	1,184	9,685	3.59	1,188	1,612	23.8967	1,636	1,588
6,800	537	1,040	9,185	3.68	1,044	1,580	24.1776	1,605	1,556
7,300	465	1,080	8,685	3.73	1,084	1,549	24.3593	1,573	1,524
7,600	357	1,169	8,385	3.75	1,173	1,530	24.4218	1,554	1,505
8,000	381	1,120	7,985	3.76	1,124	1,505	24.4513	1,529	1,480
8,700	337	1,120	7,285	3.73	1,124	1,460	24.3554	1,485	1,436
9,000	298	1,140	6,985	3.70	1,144	1,441	24.2563	1,466	1,417
10,000	255	1,120	5,985	3.52	1,124	1,378	23.6676	1,402	1,354
10,500	303	1,040	5,485	3.39	1,043	1,347	23.2170	1,370	1,323
11,250	256	1,040	4,735	3.14	1,043	1,299	22.3285	1,322	1,277
12,100	203	1,040	3,885	2.77	1,043	1,245	20.9756	1,266	1,225
12,600	211	1,000	3,385	2.51	1,003	1,214	19.9799	1,234	1,194
12,850	251	945	3,135	2.37	947	1,198	19.4178	1,218	1,179
13,000	241	945	2,985	2.28	947	1,189	19.0579	1,208	1,170
14,000	124	1,000	1,985	1.64	1,002	1,125	16.1281	1,142	1,109
14,500	53	1,040	1,485	1.27	1,041	1,094	14.1970	1,108	1,080
14,700	80	1,000	1,285	1.11	1,001	1,081	13.2973	1,095	1,068
15,000	181	880	985	0.87	881	1,062	11.7606	1,074	1,050
15,500	150	880	485	0.44	880	1,031	8.3899	1,039	1,022
15,700	138	880	285	0.26	880	1,018	6.4740	1,024	1,012
15,985	1,000	1,000	0	0.00	1,000	1,000	0.0000	1,000	1,000
15,985	1,000	1,000	0	0.00	1,000	1,000	0.0000	1,000	1,000

5.- DATOS DEL PERFIL DEL ENLACE:

DISTANCIA D1 (m.)	CLARIDAD DEL ENLACE (m.)	ALTURA hx (m.)	DISTANCIA D2 (m.)	FACTOR DE CORRECCION ALTURA hc	ALTURA CORREGIDA H (m.)	ALTURA DEL RAYO (m.)	RADIO DE PRIMERA ZONA DE FRESNEL rf	ALTURA SUPERIOR FRESNEL (m.)	ALTURA INFERIOR FRESNEL (m.)
0	1,655	1,655	7,431	0.00	1,655	1,655	0.0000	1,655	1,655
0	1,655	1,655	7,431	0.00	1,655	1,655	0.0000	1,655	1,655
450	25	1,600	6,981	0.18	1,600	1,625	7.9527	1,633	1,617
900	195	1,400	6,531	0.35	1,400	1,595	10.8782	1,606	1,584
1,500	355	1,200	5,931	0.52	1,201	1,555	13.3831	1,568	1,542
2,400	494	1,000	5,031	0.71	1,001	1,495	15.5911	1,511	1,480
3,300	634	800	4,131	0.80	801	1,435	16.5663	1,452	1,419
3,800	601	800	3,631	0.81	801	1,402	16.6665	1,419	1,385
4,300	448	920	3,131	0.79	921	1,369	16.4631	1,385	1,352
4,500	554	800	2,931	0.78	801	1,355	16.2948	1,372	1,339
5,000	441	880	2,431	0.72	881	1,322	15.6426	1,338	1,306
5,300	501	800	2,131	0.66	801	1,302	15.0785	1,317	1,287
5,900	341	920	1,531	0.53	921	1,262	13.4843	1,275	1,248
6,500	222	1,000	931	0.36	1,000	1,222	11.0362	1,233	1,211
7,000	109	1,080	431	0.18	1,080	1,189	7.7911	1,196	1,181
7,431	1,160	1,160	0	0.00	1,160	1,160	0.0000	1,160	1,160
7,431	1,160	1,160	0	0.00	1,160	1,160	0.0000	1,160	1,160

PERFIL DEL ENLACE TUNDAL - LA CHONTA



MICROWAVE PATH LOSS AND RELIABILITY CALCULATIONS - POINT-TO-MULTIPOINT SYSTEM APPLICATIONS:

-- SR Telecom Inc --

Equipment: SR500 Customer: EMETEL
 Band, GHz: 1.5 System: LAS PALMAS-ZAMORA PALMAS
 Engineer: MABE Project: TESIS ZAMORA 26-Sep-95 20:54 LINKIT Ver. D1, Copyright SR Telecom Inc

CALCULATIONS VALID FOR BOTH DIRECTIONS

SITE DATA	Units	A	1	2	3	4	5	6	7
1. Site identification	:	LAS PALMAS	ZAMORA						
2. Station type	:	RMR	C/S						
3. Latitude (N+, S-)	: DD.MMSS	-3.5936	-4.0414	----	----	----	----	----	----
4. Longitude (W+, E-)	: DD.MMSS	78.5533	78.5714	----	----	----	----	----	----
5a. Bearing from A	: degrees	----	199.9	----	----	----	----	----	----
5b. Bearing to A	: degrees	----	19.9	----	----	----	----	----	----
6. Ground elevation AMSL	: meters	2226	1200	----	----	----	----	----	----
7. Antenna mounting height	: meters	20	10	----	----	----	----	----	----

PATH DATA									
8a. Terrain factor	: .25..4	----	0.50	----	----	----	----	----	----
8b. Terrain roughness	: meters	----	26.0	----	----	----	----	----	----
9. Climate factor	: x10E-3	----	4.00	----	----	----	----	----	----
10. Path length	: kms	----	9.1	----	----	----	----	----	----
11. Free space path loss	: dB	----	115.2	----	----	----	----	----	----
12. Estimated obstruction loss (clearance < 0.6 F1)	: dB	K = 1.33	0.0	----	----	----	----	----	----
13. Total calc. path loss	: dB	----	115.2	----	----	----	----	----	----

ANTENNA SYSTEM DATA									
14. Transmission line type	:	1/2 Foam	1/2 Foam	----	----	----	----	----	----
15. Loss per unit length	: db/100m	10.0	10.0	----	----	----	----	----	----
16. Transmission line length	: meters	25	15	----	----	----	----	----	----
17. Line loss, incl. jumpers	: dB	2.8	1.8	----	----	----	----	----	----
18. Splitter/hybrid loss	: dB	3.5	3.5	----	----	----	----	----	----
19. Attenuator loss	: dB	0.0	0.0	----	----	----	----	----	----
20. Antenna off-axis loss	: dB	0.0	0.0	----	----	----	----	----	----
21. Misc. conn./safety factor	: dB	0.5	0.5	----	----	----	----	----	----
22. Total ant. system loss	: dB	6.8	5.8	----	----	----	----	----	----
23. Antenna type/size	:	1.2m	Omni	----	----	----	----	----	----
24. Antenna isotropic gain	: dBi	23.0	10.0	----	----	----	----	----	----
25. Net antenna system gain	: dB	16.2	4.2	----	----	----	----	----	----

RECEIVE SIGNAL CALCULATION									
26. Transmitter output power	: dBm	36.0	----	----	----	----	----	----	----
27. Transmit ERP, 25 + 26	: dBm	----	56.3	----	----	----	----	----	----
28. Received power, 27 - 13	: dBm	----	-58.8	----	----	----	----	----	----
29. System threshold(1.0E-06)	: dBm	----	-88.0	----	----	----	----	----	----
30. Fade margin 28 - 29	: dB	----	29.2	----	----	----	----	----	----
31. Availability (Barnett): %	:	0	99.99997%	----	----	----	----	----	----
32. Unprot. time below level	: sec./yr.	----	8.9	----	----	----	----	----	----
33. Tandem availability	: %	100.00000%	99.99997%	----	----	----	----	----	----
34. Cumul. time below level	: seconds	0.0	8.9	----	----	----	----	----	----
35. Outage, worst month	: (0-1)	----	8.319E-07	----	----	----	----	----	----
36. Outage, worst month	: seconds	----	2.2	----	----	----	----	----	----

MISCELLANEOUS DATA									
37. Tx allocation/polarity	:	----	----	----	----	----	----	----	----

NOTES:
 1. The tandem availability up to this point is shown in column "A". If "----" is shown, no calc. has been made or this is the start point. Average annual temp: degrees 20.0
 Fading season : days 124.2
 2. Item 20 accounts for loss due to main lobe of antenna being oriented either horizontally or vertically away from the direction of a site.

MICROWAVE PATH LOSS AND RELIABILITY CALCULATIONS - POINT-TO-MULTIPOINT SYSTEM APPLICATIONS:

-- SR Teleco Inc --

Equipment: SR500 Customer: EMETEL
 Band, GHz: 1.5 System: LAS PALMAS-ZUMBI MCLEAR01
 Engineer: MABE Project: TESIS ZAMORA 26-Sep-95 20:47 LINKIT Ver. 01, Copyright SR Teleco Inc

CALCULATIONS VALID FOR BOTH DIRECTIONS

SITE DATA	Units	A	1	2	3	4	5	6	7
1. Site identification	:	LAS PALMAS	ZUMBI						
2. Station type	:	RMR							
3. Latitude (N+, S-)	: DD.MMSS	-3.5936	-3.5330	----	----	----	----	----	----
4. Longitude (W+, E-)	: DD.MMSS	78.5533	78.4651	----	----	----	----	----	----
5a. Bearing from A	: degrees	----	54.9	----	----	----	----	----	----
5b. Bearing to A	: degrees	----	234.9	----	----	----	----	----	----
6. Ground elevation AMSL	: meters	2226	840	----	----	----	----	----	----
7. Antenna mounting height	: meters	20	10	----	----	----	----	----	----

PATH DATA									
8a. Terrain factor	: .25..4	----	0.50	----	----	----	----	----	----
8b. Terrain roughness	: meters	----	26.0	----	----	----	----	----	----
9. Climate factor	: x10E-3	----	4.00	----	----	----	----	----	----
10. Path length	: kms	----	19.6	----	----	----	----	----	----
11. Free space path loss	: dB	----	121.8	----	----	----	----	----	----
12. Estimated obstruction loss (clearance < 0.6 F1)	: dB	K = 1.33	0.0	----	----	----	----	----	----
13. Total calc. path loss	: dB	----	121.8	----	----	----	----	----	----

ANTENNA SYSTEM DATA									
14. Transmission line type	:	1/2 Foam	1/2 Foam	----	----	----	----	----	----
15. Loss per unit length	: db/100m	10.0	10.0	----	----	----	----	----	----
16. Transmission line length	: meters	25	15	----	----	----	----	----	----
17. Line loss, incl. jumpers	: dB	2.8	1.8	----	----	----	----	----	----
18. Splitter/hybrid loss	: dB	3.5	0.0	----	----	----	----	----	----
19. Attenuator loss	: dB	0.0	0.0	----	----	----	----	----	----
20. Antenna off-axis loss	: dB	0.0	0.0	----	----	----	----	----	----
21. Misc. conn./safety factor	: dB	0.5	0.5	----	----	----	----	----	----
22. Total ant. system loss	: dB	6.8	2.3	----	----	----	----	----	----
23. Antenna type/size	:	1.2m	Panel-6	----	----	----	----	----	----
24. Antenna isotropic gain	: dBi	23.0	17.5	----	----	----	----	----	----
25. Net antenna system gain	: dB	16.2	15.2	----	----	----	----	----	----

RECEIVE SIGNAL CALCULATION									
26. Transmitter output power	: dBm	36.0	----	----	----	----	----	----	----
27. Transmit ERP, 25 + 26	: dBm	----	67.3	----	----	----	----	----	----
28. Received power, 27 - 13	: dBm	----	-54.5	----	----	----	----	----	----
29. System threshold(1.0E-06)	: dBm	----	-88.0	----	----	----	----	----	----
30. Fade margin 28 - 29	: dB	----	33.5	----	----	----	----	----	----
31. Availability (Barnett): %		0	99.99990%	----	----	----	----	----	----
32. Unprot. time below level	: sec./yr.	----	32.8	----	----	----	----	----	----
33. Tandem availability	: %	100.00000%	99.99990%	----	----	----	----	----	----
34. Cumul. time below level	: seconds	0.0	32.8	----	----	----	----	----	----
35. Outage, worst month	: (0-1)	----	3.054E-06	----	----	----	----	----	----
36. Outage, worst month	: seconds	----	8.0	----	----	----	----	----	----

MISCELLANEOUS DATA									
37. Tx allocation/polarity	:	----	----	----	----	----	----	----	----

NOTES:
 1. The tandem availability up to this point is shown in column "A". If "----" is shown, no calc. has been made or this is the start point. Average annual temp: degrees 20.0
 Fading season : days 124.2
 2. Item 20 accounts for loss due to main lobe of antenna being oriented either horizontally or vertically away from the direction of a site.

MICROWAVE PATH LOSS AND RELIABILITY CALCULATIONS - POINT-TO-MULTIPOINT SYSTEM APPLICATIONS:

-- SR Telecom Inc --

Equipment: SR500 Customer : EMETEL
 Band,GHz :1.5 System : LAS PALMAS-CUMBARATZA MCLARO1
 Engineer : MABE Project : TESIS ZAMORA 26-Sep-95 20:51 LINKIT Ver. D1, Copyright SR Telecom Inc

CALCULATIONS VALID FOR BOTH DIRECTIONS

SITE DATA	Units	A	1	2	3	4	5	6	7
1. Site identification	:	LAS PALMAS	CUMBARATZA						
2. Station type	:	RMR							
3. Latitude (N+, S-)	: DD.MMSS	-3.5936	-3.5923	----	----	----	----	----	----
4. Longitude (W+, E-)	: DD.MMSS	78.5533	78.5202	----	----	----	----	----	----
5a. Bearing from A	: degrees	----	86.5	----	----	----	----	----	----
5b. Bearing to A	: degrees	----	266.5	----	----	----	----	----	----
6. Ground elevation AMSL	: meters	2226	1080	----	----	----	----	----	----
7. Antenna mounting height	: meters	20	10	----	----	----	----	----	----
PATH DATA									
8a. Terrain factor	: .25..4	----	0.50	----	----	----	----	----	----
8b. Terrain roughness	: meters	----	26.0	----	----	----	----	----	----
9. Climate factor	: x10E-3	----	3.10	----	----	----	----	----	----
10. Path length	: kms	----	6.5	----	----	----	----	----	----
11. Free space path loss	: dB	----	112.3	----	----	----	----	----	----
12. Estimated obstruction loss (clearance < 0.6 F1)	: dB	K = 1.33	0.0	----	----	----	----	----	----
13. Total calc. path loss	: dB	----	112.3	----	----	----	----	----	----
ANTENNA SYSTEM DATA									
14. Transmission line type	:	1/2 Foam	1/2 Foam	----	----	----	----	----	----
15. Loss per unit length	: db/100m	10.0	10.0	----	----	----	----	----	----
16. Transmission line length	: meters	25	15	----	----	----	----	----	----
17. Line loss, incl. jumpers	: dB	2.8	1.8	----	----	----	----	----	----
18. Splitter/hybrid loss	: dB	3.5	0.0	----	----	----	----	----	----
19. Attenuator loss	: dB	0.0	0.0	----	----	----	----	----	----
20. Antenna off-axis loss	: dB	0.0	0.0	----	----	----	----	----	----
21. Misc. conn./safety factor	: dB	0.5	0.5	----	----	----	----	----	----
22. Total ant. system loss	: dB	6.8	2.3	----	----	----	----	----	----
23. Antenna type/size	:	Panel-3	Panel-3	----	----	----	----	----	----
24. Antenna isotropic gain	: dBi	11.0	11.0	----	----	----	----	----	----
25. Net antenna system gain	: dB	4.2	8.7	----	----	----	----	----	----
RECEIVE SIGNAL CALCULATION									
26. Transmitter output power	: dBm	36.0	----	----	----	----	----	----	----
27. Transmit ERP, 25 + 26	: dBm	----	48.8	----	----	----	----	----	----
28. Received power, 27 - 13	: dBm	----	-63.4	----	----	----	----	----	----
29. System threshold(1.0E-06)	: dBm	----	-88.0	----	----	----	----	----	----
30. Fade margin 28 - 29	: dB	----	24.6	----	----	----	----	----	----
31. Availability (Barnett): %	:	0	99.99998%	----	----	----	----	----	----
32. Unprot. time below level	: sec./yr.	----	7.2	----	----	----	----	----	----
33. Tandem availability	: %	100.00000%	99.99998%	----	----	----	----	----	----
34. Cumul. time below level	: seconds	0.0	7.2	----	----	----	----	----	----
35. Outage, worst month	: (0-1)	----	6.690E-07	----	----	----	----	----	----
36. Outage, worst month	: seconds	----	1.8	----	----	----	----	----	----
MISCELLANEOUS DATA									
37. Tx allocation/polarity	:	----	----	----	----	----	----	----	----

NOTES:
 1. The tandem availability up to this point is shown in column "A". If "----" is shown, no calc. has been made or this is the start point. Average annual temp: degrees 20.0
 Fading season : days 124.2
 2. Item 20 accounts for loss due to main lobe of antenna being oriented either horizontally or vertically away from the direction of a site.

MICROWAVE PATH LOSS AND RELIABILITY CALCULATIONS - POINT-TO-MULTIPOINT SYSTEM APPLICATIONS;

-- SR Telecom Inc --

Equipment: SR500 Customer: EMETEL
 Band, GHz: 1.5 System: LAS PALMAS-Perifericas PALMAS
 Engineer: MABE Project: TESIS ZAMORA 26-Sep-95 20:59 LINKIT Ver. 01, Copyright SR Telecom Inc

CALCULATIONS VALID FOR BOTH DIRECTIONS

SITE DATA	Units	A	1	2	3	4	5	6	7
1. Site identification	:	LAS PALMAS	GUADALUPE	TIMBARA					
2. Station type	:	RMR	RMO	RMO					
3. Latitude (N+, S-)	: DD.MMSS	-3.5936	-3.5044	-4.0139	----	----	----	----	----
4. Longitude (W+, E-)	: DD.MMSS	78.5533	78.5309	78.5350	----	----	----	----	----
5a. Bearing from A	: degrees	----	15.1	140.1	----	----	----	----	----
5b. Bearing to A	: degrees	----	195.1	320.1	----	----	----	----	----
6. Ground elevation AMSL	: meters	2226	880	880	----	----	----	----	----
7. Antenna mounting height	: meters	20	10	10	----	----	----	----	----
PATH DATA									
8a. Terrain factor	: .25..4	----	0.50	0.50	----	----	----	----	----
8b. Terrain roughness	: meters	----	26.0	26.0	----	----	----	----	----
9. Climate factor	: x10E-3	----	4.00	4.00	----	----	----	----	----
10. Path length	: kms	----	17.0	4.9	----	----	----	----	----
11. Free space path loss	: dB	----	120.6	109.9	----	----	----	----	----
12. Estimated obstruction loss (clearance < 0.6 F1)	: dB	K = 1.33	0.0	0.0	----	----	----	----	----
13. Total calc. path loss	: dB	----	120.6	109.9	----	----	----	----	----
ANTENNA SYSTEM DATA									
14. Transmission line type	:	1/2 Foam	1/2 Foam	1/2 Foam	----	----	----	----	----
15. Loss per unit length	: db/100m	10.0	10.0	10.0	----	----	----	----	----
16. Transmission line length	: meters	25	15	15	----	----	----	----	----
17. Line loss, incl. jumpers	: dB	2.8	1.8	1.8	----	----	----	----	----
18. Splitter/hybrid loss	: dB	3.5	0.0	0.0	----	----	----	----	----
19. Attenuator loss	: dB	0.0	0.0	0.0	----	----	----	----	----
20. Antenna off-axis loss	: dB	0.0	0.0	0.0	----	----	----	----	----
21. Misc. conn./safety factor	: dB	0.5	0.5	0.5	----	----	----	----	----
22. Total ant. system loss	: dB	6.8	2.3	2.3	----	----	----	----	----
23. Antenna type/size	:	Omi	1.2m	Panel-3	----	----	----	----	----
24. Antenna isotropic gain	: dBi	10.0	23.0	11.0	----	----	----	----	----
25. Net antenna system gain	: dB	3.2	20.7	8.7	----	----	----	----	----
RECEIVE SIGNAL CALCULATION									
26. Transmitter output power	: dBm	36.0	----	----	----	----	----	----	----
27. Transmit ERP, 25 + 26	: dBm	----	59.8	47.8	----	----	----	----	----
28. Received power, 27 - 13	: dBm	----	-60.8	-62.0	----	----	----	----	----
29. System threshold(1.0E-06)	: dBm	----	-88.0	-88.0	----	----	----	----	----
30. Fade margin 28 - 29	: dB	----	27.2	26.0	----	----	----	----	----
31. Availability (Barnett)	: %	0	99.99972%	99.99999%	----	----	----	----	----
32. Unprot. time below level	: sec./yr.	----	89.6	3.0	----	----	----	----	----
33. Tandem availability	: %	100.00000%	99.99972%	99.99999%	----	----	----	----	----
34. Cumul. time below level	: seconds	0.0	89.6	3.0	----	----	----	----	----
35. Outage, worst month	: (0-1)	----	8.353E-06	2.755E-07	----	----	----	----	----
36. Outage, worst month	: seconds	----	22.0	0.7	----	----	----	----	----
MISCELLANEOUS DATA									
37. Tx allocation/polarity	:	----	----	----	----	----	----	----	----

NOTES:

- The tandem availability up to this point is shown in column "A". If "----" is shown, no calc. has been made or this is the start point.
- Item 20 accounts for loss due to main lobe of antenna being oriented either horizontally or vertically away from the direction of a site.

Average annual temp: degrees 20.0
 Fading season : days 124.2

MICROWAVE PATH LOSS AND RELIABILITY CALCULATIONS - POINT-TO-MULTIPOINT SYSTEM APPLICATIONS;

-- SR Telecom Inc --

Equipment: SR500 Customer: EMETEL
 Band, GHz: 1.5 System: EL CONSUELO-ZAMORA CONS-ZAM
 Engineer: MABE Project: TESIS ZAMORA 26-Sep-95 20:57 LINKIT Ver. D1, Copyright SR Telecom Inc

CALCULATIONS VALID FOR BOTH DIRECTIONS

SITE DATA	Units	A	1	2	3	4	5	6	7
1. Site identification	:	EL	ZAMORA						
	:	CONSUELO							
2. Station type	:	RMR	C/S						
3. Latitude (N+, S-)	: DD.MMSS	-4.0001	-4.0347	----	----	----	----	----	----
4. Longitude (W+, E-)	: DD.MMSS	79.0322	78.5714	----	----	----	----	----	----
5a. Bearing from A	: degrees	----	121.6	----	----	----	----	----	----
5b. Bearing to A	: degrees	----	301.6	----	----	----	----	----	----
6. Ground elevation AMSL	: meters	3134	920	----	----	----	----	----	----
7. Antenna mounting height	: meters	20	10	----	----	----	----	----	----
PATH DATA-----									
8a. Terrain factor	: .25..4	----	0.25	----	----	----	----	----	----
8b. Terrain roughness	: meters	----	44.3	----	----	----	----	----	----
9. Climate factor	: x10E-3	----	4.00	----	----	----	----	----	----
10. Path length	: kms	----	13.3	----	----	----	----	----	----
11. Free space path loss	: dB	----	118.5	----	----	----	----	----	----
12. Estimated obstruction loss (clearance < 0.6 F1)	: dB	K = 1.33	0.0	----	----	----	----	----	----
13. Total calc. path loss	: dB	----	118.5	----	----	----	----	----	----
ANTENNA SYSTEM DATA-----									
14. Transmission line type	:	1/2 Foam	1/2 Foam	----	----	----	----	----	----
15. Loss per unit length	: db/100m	10.0	10.0	----	----	----	----	----	----
16. Transmission line length	: meters	25	15	----	----	----	----	----	----
17. Line loss, incl. jumpers	: dB	2.8	1.8	----	----	----	----	----	----
18. Splitter/hybrid loss	: dB	3.5	3.5	----	----	----	----	----	----
19. Attenuator loss	: dB	0.0	0.0	----	----	----	----	----	----
20. Antenna off-axis loss	: dB	0.0	0.0	----	----	----	----	----	----
21. Misc. conn./safety factor	: dB	0.5	0.5	----	----	----	----	----	----
22. Total ant. system loss	: dB	6.8	5.8	----	----	----	----	----	----
23. Antenna type/size	:	Panel-3	Panel-6	----	----	----	----	----	----
24. Antenna isotropic gain	: dBi	11.0	17.5	----	----	----	----	----	----
25. Net antenna system gain	: dB	4.2	11.7	----	----	----	----	----	----
RECEIVE SIGNAL CALCULATION-----									
26. Transmitter output power	: dBm	36.0	----	----	----	----	----	----	----
27. Transmit ERP, 25 + 26	: dBm	----	51.8	----	----	----	----	----	----
28. Received power, 27 - 13	: dBm	----	-66.6	----	----	----	----	----	----
29. System threshold(1.0E-06)	: dBm	----	-88.0	----	----	----	----	----	----
30. Fade margin 28 - 29	: dB	----	21.4	----	----	----	----	----	----
31. Availability (Barnett): %		0	99.99975%	----	----	----	----	----	----
32. Unprot. time below level	: sec./yr.	----	78.5	----	----	----	----	----	----
33. Tandem availability	: %	100.00000%	99.99975%	----	----	----	----	----	----
34. Cumul. time below level	: seconds	0.0	78.5	----	----	----	----	----	----
35. Outage, worst month	: (0-1)	----	7.720E-06	----	----	----	----	----	----
36. Outage, worst month	: seconds	----	20.3	----	----	----	----	----	----
MISCELLANEOUS DATA-----									
37. Tx allocation/polarity	:	----	----	----	----	----	----	----	----

NOTES:

- The tandem availability up to this point is shown in column "A". If "----" is shown, no calc. has been made or this is the start point.

Average annual temp:	degrees	18.0
Fading season	: days	117.6
- Item 20 accounts for loss due to main lobe of antenna being oriented either horizontally or vertically away from the direction of a site.

MICROWAVE PATH LOSS AND RELIABILITY CALCULATIONS - POINT-TO-MULTIPOINT SYSTEM APPLICATIONS: -- SR Telecom Inc --
 Equipment: SR500 Customer: EMETEL CALCULATIONS VALID FOR BOTH DIRECTIONS
 Band, GHz: 1.5 System: EL CONSUELO-Perifericas CONSUELO
 Engineer: MABE Project: TESIS ZAMORA 26-Sep-95 21:02 LINKIT Ver. D1, Copyright SR Telecom Inc

SITE DATA	Units	A	1	2	3	4	5	6	7
1. Site identification	:	EL	SABANILLA	IMBANA					
	:	CONSUELO							
2. Station type	:	RMR	COS	RMO					
3. Latitude (N+, S-)	: DD.MMSS	-4.0001	-3.5741	-3.5029	----	----	----	----	----
4. Longitude (W+, E-)	: DD.MMSS	79.0322	79.0319	79.0709	----	----	----	----	----
5a. Bearing from A	: degrees	----	1.2	338.4	----	----	----	----	----
5b. Bearing to A	: degrees	----	181.2	158.4	----	----	----	----	----
6. Ground elevation AMSL	: meters	3134	1720	2080	----	----	----	----	----
7. Antenna mounting height	: meters	20	10	10	----	----	----	----	----
PATH DATA-----									
8a. Terrain factor	: .25..4	----	0.25	0.25	----	----	----	----	----
8b. Terrain roughness	: meters	----	44.3	44.3	----	----	----	----	----
9. Climate factor	: x10E-3	----	4.00	4.00	----	----	----	----	----
10. Path length	: kms	----	4.3	19.0	----	----	----	----	----
11. Free space path loss	: dB	----	108.7	121.6	----	----	----	----	----
12. Estimated obstruction loss (clearance < 0.6 F1)	: dB	K = 1.33	0.0	0.0	----	----	----	----	----
13. Total calc. path loss	: dB	----	108.7	121.6	----	----	----	----	----
ANTENNA SYSTEM DATA-----									
14. Transmission line type	:	1/2 Foam	1/2 Foam	1/2 Foam	----	----	----	----	----
15. Loss per unit length	: db/100m	10.0	10.0	10.0	----	----	----	----	----
16. Transmission line length	: meters	25	15	15	----	----	----	----	----
17. Line loss, incl. jumpers	: dB	2.8	1.8	1.8	----	----	----	----	----
18. Splitter/hybrid loss	: dB	3.5	0.0	0.0	----	----	----	----	----
19. Attenuator loss	: dB	0.0	0.0	0.0	----	----	----	----	----
20. Antenna off-axis loss	: dB	0.0	0.0	0.0	----	----	----	----	----
21. Misc. conn./safety factor	: dB	0.5	0.5	0.5	----	----	----	----	----
22. Total ant. system loss	: dB	6.8	2.3	2.3	----	----	----	----	----
23. Antenna type/size	:	Omi	Panel-3	1.2m	----	----	----	----	----
24. Antenna isotropic gain	: dBi	10.0	11.0	23.0	----	----	----	----	----
25. Net antenna system gain	: dB	3.2	8.7	20.7	----	----	----	----	----
RECEIVE SIGNAL CALCULATION-----									
26. Transmitter output power	: dBm	36.0	----	----	----	----	----	----	----
27. Transmit ERP, 25 + 26	: dBm	----	47.8	59.8	----	----	----	----	----
28. Received power, 27 - 13	: dBm	----	-60.9	-61.7	----	----	----	----	----
29. System threshold(1.0E-06)	: dBm	----	-88.0	-88.0	----	----	----	----	----
30. Fade margin 28 - 29	: dB	----	27.1	26.3	----	----	----	----	----
31. Availability (Barnett): %	:	0	>99.99999%	99.99977%	----	----	----	----	----
32. Unprot. time below level	: sec./yr.	----	0.7	73.6	----	----	----	----	----
33. Tandem availability	: %	100.00000%	100.00000%	99.99977%	----	----	----	----	----
34. Cumul. time below level	: seconds	0.0	0.7	73.6	----	----	----	----	----
35. Outage, worst month	: (0-1)	----	7.014E-08	7.243E-06	----	----	----	----	----
36. Outage, worst month	: seconds	----	0.2	19.0	----	----	----	----	----
MISCELLANEOUS DATA-----									
37. Tx allocation/polarity	:	----	----	----	----	----	----	----	----

NOTES:

- The tandem availability up to this point is shown in column "A". If "----" is shown, no calc. has been made or this is the start point. Average annual temp: degrees .18.0
Fading season : days 117.6
- Item 20 accounts for loss due to main lobe of antenna being oriented either horizontally or vertically away from the direction of a site.

MICROWAVE PATH LOSS AND RELIABILITY CALCULATIONS - POINT-TO-MULTIPOINT SYSTEM APPLICATIONS:

-- SR Telecom Inc --

Equipment: SR500 Customer: EMETEL

CALCULATIONS VALID FOR BOTH DIRECTIONS

Band, GHz: 1.5

System: TUNDAL-ZUMBA

TUNDAL

Engineer: MABE

Project: TESIS ZAMORA

26-Sep-95

21:04 LINKIT Ver. D1, Copyright SR Telecom Inc

SITE DATA	Units	A	1	2	3	4	5	6	7
1. Site identification	:	TUNDAL	ZUMBA						
2. Station type	:	RMR	C/S	0					
3. Latitude (N+, S-)	: DD.MMSS	-4.5328	-4.5121	----	----	----	----	----	----
4. Longitude (W+, E-)	: DD.MMSS	79.0303	79.0739	----	----	----	----	----	----
5a. Bearing from A	: degrees	----	294.8	----	----	----	----	----	----
5b. Bearing to A	: degrees	----	114.8	----	----	----	----	----	----
6. Ground elevation AMSL	: meters	1655	1400	----	----	----	----	----	----
7. Antenna mounting height	: meters	20	25	----	----	----	----	----	----

PATH DATA-----									
8a. Terrain factor	: .25..4	----	0.50	----	----	----	----	----	----
8b. Terrain roughness	: meters	----	26.0	----	----	----	----	----	----
9. Climate factor	: x10E-3	----	4.00	----	----	----	----	----	----
10. Path length	: kms	----	9.3	----	----	----	----	----	----
11. Free space path loss	: dB	----	115.4	----	----	----	----	----	----
12. Estimated obstruction loss (clearance < 0.6 F1)	: dB	K = 1.33	0.0	----	----	----	----	----	----
13. Total calc. path loss	: dB	----	115.4	----	----	----	----	----	----

ANTENNA SYSTEM DATA-----									
14. Transmission line type	:	1/2 Foam	1/2 Foam	----	----	----	----	----	----
15. Loss per unit length	: db/100m	10.0	10.0	----	----	----	----	----	----
16. Transmission line length	: meters	25	15	----	----	----	----	----	----
17. Line loss, incl. jumpers	: dB	2.8	1.8	----	----	----	----	----	----
18. Splitter/hybrid loss	: dB	3.5	0.0	----	----	----	----	----	----
19. Attenuator loss	: dB	0.0	0.0	----	----	----	----	----	----
20. Antenna off-axis loss	: dB	0.0	0.0	----	----	----	----	----	----
21. Misc. conn./safety factor	: dB	0.5	0.5	----	----	----	----	----	----
22. Total ant. system loss	: dB	6.8	2.3	----	----	----	----	----	----
23. Antenna type/size	:	Panel-3	Panel-6	----	----	----	----	----	----
24. Antenna isotropic gain	: dBi	11.0	17.5	----	----	----	----	----	----
25. Net antenna system gain	: dB	4.2	15.2	----	----	----	----	----	----

RECEIVE SIGNAL CALCULATION-----									
26. Transmitter output power	: dBm	36.0	----	----	----	----	----	----	----
27. Transmit ERP, 25 + 26	: dBm	----	55.3	----	----	----	----	----	----
28. Received power, 27 - 13	: dBm	----	-60.1	----	----	----	----	----	----
29. System threshold(1.0E-06)	: dBm	----	-84.0	----	----	----	----	----	----
30. Fade margin 28 - 29	: dB	----	23.9	----	----	----	----	----	----
31. Availability (Barnett): %	:	0	99.99990%	----	----	----	----	----	----
32. Unprot. time below level	: sec./yr.	----	31.8	----	----	----	----	----	----
33. Tandem availability	: %	100.00000%	99.99990%	----	----	----	----	----	----
34. Cumul. time below level	: seconds	0.0	31.8	----	----	----	----	----	----
35. Outage, worst month	: (0-1)	----	2.968E-06	----	----	----	----	----	----
36. Outage, worst month	: seconds	----	7.8	----	----	----	----	----	----

MISCELLANEOUS DATA-----									
37. Tx allocation/polarity	:	----	----	----	----	----	----	----	----

NOTES:

- The tandem availability up to this point is shown in column "A". If "----" is shown, no calc. has been made or this is the start point.
- Item 20 accounts for loss due to main lobe of antenna being oriented either horizontally or vertically away from the direction of a site.

Average annual temp: degrees 20.0
Fading season : days 124.2

MICROWAVE PATH LOSS AND RELIABILITY CALCULATIONS - POINT-TO-MULTIPOINT SYSTEM APPLICATIONS; -- SR Telecom Inc --
 Equipment: SR500 Customer: EMETEL CALCULATIONS VALID FOR BOTH DIRECTIONS
 Band, GHz: 1.5 System: TUNDAL-Perifericas TUNDAL
 Engineer: MABE Project: TESIS ZAMORA 26-Sep-95 21:06 LINKIT Ver. D1, Copyright SR Telecom Inc

SITE DATA	Units	A	1	2	3	4	5	6	7
1. Site identification	:	TUNDAL	EL CHORRO	PUCABAMBA	LA CHONTA	CHITO			
2. Station type	:	RMR	COS	COS	COS	COS	0		
3. Latitude (N+, S-)	: DD.MMSS	-4.5328	-4.5408	-4.5628	-4.5639	-4.5545	----	----	----
4. Longitude (W+, E-)	: DD.MMSS	79.0303	79.0605	79.0644	79.0531	79.0221	----	----	----
5a. Bearing from A	: degrees	----	257.6	230.7	217.7	163.0	----	----	----
5b. Bearing to A	: degrees	----	77.6	50.7	37.7	343.0	----	----	----
6. Ground elevation AMSL	: meters	1655	1230	1000	1160	1200	----	----	----
7. Antenna mounting height	: meters	20	10	20	10	10	----	----	----
PATH DATA-----									
8a. Terrain factor	: .25..4	----	0.50	0.50	0.50	0.50	----	----	----
8b. Terrain roughness	: meters	----	26.0	26.0	26.0	26.0	----	----	----
9. Climate factor	: x10E-3	----	4.00	4.00	4.00	4.00	----	----	----
10. Path length	: kms	----	5.7	8.8	7.4	4.4	----	----	----
11. Free space path loss	: dB	----	111.1	114.9	113.4	108.9	----	----	----
12. Estimated obstruction loss (clearance < 0.6 F1)	: dB	K = 1.33	0.0	0.0	0.0	0.0	----	----	----
13. Total calc. path loss	: dB	----	111.1	114.9	113.4	108.9	----	----	----
ANTENNA SYSTEM DATA-----									
14. Transmission line type	:	1/2 Foam	1/2 Foam	1/2 Foam	1/2 Foam	1/2 Foam	----	----	----
15. Loss per unit length	: db/100m	10.0	10.0	10.0	10.0	10.0	----	----	----
16. Transmission line length	: meters	25	15	15	15	15	----	----	----
17. Line loss, incl. jumpers	: dB	2.8	1.8	1.8	1.8	1.8	----	----	----
18. Splitter/hybrid loss	: dB	3.5	0.0	0.0	0.0	0.0	----	----	----
19. Attenuator loss	: dB	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	----	----	----
20. Antenna off-axis loss	: dB	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	----	----	----
21. Misc. conn./safety factor	: dB	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	----	----	----
22. Total ant. system loss	: dB	6.8	2.3	2.3	2.3	2.3	----	----	----
23. Antenna type/size	:	Omi	Panel-3	Panel-3	Panel-3	Panel-3	----	----	----
24. Antenna isotropic gain	: dBi	10.0	11.0	11.0	11.0	11.0	----	----	----
25. Net antenna system gain	: dB	3.2	8.7	8.7	8.7	8.7	----	----	----
RECEIVE SIGNAL CALCULATION-----									
26. Transmitter output power	: dBm	36.0	----	----	----	----	----	----	----
27. Transmit ERP, 25 + 26	: dBm	----	47.8	47.8	47.8	47.8	----	----	----
28. Received power, 27 - 13	: dBm	----	-63.3	-67.0	-65.6	-61.1	----	----	----
29. System threshold(1.0E-06)	: dBm	----	-88.0	-88.0	-88.0	-88.0	----	----	----
30. Fade margin 28 - 29	: dB	----	24.7	21.0	22.4	26.9	----	----	----
31. Availability (Barnett): %	:	0	99.99998%	99.99984%	99.99993%	99.99999%	----	----	----
32. Unprot. time below level	: sec./yr.	----	6.2	52.0	22.9	1.7	----	----	----
33. Tandem availability	: %	100.00000%	99.99998%	99.99984%	99.99993%	99.99999%	----	----	----
34. Cumul. time below level	: seconds	0.0	6.2	52.0	22.9	1.7	----	----	----
35. Outage, worst month	: (0-1)	----	5.753E-07	4.847E-06	2.131E-06	1.572E-07	----	----	----
36. Outage, worst month	: seconds	----	1.5	12.7	5.6	0.4	----	----	----
MISCELLANEOUS DATA-----									
37. Tx allocation/polarity	:	----	----	----	----	----	----	----	----

NOTES:

- The tandem availability up to this point is shown in column "A". If "----" is shown, no calc. has been made or this is the start point. Average annual temp: degrees 20.0
Fading season : days 124.2
- Item 20 accounts for loss due to main lobe of antenna being oriented either horizontally or vertically away from the direction of a site.

MICROWAVE PATH LOSS AND RELIABILITY CALCULATIONS - POINT-TO-MULTIPOINT SYSTEM APPLICATIONS: -- SR Telecom Inc --
 Equipment: SR500 Customer: EMETEL CALCULATIONS VALID FOR BOTH DIRECTIONS
 Band, GHz: 1.5 System: TAPICALACA-VALLADOLID tapicalaca
 Engineer: MABE Project: TESIS ZAMORA 26-Sep-95 21:08 LINKIT Ver. D1, Copyright SR Telecom Inc

SITE DATA	Units	A	1	2	3	4	5	6	7
1. Site identification	:	TAPICALACA-VALLADOLID							
	:	CA							
2. Station type	:	RMR	C/S						
3. Latitude (N+, S-)	: DD.MMSS	-4.2955	-4.3244	----	----	----	----	----	----
4. Longitude (W+, E-)	: DD.MMSS	79.0651	79.0810	----	----	----	----	----	----
5a. Bearing from A	: degrees	----	205.0	----	----	----	----	----	----
5b. Bearing to A	: degrees	----	25.0	----	----	----	----	----	----
6. Ground elevation AMSL	: meters	3034	1800	----	----	----	----	----	----
7. Antenna mounting height	: meters	20	10	----	----	----	----	----	----

PATH DATA		A	1	2	3	4	5	6	7
8a. Terrain factor	: .25..4	----	0.50	----	----	----	----	----	----
8b. Terrain roughness	: meters	----	26.0	----	----	----	----	----	----
9. Climate factor	: x10E-3	----	4.00	----	----	----	----	----	----
10. Path length	: kms	----	5.8	----	----	----	----	----	----
11. Free space path loss	: dB	----	111.2	----	----	----	----	----	----
12. Estimated obstruction loss (clearance < 0.6 F1)	: dB	X = 1.33	0.0	----	----	----	----	----	----
13. Total calc. path loss	: dB	----	111.2	----	----	----	----	----	----

ANTENNA SYSTEM DATA		A	1	2	3	4	5	6	7
14. Transmission line type	:	1/2 Foam	1/2 Foam	----	----	----	----	----	----
15. Loss per unit length	: db/100m	10.0	10.0	----	----	----	----	----	----
16. Transmission line length	: meters	25	15	----	----	----	----	----	----
17. Line loss, incl. jumpers	: dB	2.8	1.8	----	----	----	----	----	----
18. Splitter/hybrid loss	: dB	3.5	3.5	----	----	----	----	----	----
19. Attenuator loss	: dB	0.0	0.0	----	----	----	----	----	----
20. Antenna off-axis loss	: dB	0.0	0.0	----	----	----	----	----	----
21. Misc. conn./safety factor	: dB	0.5	0.5	----	----	----	----	----	----
22. Total ant. system loss	: dB	6.8	5.8	----	----	----	----	----	----
23. Antenna type/size	:	Panel-3	Panel-3	----	----	----	----	----	----
24. Antenna isotropic gain	: dBi	11.0	11.0	----	----	----	----	----	----
25. Net antenna system gain	: dB	4.2	5.2	----	----	----	----	----	----

RECEIVE SIGNAL CALCULATION		A	1	2	3	4	5	6	7
26. Transmitter output power	: dBm	36.0	----	----	----	----	----	----	----
27. Transmit ERP, 25 + 26	: dBm	----	45.3	----	----	----	----	----	----
28. Received power, 27 - 13	: dBm	----	-65.8	----	----	----	----	----	----
29. System threshold(1.0E-06)	: dBm	----	-88.0	----	----	----	----	----	----
30. Fade margin 28 - 29	: dB	----	22.2	----	----	----	----	----	----
31. Availability (Barnett): %		0	99.99996%	----	----	----	----	----	----
32. Unprot. time below level	: sec./yr.	----	11.2	----	----	----	----	----	----
33. Tandem availability	: %	100.00000%	99.99996%	----	----	----	----	----	----
34. Cumul. time below level	: seconds	0.0	11.2	----	----	----	----	----	----
35. Outage, worst month	: (0-1)	----	1.044E-06	----	----	----	----	----	----
36. Outage, worst month	: seconds	----	2.7	----	----	----	----	----	----

MISCELLANEOUS DATA		A	1	2	3	4	5	6	7
37. Tx allocation/polarity	:	----	----	----	----	----	----	----	----

NOTES:

- The tandem availability up to this point is shown in column "A". If "----" is shown, no calc. has been made or this is the start point.
- Item 20 accounts for loss due to main lobe of antenna being oriented either horizontally or vertically away from the direction of a site.

Average annual temp: degrees 20.0
 Fading season : days 124.2

MICROWAVE PATH LOSS AND RELIABILITY CALCULATIONS - POINT-TO-MULTIPOINT SYSTEM APPLICATIONS:

-- SR Telecom Inc --

Equipment: SR500 Customer: EMETEL
 Band, GHz: 1.5 System: TAPICALACA-Perifericas TAPICAL
 Engineer: MABE Project: TESIS ZAMORA 26-Sep-95 21:11 LINKIT Ver. D1, Copyright SR Telecom Inc

CALCULATIONS VALID FOR BOTH DIRECTIONS

SITE DATA	Units	A	1	2	3	4	5	6	7
1. Site identification	:	TAPICALACA	PALANDA	EL PORVE-					
	:	CA		NIR					
2. Station type	:	RMR	RMD	RMD					
3. Latitude (N+, S-)	: DD.MMSS	-4.2955	-4.3858	-4.3302	----	----	----	----	----
4. Longitude (W+, E-)	: DD.MMSS	79.0651	79.0743	79.0157	----	----	----	----	----
5a. Bearing from A	: degrees	----	185.5	122.5	----	----	----	----	----
5b. Bearing to A	: degrees	----	5.5	302.5	----	----	----	----	----
6. Ground elevation AMSL	: meters	3034	1187	1625	----	----	----	----	----
7. Antenna mounting height	: meters	20	10	10	----	----	----	----	----
PATH DATA									
8a. Terrain factor	: .25..4	----	0.50	0.50	----	----	----	----	----
8b. Terrain roughness	: meters	----	26.0	26.0	----	----	----	----	----
9. Climate factor	: x10E-3	----	4.00	4.00	----	----	----	----	----
10. Path length	: kms	----	16.8	10.7	----	----	----	----	----
11. Free space path loss	: dB	----	120.5	116.6	----	----	----	----	----
12. Estimated obstruction loss (clearance < 0.6 F1)	: dB	K = 1.33	0.0	0.0	----	----	----	----	----
13. Total calc. path loss	: dB	----	120.5	116.6	----	----	----	----	----
ANTENNA SYSTEM DATA									
14. Transmission line type	:	1/2 Foam	1/2 Foam	1/2 Foam	----	----	----	----	----
15. Loss per unit length	: db/100m	10.0	10.0	10.0	----	----	----	----	----
16. Transmission line length	: meters	25	15	15	----	----	----	----	----
17. Line loss, incl. jumpers	: dB	2.8	1.8	1.8	----	----	----	----	----
18. Splitter/hybrid loss	: dB	3.5	0.0	0.0	----	----	----	----	----
19. Attenuator loss	: dB	0.0	0.0	0.0	----	----	----	----	----
20. Antenna off-axis loss	: dB	0.0	0.0	0.0	----	----	----	----	----
21. Misc. conn./safety factor	: dB	0.5	0.5	0.5	----	----	----	----	----
22. Total ant. system loss	: dB	6.8	2.3	2.3	----	----	----	----	----
23. Antenna type/size	:	Omni	1.2m	Panel-6	----	----	----	----	----
24. Antenna isotropic gain	: dBi	10.0	23.0	17.5	----	----	----	----	----
25. Net antenna system gain	: dB	3.2	20.7	15.2	----	----	----	----	----
RECEIVE SIGNAL CALCULATION									
26. Transmitter output power	: dBm	36.0	----	----	----	----	----	----	----
27. Transmit ERP, 25 + 26	: dBm	----	59.8	54.3	----	----	----	----	----
28. Received power, 27 - 13	: dBm	----	-60.7	-62.3	----	----	----	----	----
29. System threshold(1.0E-06)	: dBm	----	-88.0	-88.0	----	----	----	----	----
30. Fade margin 28 - 29	: dB	----	27.3	25.7	----	----	----	----	----
31. Availability (Barnett): %	:	0	99.99973%	99.99990%	----	----	----	----	----
32. Unprot. time below level	: sec./yr.	----	85.2	31.8	----	----	----	----	----
33. Tandem availability	: %	100.00000%	99.99973%	99.99990%	----	----	----	----	----
34. Cumul. time below level	: seconds	0.0	85.2	31.8	----	----	----	----	----
35. Outage, worst month	: (0-1)	----	7.938E-06	2.962E-06	----	----	----	----	----
36. Outage, worst month	: seconds	----	20.9	7.8	----	----	----	----	----
MISCELLANEOUS DATA									
37. Tx allocation/polarity	:	----	----	----	----	----	----	----	----

NOTES:

- The tandem availability up to this point is shown in column "A". If "----" is shown, no calc. has been made or this is the start point. Average annual temp: degrees 20.0
Fading season : days 124.2
- Item 20 accounts for loss due to main lobe of antenna being oriented either horizontally or vertically away from the direction of a site.

MICROWAVE PATH LOSS AND RELIABILITY CALCULATIONS - POINT-TO-MULTIPOINT SYSTEM APPLICATIONS: -- SR Telecom Inc --
 Equipment: SR500 Customer: EMETEL CALCULATIONS VALID FOR BOTH DIRECTIONS
 Band, GHz: 1.5 System: MORADILLAS-28 DE MAYO MORADILL
 Engineer: MABE Project: TESIS ZAMORA 26-Sep-95 21:13 LINKIT Ver. D1, Copyright SR Telecom Inc

SITE DATA	Units	A	1	2	3	4	5	6	7
1. Site identification	:	MORADILLAS	28 DE MAYO						
2. Station type	:	RMR	C/S						
3. Latitude (N+, S-)	: DD.MMSS	-3.3401	-3.3803	----	----	----	----	----	----
4. Longitude (W+, E-)	: DD.MMSS	78.5714	78.5529	----	----	----	----	----	----
5a. Bearing from A	: degrees	----	156.6	----	----	----	----	----	----
5b. Bearing to A	: degrees	----	336.6	----	----	----	----	----	----
6. Ground elevation AMSL	: meters	2010	1120	----	----	----	----	----	----
7. Antenna mounting height	: meters	20	10	----	----	----	----	----	----

PATH DATA									
8a. Terrain factor	: .25..4	----	0.50	----	----	----	----	----	----
8b. Terrain roughness	: meters	----	26.0	----	----	----	----	----	----
9. Climate factor	: x10E-3	----	4.00	----	----	----	----	----	----
10. Path length	: kms	----	8.1	----	----	----	----	----	----
11. Free space path loss	: dB	----	114.2	----	----	----	----	----	----
12. Estimated obstruction loss (clearance < 0.6 F1)	: dB	K = 1.33	0.0	----	----	----	----	----	----
13. Total calc. path loss	: dB	----	114.2	----	----	----	----	----	----

ANTENNA SYSTEM DATA									
14. Transmission line type	:	1/2 Foam	1/2 Foam	----	----	----	----	----	----
15. Loss per unit length	: db/100m	10.0	10.0	----	----	----	----	----	----
16. Transmission line length	: meters	25	15	----	----	----	----	----	----
17. Line loss, incl. jumpers	: dB	2.8	1.8	----	----	----	----	----	----
18. Splitter/hybrid loss	: dB	3.5	3.5	----	----	----	----	----	----
19. Attenuator loss	: dB	0.0	0.0	----	----	----	----	----	----
20. Antenna off-axis loss	: dB	0.0	0.0	----	----	----	----	----	----
21. Misc. conn./safety factor	: dB	0.5	0.5	----	----	----	----	----	----
22. Total ant. system loss	: dB	6.8	5.8	----	----	----	----	----	----
23. Antenna type/size	:	Panel-3	Panel-3	----	----	----	----	----	----
24. Antenna isotropic gain	: dBi	11.0	11.0	----	----	----	----	----	----
25. Net antenna system gain	: dB	4.2	5.2	----	----	----	----	----	----

RECEIVE SIGNAL CALCULATION									
26. Transmitter output power	: dBm	36.0	----	----	----	----	----	----	----
27. Transmit ERP, 25 + 26	: dBm	----	45.3	----	----	----	----	----	----
28. Received power, 27 - 13	: dBm	----	-68.9	----	----	----	----	----	----
29. System threshold(1.0E-06)	: dBm	----	-88.0	----	----	----	----	----	----
30. Fade margin 28 - 29	: dB	----	19.1	----	----	----	----	----	----
31. Availability (Barnett)	: %	0	99.99980%	----	----	----	----	----	----
32. Unprot. time below level	: sec./yr.	----	63.4	----	----	----	----	----	----
33. Tandem availability	: %	100.00000%	99.99980%	----	----	----	----	----	----
34. Cumul. time below level	: seconds	0.0	63.4	----	----	----	----	----	----
35. Outage, worst month	: (0-1)	----	5.909E-06	----	----	----	----	----	----
36. Outage, worst month	: seconds	----	15.5	----	----	----	----	----	----

MISCELLANEOUS DATA									
37. Tx allocation/polarity	:	----	----	----	----	----	----	----	----

NOTES:
 1. The tandem availability up to this point is shown in column "A". If "----" is shown, no calc. has been made or this is the start point. Average annual temp: degrees 20.0
 Fading season : days 124.2
 2. Item 20 accounts for loss due to main lobe of antenna being oriented either horizontally or vertically away from the direction of a site.

MICROWAVE PATH LOSS AND RELIABILITY CALCULATIONS - POINT-TO-MULTIPOINT SYSTEM APPLICATIONS: -- SR Telecom Inc --
 Equipment: SR500 Customer: EMETEL CALCULATIONS VALID FOR BOTH DIRECTIONS
 Band, GHz: 1.5 System: MORADILLAS-Perifericas MORADILL
 Engineer: MABE Project: TESIS ZAMORA 26-Sep-95 21:15 LINKIT Ver. D1, Copyright SR Telecom Inc

SITE DATA	Units	A	1	2	3	4	5	6	7
1. Site identification	:	MORADILLAS	TUTUPALI	LA PAZ					
2. Station type	:	RMR	RMO	RMO					
3. Latitude (N+, S-)	: DD.MMSS	-3.3401	-3.3135	-3.4154	----	----	----	----	----
4. Longitude (W+, E-)	: DD.MMSS	78.5714	78.5657	78.5338	----	----	----	----	----
5a. Bearing from A	: degrees	----	6.6	155.5	----	----	----	----	----
5b. Bearing to A	: degrees	----	186.6	335.5	----	----	----	----	----
6. Ground elevation AMSL	: meters	2010	1280	1000	----	----	----	----	----
7. Antenna mounting height	: meters	20	10	10	----	----	----	----	----
PATH DATA-----									
8a. Terrain factor	: .25..4	----	0.50	0.50	----	----	----	----	----
8b. Terrain roughness	: meters	----	26.0	26.0	----	----	----	----	----
9. Climate factor	: x10E-3	----	4.00	4.00	----	----	----	----	----
10. Path length	: kms	----	4.5	16.0	----	----	----	----	----
11. Free space path loss	: dB	----	109.1	120.1	----	----	----	----	----
12. Estimated obstruction loss (clearance < 0.6 F1)	: dB	K = 1.33	0.0	0.0	----	----	----	----	----
13. Total calc. path loss	: dB	----	109.1	120.1	----	----	----	----	----
ANTENNA SYSTEM DATA-----									
14. Transmission line type	:	1/2 Foam	1/2 Foam	1/2 Foam	----	----	----	----	----
15. Loss per unit length	: db/100m	10.0	10.0	10.0	----	----	----	----	----
16. Transmission line length	: meters	25	15	15	----	----	----	----	----
17. Line loss, incl. jumpers	: dB	2.8	1.8	1.8	----	----	----	----	----
18. Splitter/hybrid loss	: dB	3.5	0.0	0.0	----	----	----	----	----
19. Attenuator loss	: dB	0.0	0.0	0.0	----	----	----	----	----
20. Antenna off-axis loss	: dB	0.0	0.0	0.0	----	----	----	----	----
21. Misc. conn./safety factor	: dB	0.5	0.5	0.5	----	----	----	----	----
22. Total ant. system loss	: dB	6.8	2.3	2.3	----	----	----	----	----
23. Antenna type/size	:	2/0omni	Panel-3	1.2m	----	----	----	----	----
24. Antenna isotropic gain	: dBi	13.0	11.0	23.0	----	----	----	----	----
25. Net antenna system gain	: dB	6.2	8.7	20.7	----	----	----	----	----
RECEIVE SIGNAL CALCULATION-----									
26. Transmitter output power	: dBm	36.0	----	----	----	----	----	----	----
27. Transmit ERP, 25 + 26	: dBm	----	50.8	62.8	----	----	----	----	----
28. Received power, 27 - 13	: dBm	----	-58.3	-57.2	----	----	----	----	----
29. System threshold(1.0E-06)	: dBm	----	-88.0	-88.0	----	----	----	----	----
30. Fade margin 28 - 29	: dB	----	29.7	30.8	----	----	----	----	----
31. Availability (Barnett): %	:	0	>99.99999%	99.99989%	----	----	----	----	----
32. Unprot. time below level	: sec./yr.	----	1.0	33.5	----	----	----	----	----
33. Tandem availability	: %	100.00000%	100.00000%	99.99989%	----	----	----	----	----
34. Cumul. time below level	: seconds	0.0	1.0	33.5	----	----	----	----	----
35. Outage, worst month	: (0-1)	----	8.958E-08	3.127E-06	----	----	----	----	----
36. Outage, worst month	: seconds	----	0.2	8.2	----	----	----	----	----
MISCELLANEOUS DATA-----									
37. Tx allocation/polarity	:	----	----	----	----	----	----	----	----

NOTES:

- The tandem availability up to this point is shown in column "A". If "----" is shown, no calc. has been made or this is the start point. Average annual temp: degrees 20.0
Fading season : days 124.2
- Item 20 accounts for loss due to main lobe of antenna being oriented either horizontally or vertically away from the direction of a site.

MICROWAVE PATH LOSS AND RELIABILITY CALCULATIONS - POINT-TO-MULTIPOINT SYSTEM APPLICATIONS:

-- SR Telecom Inc --

Equipment: SR500 Customer: EMETEL
 Band, GHz: 1.5 System: LOS HACHOS-YANTZAZA LOS HACHOS
 Engineer: MABE Project: TESIS ZAMORA 26-Sep-95 21:32 LINKIT Ver. 01, Copyright SR Telecom Inc

CALCULATIONS VALID FOR BOTH DIRECTIONS

SITE DATA	Units	A	1	2	3	4	5	6	7
1. Site identification	:	LOS HACHOS	YANTZAZA						
2. Station type	:	RMR	C/S						
3. Latitude (N+, S-)	: DD.MMSS	-3.4730	-3.4947	----	----	----	----	----	----
4. Longitude (W+, E-)	: DD.MMSS	78.4157	78.4536	----	----	----	----	----	----
5a. Bearing from A	: degrees	----	237.9	----	----	----	----	----	----
5b. Bearing to A	: degrees	----	57.9	----	----	----	----	----	----
6. Ground elevation AMSL	: meters	1440	840	----	----	----	----	----	----
7. Antenna mounting height	: meters	20	10	----	----	----	----	----	----

PATH DATA		A	1	2	3	4	5	6	7
8a. Terrain factor	: .25..4	----	0.50	----	----	----	----	----	----
8b. Terrain roughness	: meters	----	26.0	----	----	----	----	----	----
9. Climate factor	: x10E-3	----	1.00	----	----	----	----	----	----
10. Path length	: kms	----	8.0	----	----	----	----	----	----
11. Free space path loss	: dB	----	114.0	----	----	----	----	----	----
12. Estimated obstruction loss (clearance < 0.6 F1)	: dB	K = 1.33	0.0	----	----	----	----	----	----
13. Total calc. path loss	: dB	----	114.0	----	----	----	----	----	----

ANTENNA SYSTEM DATA		A	1	2	3	4	5	6	7
14. Transmission line type	:	1/2 Foam	1/2 Foam	----	----	----	----	----	----
15. Loss per unit length	: db/100m	10.0	10.0	----	----	----	----	----	----
16. Transmission line length	: meters	25	15	----	----	----	----	----	----
17. Line loss, incl. jumpers	: dB	2.8	1.8	----	----	----	----	----	----
18. Splitter/hybrid loss	: dB	3.5	3.5	----	----	----	----	----	----
19. Attenuator loss	: dB	0.0	0.0	----	----	----	----	----	----
20. Antenna off-axis loss	: dB	0.0	0.0	----	----	----	----	----	----
21. Misc. conn./safety factor	: dB	0.5	0.5	----	----	----	----	----	----
22. Total ant. system loss	: dB	6.8	5.8	----	----	----	----	----	----
23. Antenna type/size	:	Panel-3	Panel-3	----	----	----	----	----	----
24. Antenna isotropic gain	: dBi	11.0	11.0	----	----	----	----	----	----
25. Net antenna system gain	: dB	4.2	5.2	----	----	----	----	----	----

RECEIVE SIGNAL CALCULATION		A	1	2	3	4	5	6	7
26. Transmitter output power	: dBm	36.0	----	----	----	----	----	----	----
27. Transmit ERP, 25 + 26	: dBm	----	45.3	----	----	----	----	----	----
28. Received power, 27 - 13	: dBm	----	-68.7	----	----	----	----	----	----
29. System threshold(1.0E-06)	: dBm	----	-88.0	----	----	----	----	----	----
30. Fade margin 28 - 29	: dB	----	19.3	----	----	----	----	----	----
31. Availability (Barnett): %		0	99.99996%	----	----	----	----	----	----
32. Unprot. time below level: sec./yr.		----	14.2	----	----	----	----	----	----
33. Tandem availability	: %	100.00000%	99.99996%	----	----	----	----	----	----
34. Cumul. time below level: seconds		0.0	14.2	----	----	----	----	----	----
35. Outage, worst month	: (0-1)	----	1.322E-06	----	----	----	----	----	----
36. Outage, worst month	: seconds	----	3.5	----	----	----	----	----	----

MISCELLANEOUS DATA		A	1	2	3	4	5	6	7
37. Tx allocation/polarity	:	----	----	----	----	----	----	----	----

NOTES:

- The tandem availability up to this point is shown in column "A". If "----" is shown, no calc. has been made or this is the start point. Average annual temp: degrees 20.0
Fading season : days 124.2
- Item 20 accounts for loss due to main lobe of antenna being oriented either horizontally or vertically away from the direction of a site.

MICROWAVE PATH LOSS AND RELIABILITY CALCULATIONS - POINT-TO-MULTIPOINT SYSTEM APPLICATIONS: -- SR Telecom Inc --
 Equipment: SR500 Customer: EMETEL CALCULATIONS VALID FOR BOTH DIRECTIONS

Band, GHz: 1.5 System: LOS HACHOS-Perifericas LOS HACHOS
 Engineer: MABE Project: TESIS ZAMORA 26-Sep-95 21:18 LINKIT Ver. D1, Copyright SR Telecom Inc

SITE DATA	Units	A	1	2	3	4	5	6	7
1. Site identification	:	LOS HACHOS	CHICANA	LOS ENCUE					
	:			TROS					
2. Station type	:	RMR	RMO	RMO					
3. Latitude (N+, S-)	: DD.MMSS	-3.4730	-3.4327	-3.4523	----	----	----	----	----
4. Longitude (W+, E-)	: DD.MMSS	78.4157	78.4445	78.3848	----	----	----	----	----
5a. Bearing from A	: degrees	----	325.4	56.0	----	----	----	----	----
5b. Bearing to A	: degrees	----	145.4	236.0	----	----	----	----	----
6. Ground elevation AMSL	: meters	1440	840	800	----	----	----	----	----
7. Antenna mounting height	: meters	20	25	20	----	----	----	----	----

PATH DATA									
8a. Terrain factor	: .25..4	----	0.50	0.50	----	----	----	----	----
8b. Terrain roughness	: meters	----	26.0	26.0	----	----	----	----	----
9. Climate factor	: x10E-3	----	3.10	3.10	----	----	----	----	----
10. Path length	: kms	----	9.1	7.0	----	----	----	----	----
11. Free space path loss	: dB	----	115.2	112.9	----	----	----	----	----
12. Estimated obstruction loss (clearance < 0.6 F1)	: dB	K = 1.33	0.0	0.0	----	----	----	----	----
13. Total calc. path loss	: dB	----	115.2	112.9	----	----	----	----	----

ANTENNA SYSTEM DATA									
14. Transmission line type	:	1/2 Foam	1/2 Foam	1/2 Foam	----	----	----	----	----
15. Loss per unit length	: db/100m	10.0	10.0	10.0	----	----	----	----	----
16. Transmission line length	: meters	25	15	15	----	----	----	----	----
17. Line loss, incl. jumpers	: dB	2.8	1.8	1.8	----	----	----	----	----
18. Splitter/hybrid loss	: dB	3.5	0.0	0.0	----	----	----	----	----
19. Attenuator loss	: dB	0.0	0.0	0.0	----	----	----	----	----
20. Antenna off-axis loss	: dB	0.0	0.0	0.0	----	----	----	----	----
21. Misc. conn./safety factor	: dB	0.5	0.5	0.5	----	----	----	----	----
22. Total ant. system loss	: dB	6.8	2.3	2.3	----	----	----	----	----
23. Antenna type/size	:	Omi	Panel-3	Panel-3	----	----	----	----	----
24. Antenna isotropic gain	: dBi	10.0	11.0	11.0	----	----	----	----	----
25. Net antenna system gain	: dB	3.2	8.7	8.7	----	----	----	----	----

RECEIVE SIGNAL CALCULATION									
26. Transmitter output power	: dBm	36.0	----	----	----	----	----	----	----
27. Transmit ERP, 25 + 26	: dBm	----	47.8	47.8	----	----	----	----	----
28. Received power, 27 - 13	: dBm	----	-67.3	-65.1	----	----	----	----	----
29. System threshold(1.0E-06)	: dBm	----	-88.0	-88.0	----	----	----	----	----
30. Fade margin 28 - 29	: dB	----	20.7	22.9	----	----	----	----	----
31. Availability (Barnett): %	:	0	99.99985%	99.99996%	----	----	----	----	----
32. Unprot. time below level	: sec./yr.	----	48.6	13.2	----	----	----	----	----
33. Tandem availability	: %	100.00000%	99.99985%	99.99996%	----	----	----	----	----
34. Cumul. time below level	: seconds	0.0	48.6	13.2	----	----	----	----	----
35. Outage, worst month	: (0-1)	----	4.528E-06	1.227E-06	----	----	----	----	----
36. Outage, worst month	: seconds	----	11.9	3.2	----	----	----	----	----

MISCELLANEOUS DATA									
37. Tx allocation/polarity	:	----	----	----	----	----	----	----	----

NOTES:

1. The tandem availability up to this point is shown in column "A". If "----" is shown, no calc. has been made or this is the start point.	Average annual temp: degrees	20.0
2. Item 20 accounts for loss due to main lobe of antenna being oriented either horizontally or vertically away from the direction of a site.	Fading season : days	124.2

ANEXO 5

COMPARACION DE LOS COSTOS DE LOS SISTEMAS DE TRANSMISION

En este ANEXO, se presenta una comparación de los costos promedio de los distintos medios de transmisión.

Se proporcionan datos de costos de los equipos, incluyendo transmisores, receptores, medio de transmisión e infraestructura vial.

Los datos han sido obtenidos en la Subgerencia de Ingeniería de EMETEL y en EMETEL Planta Externa.

A5.1. COSTOS DE ENLACES POR CABLE PCM

Los principales rubros a tomar en cuenta son:

a. Equipo terminal

Precios aproximados del equipo terminal de cable PCM, se muestran en el cuadro A5.1.

CAPACIDAD	PRECIO (dólares)
2 Mb/s	16.000
8 Mb/s	20.000
34 Mb/s	25.000

Cuadro A5.1: Costos equipo terminal PCM

b. Cable

Los precios por km. de cable PCM, tomados de contratos de EMETEL, se muestran en el cuadro A5.2.

CAPACIDAD	PRECIO U.S.D/km
2 Mb/s	2.800
8 Mb/s	4.300
34 Mb/s	8.600

Cuadro A5.2.: Costos cable PCM

La instalación tanto de cable como de fibra puede hacerse de dos formas: aérea y canalizada.

c. Costos de canalización

Precios promedio tomados de contratos recientes de EMETEL PLANTA EXTERNA, nos dan un valor aproximado de 57.500 U.S.D por km.

d. Costos de instalación aérea

Precios promedio de 30.000 U.S.D por km (datos tomados de EMETEL PLANTA EXTERNA).

Debe tomarse en cuenta que se necesita un regenerador cada 2 km aproximadamente. El precio de cada regenerador es aproximadamente igual al de un equipo terminal.

A5.2. COSTOS DE ENLACES POR FIBRA OPTICA

Los principales rubros a tomar en cuenta son:

a. Equipo terminal

En el cuadro A5.3 se muestran precios promedio.

CAPACIDAD	PRECIO U.S.D
2 Mb/s	5.500
8 Mb/s	10.000
34 Mb/s	17.500

Cuadro A5.3: Costos equipo terminal de fibra óptica

b. Fibra

Los datos del cuadro A5.4, de precios de fibra óptica, fueron proporcionados en la Subgerencia de Ingeniería de EMETEL.

TIPO	PRECIO U.S.D/km
Fibra aérea	20.000
Fibra canalizada	7.500

Cuadro A5.4: Costos de fibra óptica

Debe tomarse en cuenta que se necesita un regenerador cada 50 km aproximadamente. El precio de cada regenerador es aproximadamente igual al de un equipo terminal.

Los costos de canalización y montaje aéreo son semejantes a los del cable PCM.

A5.3. COSTOS DE ENLACES VIA RADIO

Los costos de un enlace vía radio, en promedio, son los que se muestran a continuación. Debe tomarse en cuenta que el precio del enlace incluye:

- equipo Tx/Rx

- modem
- bastidor
- guía de onda, conectores
- antena parabólica
- torre autosoportada (35 m.)

CAPACIDAD	PRECIO U.S.D
2 Mb/s	60.000
8 Mb/s	65.000
34 Mb/s	70.000
140 Mb/s	80.000

Cuadro A5.5.: Costos de enlaces vía radio (por terminal)

Un rubro adicional en este tipo de enlace es el de la construcción de un camino de acceso al lugar donde estará la torre y los equipos, en el caso de que no exista. Los sistemas de radio de capacidad media y alta requieren de una infraestructura vial que facilite la instalación y mantenimiento, a diferencia de los sistemas de baja capacidad (multiaccesos digitales). El precio promedio de abrir y lastrar una vía es 140.000 U.S.D/km¹.

A5.4. COMPARACION DE COSTOS DE SISTEMAS DE TRANSMISION

Los siguientes cuadros se han realizado en base a los datos presentados en los puntos anteriores.

¹ Dato proporcionado en EMETEL Planta Externa.

A5.4.1. Comparación de costos para enlaces de 2 Mb/s

MEDIO TX.	2 km	10 km	50 km	100 km
Cable PCM aéreo	97.600	424.000	2'056.000	4'096.000
Cable PCM canal.	163.600	738.000	3'610.000	7'200.000
Fibra aérea	111.000	511.000	2'511.000	5'016.500
Fibra canalizada	141.000	661.000	3'261.000	6'516.500
Enlace Vía Radio ²	120.000	120.000	120.000	120.000

Cuadro A5.6 : Comparación de costos de enlaces de 2 Mb/s**A5.4.2. Comparación de costos para enlaces de 8 Mb/s**

MEDIO TX.	2 km	10 km	50 km	100 km
Cable PCM aéreo	108.600	463.000	2'685.000	4'450.000
Cable PCM canal.	142.200	647.000	3'030.000	6'326.000
Fibra aérea	120.000	520.000	2'520.000	5'300.000
Fibra canalizada	150.000	670.000	3'270.000	6'530.000
Enlace Vía Radio	130.000	130.000	130.000	130.000

Cuadro A5.7 : Comparación de costos de enlaces de 8 Mb/s**A5.4.3. Comparación de costos de enlaces de 34 Mb/s**

MEDIO TX.	2 km	10 km	50 km	100 km
Cable PCM aéreo	127.200	536.000	2'580.000	5'135.000
Cable PCM ent.	182.200	811.000	3'955.000	7'885.000
Fibra aérea	135.000	535.000	2'535.000	5'052.500
Fibra enterrada	165.000	685.000	3'285.000	6'552.500
Enlace Vía Radio	140.000	140.000	140.000	140.000

Cuadro A5.8 : Comparación de costos de enlaces de 34 Mb/s

² Al enlace vía radio se le deberá incrementar el valor correspondiente a la construcción de la vía de acceso, en el caso de no existir ésta, rubro que puede ser muy significativo.

NOTA: Todos los enlaces de radio de mediana capacidad requerirán casetas para albergar el equipo en el sitio de las repetidoras. En determinados casos, se necesitará también albergue para un guardián. En sitios como el Consuelo, debido al difícil acceso no hace falta esto último. El costo de una caseta con lugar para un guardián (16 m²) es aproximadamente 12.000 U.S.D. Una caseta sin guardián (9 m²) tiene un precio de 8.800 U.S.D. Lugares de difícil acceso requieren de celdas solares para la alimentación de energía. El costo de celdas solares para sitios como El Consuelo (autonomía de 10 día) tienen un costo de unos 120.000 U.S.D.

NOTA: Todos los precios incluyen transporte (internacional y doméstico), impuestos y seguros. La instalación significa añadir un 10% del valor del equipo, en promedio.